

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДП «АНТОНОВ»

МАТЕРІАЛИ

**ХІ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
“АВІА-2013”**

21-23 травня

Том 4

КИЇВ 2013

Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції „АВІА-2013”. – Т.4.
–К.: НАУ, 2013.

СПІВОРГАНІЗАТОРИ

- National Aviation Academy State “Azerbaijan Hava Yollari” Closed Joint-Stock Company, Azerbaijan
- Georgian Aviation University, Georgia
- JSC “Civil Aviation Academy”, Kazakhstan
- Nanchang Hangkong University, China
- Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania
- The State School of Higher Education in Chelm, Poland
- Moscow State Technical University of Civil Aviation, Russia
- The International University of Logistics and Transport in Wroclaw, Poland
- Polish – Ukrainian Research Institute, Poland-Ukraine

За науковий зміст викладеного матеріалу відповідають автори.

РОБОЧИЙ ОРГКОМІТЕТ

XI Міжнародної науково-технічної конференції “**АВІА-2013**”

Голова

оргкомітету

Кулик М.С. ректор Національного авіаційного університету

Заступник голови

Харченко В.П. проректор університету з наукової роботи

Члени оргкомітету:

Азарсков В.М. в.о. директора Інституту аерокосмічних систем управління
Васильєв В.М. директор Інституту аеронавігації
Гудманян А.Г. директор Гуманітарного інституту
Запорожець О.І. в.о. директора Інституту екологічної безпеки
Зарубінська І.Б. проректор з міжнародних зв'язків
Матвеев В.В. директор Інституту економіки та менеджменту
Сопілко І.М. директор Юридичного інституту
Суслова Г.А. заступник директора інституту ІСАО
Фоменко А.М. директор Інституту міжнародних відносин
Філоненко С.Ф. директор Інституту інформаційно-діагностичних систем
Чемакіна О.В. в.о. директора Інституту аеропортів
Шмаров В.М. директор Аерокосмічного інституту
Юдін О.К. директор Інституту комп'ютерних інформаційних технологій

Секретаріат конференції:

Голова

секретаріату

Зайцев Ю.В. начальник відділу НТІ та ІВ

Члени секретаріату:

Газдюк Р.В. співробітник відділу НТІ та ІВ
Шепель О.Ю. співробітник відділу НТІ та ІВ
Рибалко О.Л. співробітник відділу НТІ та ІВ
Ільченко В.М. помічник проректора з наукової роботи
Корбут Л.А. начальник відділу науково-методичного забезпечення діяльності

ПЕРЕЛІК І ЗМІСТ ТОМІВ

ТОМ 1

- Секція 1.* Вимірювання, контроль, діагностика
- Секція 2.* Інформаційна безпека
- Секція 3.* Спеціалізовані комп'ютерні системи та CALS-технології в авіації
- Секція 4.* Новітні інформаційні технології в авіації
- Секція 5.* Комп'ютерні системи
- Секція 6.* Математичне моделювання та чисельні методи

ТОМ 2

- Секція 7.* Системи зв'язку навігації та спостереження
- Секція 8.* Організація та обслуговування повітряного руху
- Секція 9.* Дистанційно-пілотовані літальні апарати
- Секція 10.* Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси
- Секція 11.* Спеціальні телекомунікаційні системи
- Секція 12.* Авіаційна англійська мова та безпека польотів
- Секція 13.* Стан та перспективи розвитку авіоники

ТОМ 3

- Секція 14.* Енергетичне устаткування
- Секція 15.* Сучасні триботехнології в авіаційному та загальному машинобудуванні
- Секція 16.* Сучасні аеропортові технології
- Секція 17.* Сучасні технології підтримки льотної придатності повітряних суден
- Секція 18.* Автоматизація та енергозбереження на транспорті
- Секція 19.* Аеродинаміка та безпека польотів
- Секція 20.* Втома і руйнування авіаційних конструкцій

ТОМ 4

- Секція 21.* Автоматизовані системи управління технологічними процесами
- Секція 22.* Керування складними системами
- Секція 23.* Моделювання в електротехніці, електроніці та світлотехніці
- Секція 24.* Електроніка
- Секція 25.* Міське, промислове, цивільне та транспортне будівництво
- Секція 26.* Технічна естетика, архітектура та дизайн
- Секція 27.* Дистанційні аерокосмічні дослідження

ТОМ 5

- Секція 28.* Хімічна технологія та інженерія
- Секція 29.* Біотехнологія в авіації
- Секція 30.* Землеустрій, картографія та кадастр
- Секція 31.* Авіаційна хімотологія
- Секція 32.* Екологічна безпека

ТОМ 6

- Секція 33.* Економічні та управлінські бізнес-процеси розвитку авіаційних підприємств
- Секція 34.* Сучасна журналістика: соціальна місія і професія
- Секція 35.* Туризм
- Секція 36.* Інформаційно-правові засади міжнародних відносин
- Секція 37.* Міжнародні економічні відносини в умовах глобалізації
- Секція 38.* Міжнародно-правова регламентація повітряного простору
- Секція 39.* Мовна підготовка фахівців авіаційної галузі
- Секція 40.* Психологія безпечної експлуатації авіаційного транспорту
- Секція 41.* Людиновимірність авіації в глобалізованому світі

ЗМІСТ

Секція 21. Автоматизовані системи управління технологічними процесами

<i>О.К. Аблесімов</i> КОРЕГУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ	21.1
<i>Ш.И. Аскеров</i> ИНТЕГРИРОВАННЫЙ НАВИГАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	21.5
<i>О.П. Барановська</i> ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SILVERLIGHT ДЛЯ СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА	21.10
<i>М.О. Білий, В.М. Синєглазов</i> ИНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖ	21.14
<i>В.И. Каиматов</i> СПОСОБ ОБУЧЕНИЯ ПИЛОТА ПРОИЗВОЛЬНОМУ ПРОГРАММНОМУ УПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЕМ САМОЛЕТА	21.18
<i>А.П. Козлов</i> ПРИСТРІЙ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНОГО ЗБЛИЖЕННЯ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ	21.23
<i>А.В. Кульбака</i> АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА	21.27
<i>А.Ю. Лужецький, О.І. Чумаченко, О.С. Юрченко</i> ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ	21.31
<i>М.П. Мухіна</i> ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ КОРЕЛЯЦІЙНО- ЕКСТРЕМАЛЬНИХ НАВИГАЦІЙНИХ СИСТЕМ	21.35
<i>В.А. Осадчий</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОПТИМАЛЬНОГО РАСКРОЯ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	21.42
<i>И.Ю. Сергеев</i> ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЧАСТОТНЫЙ ДАТЧИК С НЕЛИНЕЙНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ	21.46

<i>А.М. Сільвестров, В.В. Пікотов, О.М. Скринник, К.В. Уманська</i> ПРЕДСТАВЛЕННЯ КУСКОВО - АНАЛІТИЧНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ АНАЛІТИЧНОЮ В УСЬОМУ ДІАПАЗОНІ	21.51
<i>Н.Ф. Тупицин</i> О НЕОБХОДИМОМ ОБЪЕМЕ И ФОРМЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ВНЕШНЕМУ ПИЛОТУ НА ЭКРАНЕ ТРЕНАЖЕРА	21.55
<i>В.Н. Федосенко, В.М. Синеглазов</i> ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	21.59
<i>Н.К. Филяшкин</i> НАВИГАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ПОВЫШЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	21.63
<i>В.В. Цілицький, В.М. Синеглазов</i> ЗАДАЧА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	21.68
<i>Е.И. Чумаченко, К.С. Муравская, М.В. Папирковский, А.С. Юрченко</i> СИНТЕЗ НЕЙРОСЕТЕЙ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ В ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ	21.73
<i>А.С. Юрченко</i> К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ РАСЧЕТОВ	21.77
<i>Л.В. Филипчук, В.М. Ильченко</i> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ рН ТА Ен ПРИ ОЧИЩЕННІ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ МЕТАЛОВМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	21.81
<i>В.Н. Белый</i> ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ	21.85
<i>Пашаев Ариф Мир Джалал оглы, Набиев Расим Насиб оглы, Султанов Валерий Зейнатдинович, Бабаев Гусейн Баба оглы</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЧЕТЫРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	21.89
<u>Секція 22. Керування складними системами</u>	
<i>В.Н. Азарсков, Д.Д. Грицак</i> ПРИБЛИЖЕННОЕ АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ И ДЛИНЫ	22.1

<i>В.В. Камішин</i> КЛАСИЧНІ КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ОЦІНЦІ РИЗИКУ-НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ГРУПОВОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ	22.5
<i>А.А. Тюгашев</i> НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АВИАКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	22.12
<i>V.N. Azarskov, L.S. Zhiteckii</i> MODERN CONTROL THEORY APPLIED TO INVENTORY CONTROL FOR A MANUFACTURING SYSTEM	22.16
<i>О.М. Ключко</i> ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ БІОЛІКІ ПРИ СТВОРЕННІ ГІБРИДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	22.26
<i>А.В. Гончаренко</i> HORIZONTAL FLIGHT FOR MAXIMAL DISTANCE AT PRESENCE OF CONFLICT BEHAVIOR (CONTROL) OF THE AIRCRAFT CONTROL SYSTEM ACTIVE ELEMENT	22.30
<i>В.Н. Азарсков, Д.В. Грищак, Д.Д. Грищак</i> АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВБЛИЗИ ВОЗМУЩАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ	22.34
<i>В.І. Богом'я</i> МЕТОД СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ	22.40
<i>Л.А. Давлетшина</i> ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ СИСТЕМ С ЛИНЕЙНЫМИ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ	22.44
<i>Л.А. Давлетшина</i> СИНТЕЗ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ПРИ ВОЗМУЩЕНИЯХ НА СКОЛЬЗЯЩЕМ РЕЖИМЕ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ	22.48
<i>Н.К. Печурин, Л.П. Кондратова, С.Н. Печурин</i> АНАЛОГОВЫЕ И ЦИФРОВЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ	22.52
<i>Є.В. Жук, С.М. Кадочніков, М.Л. Денисов, В.В. Юхачов, В.М. Тягур</i> БОРТОВИЙ ТРЕНАЖЕРНИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗІ УЧБОВОГО ЛІТАКА Л-39 ДЛІЯ ВПС УКРАЇНИ ТА СИСТЕМА КОЛІМАТОРНОЇ ІНДИКАЦІЇ ДЛІЯ ЛІТАКА АН-70	22.56

<i>М.І. Лихоліт, С.І. Черняк, О.І. Гринкін, О.І. Федюшин, В.М. Кальонов</i> ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ АВІАЦІЙНІ ПРИЛАДИ ЦІЛЕВКАЗУВАННЯ І ІНДИКАЦІЇ НА БАЗІ НСЦ «СУРА» («СУРА-І») ТА ПРИЦІЛИ ДЛЯ ВИНИЩУВАЛЬНО- ШТУРМОВОЇ АВІАЦІЇ	22.60
<i>О.А. Сущенко, А.А. Тунік</i> ВЕКТОРНА РОБАСТНА ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ІНЕРЦІАЛЬНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ НА РУХОМІЙ ОСНОВІ	22.64
<u>Секція 23. Моделювання в електротехніці, електроніці та світлотехніці</u>	
<i>А.Б. Зюзіна-Зінченко, Є.В. Ковальський</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ СВІТЛОДІЮДНИХ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ	23.1
<i>К.В. Киркач</i> ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ОПЕРАЦІЙНИМ МЕТОДОМ S-ПЕРЕТВОРЕНЬ	23.5
<i>А.В. Васильєв, В.В. Васильєв, Л.А. Симак</i> ОПЕРАЦИОННЫЕ АНАЛОГИ ИНТЕГРО- ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ДРОБНОГО ПОРЯДКА В МЕТОДЕ S-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	23.9
<i>О.В. Вишнівський, В.В. Борисенко</i> ВИПРОМІНЕННЯ ФОТОННОГО КРИСТАЛУ ЗІ СКЛАДНОЮ КРУГОВОЮ СТРУКТУРОЮ	23.13
<i>О.В. Вишнівський</i> СИНТЕЗАТОР ЗВУКОВОГО РЯДУ НА ОСНОВІ СТОХАСТИЧНОГО БАЗИСА	23.17
<i>Ю.Н. Тесля, А.Ю. Черный</i> ПРИЛОЖЕНИЕ ТЕОРИИ НЕСИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ	23.21
<u>Секція 24. Електроніка</u>	
<i>Н.С. Бедный, Е.М. Ключко</i> РАЗРАБОТКА НЕКОТОРЫХ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ	24.1
<i>Н.С. Бедный</i> ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ	24.5

<i>О.М. Ключко</i> ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ БІОЇНІКИ ПРИ СТВОРЕННІ ГІБРИДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	24.9
<i>О.М. Ключко, П.В. Білошицький, З.Ф. Ключко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЇ НА ОРГАНІЗМИ ВИСОТНИХ ФАКТОРІВ, ЇХ ДЕСТРУКТИВНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ СКЛАДОВИХ	24.14
<i>М.К. Байжуманов, А.А. Туякбаев, Д.А. Туякбаев</i> ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОП И КМОП ТРАНЗИСТОРОВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ	24.18
<i>Л.В. Сібрук, О.А. Басанський, Д.П. Бондаренко</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ СТАНДАРТУ DVB-T2	24.22
<i>Л.Я. Гльницький, О.А. Щербина</i> ЧОТИРЬОХЕЛЕМЕНТНА ВИМІРЮВАЛЬНА АНТЕНА ПОЛЯРИМЕТРА	24.26
<i>И.И. Овчарик, В.Ф. Лескин</i> ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ ДРАЙВЕР С КРУТЫМИ ФРОНТАМИ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА	24.30
<i>Л.В. Сібрук, О.В. Хомяк</i> ПОБУДОВА МОДЕЛІ ГЛАДКОЇ ПОВЕРХНІ (ЕТАЛОННОЇ МОДЕЛІ) ТА ЕФЕКТИВНИХ ВИСОТ АНТЕН	24.32
<i>А.Я. Белецкий, Е.А. Белецкий</i> ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧИ УОЛША	24.36
<i>К.І. Semenova, F.J. Yanovsky, I.V. Shelevytsky</i> FAST PROCESSING ALGORITHMS FOR FRONT-SIDE LOOKING SAR	24.40
<i>О.С. Semenova, F.J. Yanovsky</i> MODEL OF DEVICE FOR TIME-FREQUENCY ANALYSIS OF METEOROLOGICAL RADAR SIGNALS	24.45
<i>Э.Г. Азнакаев, Д.Э. Азнакаева, Д.Е. Мельников</i> ПРИМЕНЕНИЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ ДЛЯ МОДУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТОВ	24.50
<i>Пашаев Ариф Мир Джалал оглы, Набиев Расим Насиб оглы, Гараев Гадир Исахан оглы</i> О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННОГО СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ С МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ	24.54

Секція 25. Міське, промислове, цивільне та транспортне будівництво

<i>В.М. Першаков, К.М. Лисницька</i> РОЗРАХУНОК І ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ	25.1
<i>В.М. Першаков, Р.В. Кротов</i> КОНТРОЛЬ ШВИДКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ЯК ШЛЯХ ДО БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	25.5
<i>В.М. Першаков, Т.В. Близнюк</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРТОЛІТНИХ МАЙДАНЧИКІВ НА ДАХАХ БУДІВЕЛЬ	25.9
<i>Д.В. Бутенко, О.В. Степанчук</i> ПЕРСПЕКТИВНІ ПІДХОДИ ДО ПЛАНУВАННЯ ТА ЗАБУДОВИ МІСТ	25.13
<i>О.А. Луцик, О.В. Степанчук</i> АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ ОЧІКУВАННЯ ПАСАЖИРАМИ НА СТАНЦІЯХ МІСЬКОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В М. КИЄВІ	25.17
<i>О.В. Степанчук, С.Ю. Тімкіна, М.К. Родюк</i> АНАЛІЗ РОЗТАШУВННЯ ЗУПИНОК ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА МІСЬКИХ ДОРОГАХ	25.21
<i>А.О. Прозоровська, Д.Б. Васюкович, О.І. Пилипенко</i> ВИБІР ТИПУ ТРАНСПОРТНИХ РОЗВ'ЯЗОК І ВАРІАНТІВ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ НА НИХ	25.25
<i>А.О. Белятинський, А.В. Гулюк</i> ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ҐРУНТОВИХ СПОРУД	25.29
<i>В.С. Степура, І.Л. Рябуха</i> ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	25.32
<i>Г.Ф. Зеленкова</i> ОСНОВНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ ШТУЧНИХ БІТУМНИХ КОНГЛОМЕРАТІВ (ШБК)	25.36
<i>Г. Л. Ячник</i> ПРОБЛЕМА ФОРМУВАННЯ ГРОМАДСЬКО-ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ НА ПРИКЛАДІ ВУЛИЦЬ МІСТА КИЄВА	25.40
<i>О.В. Родченко</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО АЕРОПОРТУ	25.44
<i>О.І. Лапенко, П.С. Білокуров</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ КЛЕЙОВИХ СУМШЕЙ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ	25.48

<i>С.М. Скребнева, В.С. Юзюк</i> УДОСКОНАЛЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД АЕРОПОРТІВ	25.52
<i>М.В. Шмуйло, В.И. Колчунов</i> РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СОСТАВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ	25.56
<i>М.С. Барабаи, М.А. Ромашина, Ю.М. Лимар</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	25.60
<i>О.І. Оглобля, М.С. Маслов</i> УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ СУЧАСНИХ СПОРУД ЗАСТОСОВУЮЧИ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНІ БЕТОННІ ПУСТОТНІ ПЛИТИ БЕЗ ЗВИЧАЙНОГО АРМУВАННЯ	25.64
<i>М.Д. Князев, М.С. Барабаи</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ	25.68
<i>Н.А. Костыра, Я.В. Башинский, А.А. Роман</i> ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИЙ И ШУМА ОТ МЕТРОПОЛИТЕНА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	25.72
<i>Н.В. Усенко, І.А. Яковенко, В.І. Колчунов</i> К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДЕФОРМАЦИЙ РАСТЯЖЕНИЯ БЕТОНА ДЛЯ РАСЧЕТА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	25.76
<i>О.С. Крюкова</i> АНАЛІЗ ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СИЛОСНИХ КОРПУСІВ ТА ЇХ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ	25.79
<i>О.В. Фоменко</i> РАЗВИТИЕ ПРИДОРОЖНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АЭРОВОКЗАЛОВ	25.83
<u>Секція 26. Технічна естетика, архітектура та дизайн</u>	
<i>О.В. Чемакіна, І.А. Лисюк</i> ФАКТОРИ ТА УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЦЕНТРУ РЕЛАКСАЦІЇ В АЕРОПОРТУ	26.1
<i>О.В. Чемакіна, Г.Л. Ячник</i> КОМПОЗИЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГРОМАДСЬКО-ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ НА ПРИКЛАДІ ВУЛИЦЬ МІСТА КИЄВА	26.5
<i>О.А. Трошкіна</i> РІВНІ ВІЗУАЛЬНОГО СПРИЙНЯТТЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА	26.9

<i>Г.І. Болотов</i> ВПЛИВ ЕСТЕТИЧНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ ЗАМОВНИКА НА АРХІТЕКТУРНЕ РІШЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЖИТЛА	26.13
<i>Д.М. Льченко</i> МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ОЗЕЛЕНЕННЯ МІСТА З ВИКОРИСТАННЯМ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ	26.16
<i>О. Fetisov</i> SOCIAL AND ECOLOGICAL ASPECTS IN ARCHITECTURE DEVELOPMENT AS THE MAIN FACTORS AND PRECONDITIONS OF MODERN INDUSTRIAL HERITAGE PROBLEM	26.20
<i>О.В. Кравченко</i> МЕТОДИКА АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДКРИТИХ МІСЬКИХ ПРОСТОРІВ ВУГЛЕВИДОБУВУНИХ РЕГІОНІВ ДОНБАСУ	26.24
<i>О.А. Костюченко</i> ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПОЗИЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ЦЕНТРІВ МИСТЕЦТВА ТА НАУКИ	26.26
<i>М.В. Бутик</i> ПРИЙОМИ АРХІТЕКТУРНО-ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ АЕРОВОКЗАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ БЕЗПЕКИ ІСАО	26.30
<i>Ю.О. Дорошенко</i> МІЖПРОГРАМНИЙ ІНТЕРФЕЙС АРХІТЕКТУРНО- БУДІВЕЛЬНИХ САПР	26.33
<i>Л.М. Бармашина, А.О. Ненько</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АЕРОПОРТАХ	26.38
<i>Н.Ю. Авдєєва, В. Черепіна</i> МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В АРХІТЕКТУРІ	26.42
<i>Н.Ю. Авдєєва, М.Ю. Шелест</i> СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ХУДОЖНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ В АРХІТЕКТУРІ	26.47
<i>С.Г. Бібер</i> ВПЛИВ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ НА УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	26.51
<i>Н.Г. Семіроз</i> ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖІ ГЕЛПОРТІВ	26.55

<i>Н.К. Бут</i> ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРИТОРИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ	26.59
<i>Н.К. Бут, Ю.Д. Парфенюк</i> СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ ЯХТ –КЛУБІВ В УКРАЇНІ	26.63
<i>Ю.В. Соколова</i> АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ УНІВЕРСИТЕТІВ ТРАНСПОРТУ	26.66
<i>О.М. Власенко</i> АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ФАСАДІВ КАРКАСНО- МОНОЛІТНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ	26.70
<i>С.С. Кисіль</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ БАГАТОПОВЕРХОВИХ АВТОСТОЯНОК ІЗ УРАХУВАННЯМ ПОТРЕБ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ ФІЗИЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ	26.71
<i>В.В. Давиденко</i> ГУМАНІЗАЦІЯ ЖИТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА ТА АРХІТЕКТУРИ З УРАХУВАННЯМ СОЦІАЛЬНО- ПСИХОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ	26.75
<i>Т.Х. Жураєв, Н.М. Эгамов, К.К. Амонов</i> ДИЗАЙН-РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ	26.79
<i>Ю.М. Ковальов, В.В. Калашнікова</i> СТВОРЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОГО КОМФОРТУ ДЛЯ ЕЛІТНОГО, ДОСТУПНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЖИТЛА	26.83
<i>О.В. Кардаш</i> ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМОТВОРЕННЯ ДИЗАЙН- ОБ'ЄКТІВ ІНТЕР'ЄРУ З ВОЛОКНЯНИХ І ШКІРЯНИХ МАТЕРІАЛІВ	26.87
<i>І.О. Кузнецова, В.Л. Захарчук</i> ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУРИ ПРИРОДНИХ ФОРМ В ОБ'ЄКТАХ БІОДИЗАЙНУ	26.91
<i>І.О. Кузнецова, А.В. Лукашенко</i> ІШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ У ДИЗАЙНІ ОФІСНИХ ІНТЕР'ЄРІВ	26.94
<i>О.В. Кардаш, І.Г. Алексєєнко-Люта</i> ПРАКТИКА СИНТЕЗУ У ДИЗАЙНІ ІНТЕР'ЄРУ РЕСТОРАННИХ ЗАКЛАДІВ УКРАЇНИ	26.98
<i>Л.К. Єременко, О.М. Красовська</i> ЕКОЛОГІЧНЕ БУДІВНИЦТВО – СУТТЄВИЙ КРОК ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ	26.102

<i>Л.К. Єременко, К.О. Козійчук</i> МЕБЛІ З РОСЛИН ЯК ВАЖЛИВА ЧАСТИНА СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ДИЗАЙНУ В ІНТЕР'ЄРАХ	26.106
<i>С.О. Привольнева, І.В. Джереловська</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ У НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ	26.110
<i>А.А. Мараховський, Д.В., Хожай</i> ЛЮДИНА І ПОРЯДОК, ЛЮДИНА І ХАОС У ДИЗАЙН- ПРОЕКТУВАННІ	26.113
<i>А.А. Мараховський, І.Г. Алексєєнко-Люта</i> СИНТЕЗ ЯК ОСНОВА ВИНИКНЕННЯ ТИПОЛОГІЧНО НОВИХ СФЕР ТА НІШ У ДИЗАЙНІ	26.117
<i>Л.В. Обуховська, Ю.О. Оксенюк</i> ДИЗАЙН СКУЛЬПТУР ІЗ ВТОРИННИХ МАТЕРІАЛІВ: ТИПОЛОГІЯ, ФУНКЦІЇ, ТЕНДЕНЦІЇ	26.121
<i>Е.В. Обуховська, І.С. Захарова</i> ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ МАТЕРІАЛІВ У РОБОТАХ УКРАЇНСЬКИХ ДИЗАЙНЕРІВ	26.123
<i>В.А. Зеленкова</i> ДИЗАЙН ІНТЕР'ЄРІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ПРОСТОРІВ АЕРОВОКЗАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕМАТИКИ В СКЛАДНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ	26.125
<i>М.С. Авдєєва</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЖИТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЗА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЮ БУДІВЕЛЬНОЮ ПРОГРАМОЮ	26.129
<i>М.С. Авдєєва, О.О. Перфілова</i> ВИЗНАЧЕННЯ СУЧАСНОГО ПІДХОДУ ДО ФОРМУВАННЯ ШКІЛ У ЖИТЛОВІЙ ЗАБУДОВІ	26.134
<i>В.В. Михалевич</i> ЗАСТОСУВАННЯ ХУДОЖНЬО-ГРАФІЧНОГО МЕТОДУ В ПРОЕКТУВАННІ ШРИФТОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ	26.138
<i>О.В. Триколенко</i> ВИРОБИ У ВИГЛЯДІ ЛІНЗ З ГІРСЬКОГО КРИШТАЛЮ В СКЛАДІ ТРОЯНСЬКОГО СКАРБУ І ЯК ВІРОГІДНИЙ АТРИБУТ ДРЕВНІХ РИТУАЛІВ ЗАПАЛЮВАННЯ ВОГНЮ	26.142
<i>С. Т. Триколенко</i> ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА НА СЦЕНІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ОПЕРИ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ ВИСТАВИ	26.146
<i>О.В. Смирнова</i> ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПОВЫШЕННОЙ КОМФОРТНОСТИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АЭРОВОКЗАЛОВ	26.150

М.А. Вотинов

**ГУМАНИЗАЦИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ
АЭРОВОКЗАЛОВ**

26.155

Секція 27. Дистанційні аерокосмічні дослідження

Н.В. Чернецька, Л.С. Чубко

**АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ОРТОТРАНСФОРМУВАННЯ
КОСМІЧНОГО ЗНІМКУ QUICKBIRD РІЗНИМИ МЕТОДАМИ**

27.1

Л.М. Олещенко, О.О. Железняк

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПАСАЖИРСЬКО-
ТРАНСПОРТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ МЕГАПОЛІСА З ПРИЛЕГЛИМИ
ТЕРИТОРІЯМИ**

27.5

В.В. Бабий, В.И. Глуценко

МОДЕРНИЗАЦИЯ GNSS СИСТЕМ ДЛЯ НУЖД ГЕОДЕЗИИ

27.9

К.О. Радченко

**ВПЛИВ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ГРАВІТАЦІЙНОГО ПОЛЯ НА
ПОХОДЖЕННЯ РЕТРОГРАДНИХ СУПУТНИКІВ ПЛАНЕТ**

27.13

Л.С. Чубко, С.О. Ясенев

**ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ ДЛЯ ЗАДАЧ
ВЕЛИКОМАСШТАБНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ**

27.17

Л.В. Гебрин

**НЕОБХІДНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО
ЗОНДУВАННЯ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ
ПРОБЛЕМИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ**

27.21

О.О. Железняк, О.А. Рожок

**ВИКОРИСТАННЯ АНАЛІТИЧНОГО МАРКЕТИНГУ ДЛЯ
ВИДІЛЕННЯ РЕСУРСНИХ РАЙОНІВ ТОРГОВИХ ЦЕНТРІВ
РЕГІОНІВ**

27.25

О.С. Ніколаєнко, А.О. Микитенко

**ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАДАЧ
ЛОГІСТИКИ**

27.27

А.В. Шпак

**ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ ДЛЯ
КЛАСИФІКАЦІЇ ЛІСІВ ГІРСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ**

27.31

М.В. Акинин, А.А. Логинов, М.Б. Никифоров

**СПОСОБЫ ОПИСАНИЯ ТЕКСТУР В ЗАДАЧАХ ПОСТРОЕНИЯ
ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ**

27.36

Н.И. Лихолит, В.М. Тягур, Е.В. Харитоненко

**ИК-КАМЕРА КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ С
МИКРОБОЛОМЕТРИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ**

27.41

<i>С.А. Ворох, Н.И. Лихолит, Е.Б. Троицкий</i> МАЛОГАБАРИТНАЯ АСТРОИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ КА «МИКРОСАТ»	27.45
<i>Н.И. Лихолит, В.М. Тягун, Е.В. Харитоненко, В.Г. Колобродов</i> МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	27.52

КОРЕГУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ

Розглянуто умови можливого виникнення граничних циклів в нелінійних системах і способи їх запобігання.

Вступ і постановка задачі. Багато систем містять у своєму складі елементи, які описуються нелінійними рівняннями і мають суттєво нелінійні характеристики. Прикладом можуть служити елементи з характеристиками типу зона нечутливості, насичення (обмеження), ідеальне реле, петля гістерезису, реле з гістерезисом та ін. Система, до складу якої входить хоча б один подібний елемент, є нелінійною.

Головною особливістю нелінійних систем варто вважати можливість виникнення в них граничних циклів - періодичних незатухаючих коливань. При цьому амплітуда таких незатухаючих коливань не залежить ні від зовнішнього впливу, ні від початкових умов. У загальному випадку граничний цикл може бути не синусоїдальним.

У цьому зв'язку дослідження можливості виникнення граничних циклів у нелінійних системах стабілізації, визначення їхніх параметрів і аналіз стійкості, синтез коригувальних пристроїв, що виключає виникнення в нелінійній системі граничного циклу, становлять певний інтерес.

Рішення задачі. Розглянемо систему стабілізації, датчик кута якої не має помилки. Тому що до нелінійних систем не застосуємо принцип суперпозиції, то будемо розглядати систему, що перебуває лише під дією сигналу керування. При прийнятих обмеженнях структурна схема нелінійної системи стабілізації здобуває вид типової.

Після переходу в частотну область, одержуємо еквівалентну частотну передатну функцію лінійної складової системи стабілізації

$$W(j\omega) = \frac{k_G k_0 G_m}{\left[-(T_0 + T) \omega + j(1 + k_D k_0 D_m - T_0 T \omega^2) \right] \omega} \quad (1)$$

Застосуємо до нелінійного елемента метод гармонійної лінеаризації й знайдемо для нього в довідниках по автоматичі функцію, що описує [1,2]

$$W_f(a_m, \omega) = \frac{N_1 + jC_1}{a_m} = k - \frac{2k}{\pi} \left(\arcsin \frac{b}{a_m} + \frac{b}{a_m} \sqrt{1 - \frac{b^2}{a_m^2}} \right), \quad (2)$$

де b - ширина зони нечутливості; k - коефіцієнт посилення в лінійному режимі.

У замкнутій системі можна пророчити існування граничного циклу, якщо при деяких значеннях амплітуди a_{m0} й частоти ω_0 сигналу на вході

нелінійного елемента амплітудно-фазова частотна характеристика (АФЧХ) розімкнутого контуру буде дорівнювати

$$1 + W(j\omega)W_f(a_m, \omega) = 0. \quad (3)$$

Перепишемо рівняння (3) як

$$W(j\omega) = -\frac{1}{W_f(a_m, \omega)}. \quad (4)$$

Ліва частина рівняння (4) являє собою АФЧХ лінійної складової системи стабілізації. Права - зворотну АФЧХ нелінійного елемента, взяту з протилежним знаком. Параметри $W(j\omega)$ визначаються тільки частотою

вхідного сигналу і не залежать від його амплітуди. Параметри ж $\frac{-1}{W_f(a_m, \omega)}$,

навпаки, визначаються тільки амплітудою сигналу на вході нелінійного елемента і не залежать від його частоти.

Отже, якщо на комплексній площині побудувати графічні зображення

$$W(j\omega) \text{ й } \frac{-1}{W_f(a_m, \omega)},$$

те точка їхнього перетинання задовольнить вираженню (4). Знайдені значення амплітуди a_{m0} й частоти ω_0 визначають закон зміни граничного циклу.

При побудові графіка зворотної АФЧХ нелінійного елемента, візьмемо до уваги окремі випадки розрахунку його функції, що описує

$$W_f(a_m = b) = k - \frac{2k}{\pi}(\arcsin 1 + 1\sqrt{0}) = k - \frac{2k}{\pi} \cdot \frac{\pi}{2} = 0;$$

$$W_f(a_m \rightarrow \infty) = k - \frac{2k}{\pi}(\arcsin 0 + 0\sqrt{1}) = k.$$

Графічне зображення $\frac{-1}{W_f(a_m, \omega)}$ на комплексній площині являє собою пряму, яка збігається з негативним напрямком осі абсцис.

Максимальне значення, що рівне $\frac{-1}{k}$, зворотна АФЧХ досягає при $a_m \rightarrow \infty$.

На підставі частотної передатної функції (1) лінійної складової системи, знаходимо алгоритм розрахунку її АФЧХ

$$W(j\omega) = \frac{-k_c k_0 G_m (T_0 + T)}{(T_0 + T)^2 \omega^2 + (1 + k_p k_0 D_m - T_0 T \omega^2)^2} - j \frac{k_c k_0 G_m (1 + k_D k_0 D_m - T_0 T \omega^2)}{\left[(T_0 + T)^2 \omega^2 + (1 + k_p k_0 D_m - T_0 T \omega^2)^2 \right] \omega}. \quad (5)$$

Визначимо координату точки перетину $W(j\omega)$ і $\frac{-1}{W_f(a_m, \omega)}$.

Спочатку знаходимо з (5) частоту можливого граничного циклу

$$\psi_0 = \sqrt{\frac{1 + k_D k_0 D_m}{T_0 T}}.$$

Підставляючи значення ψ_0 в дійсну складову рівняння (5), знаходимо

$$P(\omega_0) = \frac{-k_G k_0 G_m T_0 T}{(T_0 + T)(1 + k_D k_0 D_m)}.$$

Граничний цикл буде можливий, якщо $\left| \frac{1}{k} \right| < P(\omega_0)$, тобто

$$k > \frac{(T_0 + T)(1 + k_D k_0 D_m)}{k_G k_0 G_m T_0 T}.$$

Амплітуду можливого граничного циклу a_{m0} знайдемо у відповідності з рівнянням (4), після підстановки в нього значень для $W(j\omega_0)$ і $W_f(a_m, \omega)$

$$\frac{-k_G k_0 G_m T_0 T}{(T_0 + T)(1 + k_D k_0 D_m)} = \frac{-1}{k - \frac{2k}{\pi} \left(\arcsin \frac{b}{a_m} + \frac{b}{a_m} \sqrt{1 - \frac{b^2}{a_m^2}} \right)}. \quad (6)$$

На практиці амплітуда визначається на підставі таблиць функції $W_f(a_m, \psi)$ для знайденого значення лівої частини рівняння (6) за наявності інформації про параметр b нелінійного елемента.

Відповідно до отриманих даних записуємо закон зміни можливого граничного циклу

$$\varphi_0(t) = -\varphi(t) = -a_{m0} \sin \omega_0 t.$$

У стійкому граничному циклі амплітуда коливань повертається до колишнього значення після своєї зміни, викликаній тим або іншим збурюванням. У протилежному випадку граничний цикл є нестійким. Якщо, наприклад, у нелінійній системі стабілізації можливий нестійкий граничний цикл, то при зменшенні амплітуди коливань за рахунок якого-небудь фактора ці коливання із часом загаснуть. І навпаки, якщо амплітуда коливань збільшиться, то вона буде необмежено зростати або в системі виникне новий граничний цикл із іншою амплітудою або частотою.

Стійкість граничного циклу може бути оцінена, наприклад, за допомогою критерію Гольдфарба [3]. У будь-якому випадку бажано уникати виникнення граничних циклів. Дане питання може бути вирішене введенням коригувальних контурів до складу регулятора нелінійної системи.

Позначимо передатну функцію коригувального контуру $W_{\text{кк}}(s)$. Застосовуючи до скоригованої нелінійної системи стабілізації метод функції, що описує можна записати

$$W_{\text{кк}}(j\omega)W(j\omega) = -\frac{1}{W_f(a_m, \omega)}.$$

Таким чином, частотна передатна функція лінійної частини

скоригованої системи визначиться твором частотних передатних функцій коригувального контуру і лінійної складової. Отже, АФЧХ лінійної частини скоригованої системи буде являти собою масштабовану АФЧХ її лінійної складової.

Коригувальний контур необхідно вибирати з такою частотною передатною функцією $W_{\text{кк}}(j\omega)$, щоб перешкодити перетинанню на комплексній площині зворотної АФЧХ нелінійного елемента і АФЧХ лінійної частини скоригованої системи.

Уведемо до складу нелінійної системи стабілізації коригувальний контур з коефіцієнтом підсилення $k_{\text{кк}}$.

Граничний цикл буде виключений, якщо координата точки перетинання скоректованої АФЧХ лінійної частини системи стабілізації $k_{\text{кк}}P(\omega_0)$ не перевищить максимальне значення зворотної АФЧХ нелінійного

елемента $\left| \frac{1}{k} \right|$:

$$\left| \frac{1}{k} \right| > \frac{k_{\text{кк}}k_Gk_0G_mT_0T}{(T_0 + T)(1 + k_Dk_0D_m)}.$$

З останньої нерівності знаходимо значення коефіцієнта підсилення коригувального контуру

$$k_{\text{кк}} < \frac{(T_0 + T)(1 + k_Dk_0D_m)}{kk_Gk_0G_mT_0T},$$

що забезпечує виключення виникнення граничного циклу.

Висновки:

Наявність нелінійностей у складі системи стабілізації приводить до можливості виникнення в системі періодичних незатухаючих коливань - граничних циклів.

Існування граничного циклу і його параметри можуть бути спрогнозовані на підставі аналізу АФЧХ лінійної складової системи й зворотної АФЧХ її нелінійного елемента, узятої зі знаком "мінус".

Введення до складу нелінійної системи стабілізації коригувальних контурів дозволить виключити можливість виникнення в системі граничного циклу.

Список літератури

1. Аблесімов О.К., Александров Є.Є., Александрова І.Є. Автоматичне керування рухомими об'єктами й технологічними процесами. - Харків: НТУ "ХП", 2008. - 443с.
2. Филипп Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. - М: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 616с.
3. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. -М.: Физматлит, 2004. - 464с.

Ш.И. Аскеров
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ НАВИГАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Разработан интегрированный навигационный комплекс беспилотного летательного аппарата, который состоит из бортовой и наземной части. Основной его особенностью является использование в качестве командно-управляющего блока контроллера «Arduino».

В настоящее время беспилотная авиационная техника широко используется как в гражданской, так и в военной областях. Одной из основных задач которую необходимо решать при проектировании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является разработка навигационных комплексов. Центральной идеей развития навигационного оборудования является функциональное информационное и аппаратурное объединение навигационных измерителей в интегрированный навигационный комплекс, который имеет более высокие характеристики точности, помехоустойчивости и надежности по определению навигационных параметров по сравнению с отдельными измерителями [1; 2].

В настоящей работе разработан комплекс, состоящий из бортового и наземного интегрированного оборудования, структурная схема которого показана на рис. 1.

Наземный комплекс состоит:

- пульт дистанционного управления со встроенным дисплеем по наблюдению за БПЛА в режиме LIVE VIEW за состоянием аппарата. Пульт дистанционного управления БПЛА предназначен для управления БПЛА как ручном режиме в пределах визуальной видимости, так и коррекции, а также подачи необходимых команд заранее программируемых через системы моделирования полета (СМП) т.е. программы планирования полета в персональном компьютере. Пульт дистанционного управления БПЛА также оснащен навесным экраном через канал телеметрии, в котором отражаются такие параметры полета: скорость, высота, угловое и пространственное, положение БПЛА, удаление от места взлета, а также состояние бортовых систем, включая силовые аккумуляторы. Канал приема и передачи телеметрии имеет программируемый блок обработки параметров, позволяющий вывести на экран отображение телеметрической информации;

- мобильный телефон для передачи и приема GSM команд по управлению, коррекции автономно выполняемых программ автоматического управления, а также определение GSM координат БПЛА относительно ретрансляторов;

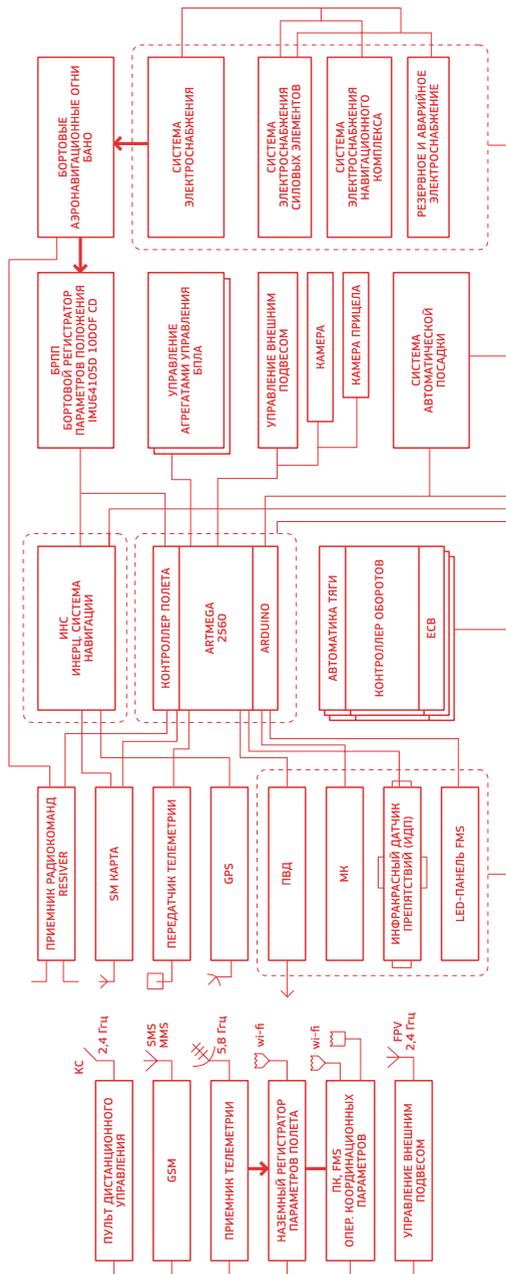


Рис. 1. Структурная схема интегрированного навигационного комплекса

- приемник сигналов телеметрии с возможностью отображения видеoinформации на дисплей с целью отображения систем и подсистем БПЛА с наложением онлайн видео панорам;
- блок управления и коррекции внешней подвеской;
- персональный компьютер для настройки и загрузки предполетной информации в СМП, а также коррекции параметров в процессе автономного полета через подсистемы;
- наземный регистратор параметров полета, позволяющий записывать и хранить как пилотажно-навигационную информацию, так и другую информацию, полученную с помощью телеметрии;
- видео очки для управления и оценки параметров полета;
- антенно-сигнальный комплекс для приема, передачи и связи с БПЛА.

Мобильный телефон (рис. 2) в данной схеме используется для участия в определении местоположения аппарата путем отправки GSM команд на GSM приемник который находится на борту БПЛА. Мобильный телефон в данной схеме выполняет функцию аварийного радиомаяка и определяет местоположение БПЛА относительно ретрансляторов антенн GSM. Кроме того имеется возможность корректировать параметры БПЛА, а также по команде SMS запустить функцию программы «возврат домой».

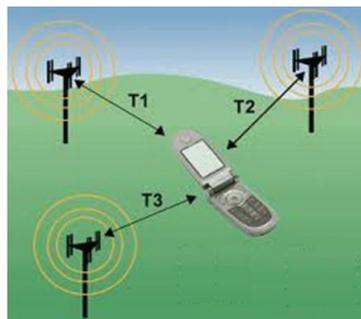


Рис. 2. Структурная схема мобильной связи GSM

Структурная схема бортового интегрированного навигационного комплекса показана на рис. 3.

В состав бортового интегрированного навигационного комплекса входят:

- плата процессора, на которой установлен центральный процессор, энкодер восьми входов PWM в PPM, аппаратный переключатель четырех основных каналов, обеспечивающий прямую коммутацию входов на выходы, минуя центральный процессор. Плата имеет LDO регулятор, обеспечивающий точное электропитание комплекта при подаче на его вход напряжения ровно 6 В (этот вход отмечен на плате надписью 6–12 В);
- плата сенсоров – на ней установлены гироскопы, акселерометр, барометрический альтиметр, микросхема памяти для записи полетных данных «черный ящик», реле с коммутируемым током до 2 А, отведено место под четыре делителя напряжения для реализации измерения напряжения (например контроль остаточного напряжения батарей) входы для подключения телеметрии и дополнительных датчиков, USB вход для перепрошивки и настройки;
- GPS модуль;
- приемник GPS;

- провод подключения GPS модуля;
- внешний 6,0 В источник на вход встроенного регулятора напряжения;
- модуль.

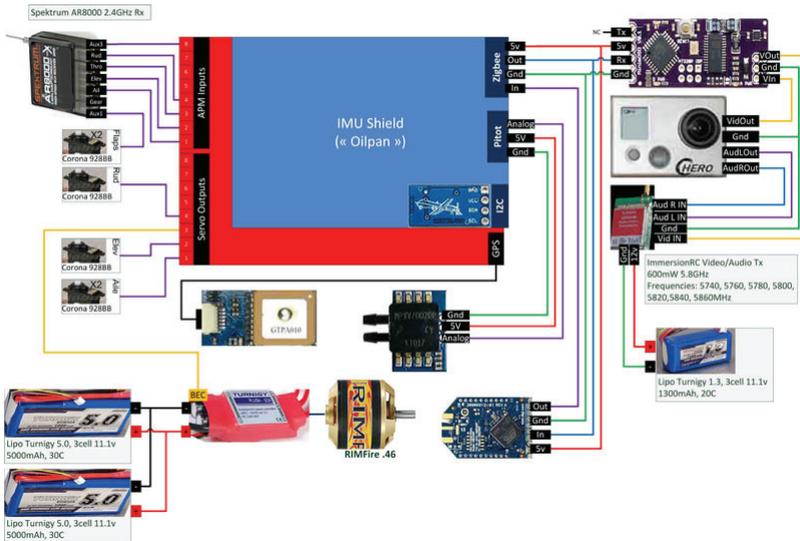


Рис. 3. Структурная схема бортового интегрированного навигационного комплекса

Основной особенностью данного интегрированного бортового навигационного комплекса является то, что в роли командно-управляющего блока использован контроллер «Arduino» как более универсальный и простой в программировании.

С помощью специальных плат расширения его можно обучить общению с другими устройствами по Wi-Fi, Bluetooth и GPRS, принимать SMS-сообщения и телефонные звонки. Встроенные библиотеки протоколов позволяют контроллеру «Arduino» общаться с сервоприводами и сенсорами, распространенными в современной робототехнике. Открытая архитектура программного и аппаратного обеспечения позволяет пользователям с легкостью настроить его под любые нужды.

Контроллер «Arduino» использует несколько упрощенный язык программирования, с которым легко освоиться даже начинающим пользователям. Контроллер представляет собой не просто микросхему, а плату с готовой схемой питания и интерфейсами для подключения к компьютеру, входным и выходным компонентам.

Контроллер «Arduino» дешевле не настолько, чтобы использовать его в серийном промышленном производстве (для этого лучше применять

отдельные чипы), но как раз настолько, чтобы любой изобретатель, дизайнер или программист, у которого есть оригинальная идея, мог приобрести контроллер и создать на его основе действующий прототип. При этом необходимо учесть, что для устранения помех и наводок, которые контроллер может ошибочно принять за управляющие сигналы, используются специальные схемотехнические решения.

Основной задачей командно-управляющего блока является управление по заранее заданной полетной программе через платы расширения периферийными блоками, датчиками и прочим оборудованием.

Выводы:

Предложена новая архитектура интегрированного навигационного комплекса БПЛА. Эксплуатация данного комплекса позволит повысить точность навигационной информации.

Список литературы

1. Захарін Ф. М. Алгоритмічне забезпечення інерціально-супутникових систем навігації / Ф. М. Захарін, В. М. Синеглазов, М. К. Філяшкін. К.: НАУ-Друк, 2011. – 320 с.
2. Ильюшко В. М. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик / В. М. Ильюшко, М. М. Митрахович, А. В. Самков и др. под общ. ред. В. И. Силкова. – К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2009. – 302 с.

*О.П. Барановська
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SILVERLIGHT ДЛЯ СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА

Розглянуто застосування технології Silverlight для створення функціонального тренажер.

Технологія Microsoft Silverlight – це бібліотека класів для створення інтернет-додатків з багатим інтерфейсом (Rich Internet Applications, RIA), що підтримують використання мультимедіа, графіки та анімації. Silverlight поставляється у вигляді розширення для веббраузера (розміром всього 5 Мбайт), що містить середовище виконання коду. Підтримуються платформи Microsoft Windows, Mac OS X, Linux і FreeBSD (для останніх потрібна розроблена спільно з компанією Novell версія Silverlight під назвою Moonlight). Підтримуються браузери Microsoft Internet Explorer 5.5 +, Safari, Opera і FireFox, Chrome.

Розробка Silverlight-додатків можлива в інтегрованому середовищі розробки програмних рішень Visual Studio починаючи з версії 9.0 з пакетом оновлень Service Pack 1, Microsoft Expression Design і Microsoft Expression Blend 3 + SketchFlow. Також потрібно завантаження і установка Microsoft Silverlight Software Development Kit.

Silverlight підтримує графічну модель, схожу з Windows Presentation Foundation, використовує мову XAML для опису інтерфейсів додатків і підтримує підмножину NET Framework.

Основна мета створення технології WPF це надати можливість розробникам створювати програми з сучасним інтерфейсом, будь-яких форм, колір, нестандартних елементів управління; при цьому розробники мали б у своєму арсеналі велику функціональність та легкість і водночас ефективність використанні графічного адаптера комп'ютера, Silverlight повністю підтримує висунуті ідеї Microsoft до Silverlight, але перенесені в інтернет для створення RIA-додатків.

Крім створення інтернет-додатків з багатим інтерфейсом, Silverlight підтримує відображення мультимедійних файлів у форматах WMV, WMA і MP3 через Windows Media Player, відповідний компонент ActiveX або розширення для веббраузера, крім цього забезпечується підтримка відео у форматі VC-1, H.264 і MP4, а також аудіо у форматі AAC. Структурну схему архітектури Silverlight показано на рисунку.

Як платформа, Silverlight складається з трьох основних компонентів: ядра представлення (Presentation Core), підмножини NET Framework for Silverlight (clr execution core) та компонентів для встановлення та оновлення.

Ядро представлення містить компоненти та сервіси, що підтримують інтерфейси користувача, взаємодію з користувачами, включаючи введення, набір компонентів для веб-додатків, засоби відтворення мультимедіа, управління цифровими правами і зв'язку з даними, а також підтримку графіки, включаючи векторну графіку, текст, анімацію та графічні зображення. Також сюди входить підтримка мови XAML для опису розташування елементів.

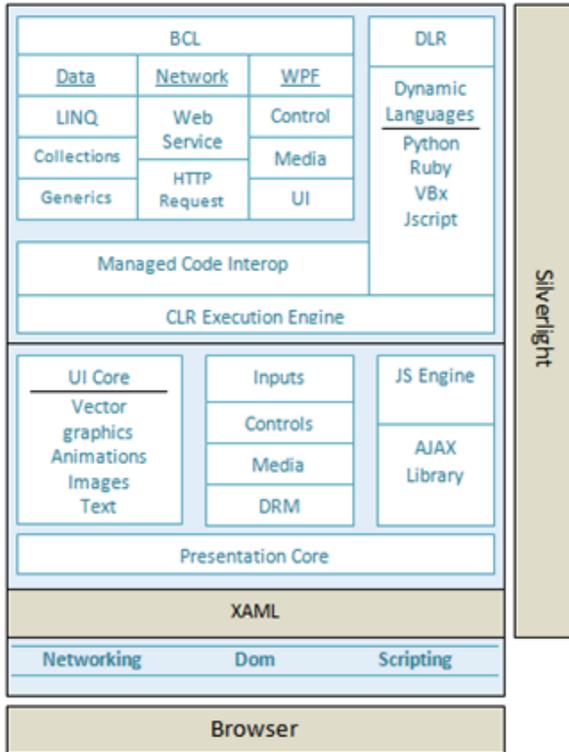


Рис 1. Архітектура Silverlight

Склад ядра представлення:

- компоненти введення – обробляють введення з таких пристроїв, як клавіатура і миша, діджітайзер та інші пристрої введення;
- засоби відтворення – забезпечують відображення векторної і растрової графіки, анімації і тексту;
- мультимедійні компоненти – відповідають за відтворення різних аудіо і відео файлів, таких як WMV і MP3;

- підтримка Deep Zoom – дозволяє збільшувати розміри зображень у високому дозволі;
 - набір інтерфейсних компонентів – підтримує налаштування із застосуванням стилів і шаблонів;
 - засоби розташування – відповідають за динамічне позиціонування інтерфейсних елементів;
 - засоби зв'язку з даними – підтримують зв'язок об'єктів даних з інтерфейсними елементами;
 - механізм DRM – забезпечує управління цифровими правами для мультимедійних файлів;
 - підтримка XAML – полягає в обробці розмітки на цій мові.
- Відмінності в технологіях Silverlight коротко зазначено в таблиці.

Таблиця 1.

Порівняння технологій створення RIA-додатків

Технології	Silverlight 4.0	Flex	Flash	Air	JavaFX
Основні характеристики					
OS	Windows MacOS Linux	Windows MacOS Linux	Windows MacOS Linux	Windows MacOS Linux	Windows MacOS Linux
Браузери	IE, Firefox, Safari, Chrome	IE, Firefox, Safari, Opera, Netscape, Chrome	IE, Firefox, Safari, Opera, Netscape, Chrome	-	IE, Firefox, Safari, Opera, Netscape, Chrome
Відкритий код	-	+/-	-	+/-	+
Розробка					
Мови програмування	XAML+ JavaScript/ CLS(C#, VB...)/DLR (Python)	MXML+ ActionScript	ActionScript	MXML/ ActionScript/ JavaScript/ HTML	JavaFX Script, Java platform (Java, Groovy...)
Data Binding	+	+	-	+	+
Декларативна мова розмітки	+	+	-	+	+
Змішування коду програми та розмітки	+	+	-	+	+
Code Behind	+	+	-	+	+
Інструментарій					

Інструментарій	Visual Studio, Microsoft Expression (Blend...), Notepad	Flex Builder, Thermo, Notepad...	Flash, Flash Develop, FDT	Flex Builder, Aptana Studio, Notepad...	NetBeans, Eclipse, JavaFX Pad, JFXBuilder, Notepad
WYSIWYG-редактори	Expression Blend	Flex Builder, Thermo	Flash	Flex Builder, Thermo, Flash	JFXBuilder
Платформи для розробки	Windows	Windows MacOS Linux	Windows MacOS	Windows MacOS Linux	Windows MacOS Linux
Вартість SDK	Безкоштовно	Безкоштовно	~\$699	Безкоштовно	Безкоштовно

Підмножина бібліотек .NET Framework являє собою набір класів для інтеграції даних, підтримки мережних комунікацій, збірки сміття, розширюваний набір Windows-компонентів, а також загальні класи для CLR. Деякі частини .NET Framework розгортаються разом з додатком. Ці бібліотеки не входять до складу Silverlight Runtime і поставляються в складі Silverlight SDK. Сюди відносяться бібліотеки підтримки нових інтерфейсних елементів, XLINQ, Syndication (RSS / Atom), XML-серіалізації і Dynamic Language Runtime (DLR).

Компоненти для встановлення та оновлення спрощують процес установки додатків і забезпечують їх автоматичне оновлення.

Технологія Silverlight може бути використана для створення функціонального тренажера/Для розробки функціонального тренажера можливо застосування і інших технологій, як схожих на технологію Silverlight, так і зовсім відмінних від неї (Adobe Flash, Adobe Flex, Adobe Air, Ajax, ActiveX, JavaFX, Google Gears, HTML 5.0).

Silverlight практично не поступається іншим технологіям (лише за деякими екзотичними рішеннями та технологіями). Проте головною перевагою Silverlight є доступ до величезної та потужної бібліотеки .Net(певної її частини), вдала архітектура, використання потужної мови програмування C#, використання єдиного середовища розробки, розгортання та тестування, використання єдиних технологій для підключення до баз даних; не всі зазначені вище технології для розробки RIA-додатків мають таке важливі аспекти для розробки і підтримки ПЗ.

Список літератури

1. Simon Whatley Rich Internet Applications – A Background
<http://www.simonwhatley.co.uk/rich-internet-applications-a-background>

2. Левашов А.Н. Опыт применения RIA в бизнесе
http://blog.altimaweb systems.com/wp-content/uploads/2009/06/ria_in_business-2009_text.pdf

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖ

Розглядається нейронні мережі у складі інформаційної системи як елемент штучного інтелекту. Наведено позитивні та негативні сторони використання нейронних мереж. Розглянуто основні аспекти структурно-параметричного синтезу. Наведено критерій ефективності функціонування нейронних мереж.

Вступ. Технологічний розвиток світу вже досягнув стану, коли є можливість впроваджувати елементу штучного інтелекту (ШІ) в повсякденне життя, а не тільки в наукових установах для рішення специфічних інженерних задач. Все більше інформаційних систем (ІС) використовуються людиною починаючи від звичайних додатків на персональних мобільних телефонів до великих багаторівневих клієнт-серверних систем працюючих на надпотужних мейнфреймах.

Одним із недоліків роботи цих програм є необхідність, як правило, застосовувати людський фактор для прийняття рішень. Недосконалість цього підходу проявляється в тому, що людина, в більшості випадків, приймає емоційні рішення та її не здатності врахувати багато зовнішніх факторів навколишнього фізичного та інформаційного світу.

На даний час розвинені держави і навіть великі корпорації намагаються розробити штучний інтелект, який, хоча б, проходив тест Тюрінга. Але здебільшого системи заточуються під відповідні задачі, такі як – пошук та розпізнавання людей та об'єктів у реальному часі на основі інформації із всіх доступних веб камер, системи автономного управління автомобілем, електронні перекладачі мови, різні агенті системи. Здебільшого вони працюють на основі різних модифікованих нейронних мереж (НМ), але є й інші математичні моделі.

Нейронна мережа як інтелектуальний елемент ІС. Популярність використання НМ основана на їхній здатності змоделювати майже будь-яку динамічну систему. Її можна налаштувати на необхідну реакцію в залежності від відповідного збуджувача. Система може без проблем видавати не тільки точні значення але й працювати в деякому допустимому інтервалі.

З математичної точки зору НМ – це багато параметрична нелінійна модель деякого процесу. З точки зору обчислювальної техніки НМ – це високо паралельна система. З точки зору кібернетики НМ – це система адаптивного управління.

Позитивними сторонами НМ є :

➤ Нейронні мережі не програмуються а навчаються. В більшості випадків розробники намагаються змоделювати стохастичний процес не маючи чіткої уяви про його алгоритм роботи. А здатність НМ навчатися дозволяє лише використовувати необхідні вхідні дані і відповідні вихідні;

- Здатність узагальнювати, абстрагувати, апроксимувати вхідні дані, тим самим дозволяючи працювати в деякому допустимому інтервалі, бути толерантним до помилок;
- Масовий паралелізм. Інформація оброблюється на паралельних вузлах мережі, використовуючи дані із сусідніх нейронів;
- Низьке енергоспоживання. Система працює лише якщо на неї подається вхідний вплив.

Негативною стороною лише є зростаюча не зрозумілість процесів в НМ зі збільшенням її складності.

Структурно-параметричний синтез НМ. Структурно-параметричний синтез – це процес, в результаті якого визначається структура об'єкта і знаходиться значення параметрів складових її елементів, таким чином, щоб були задоволені умови завдання на синтез. При розробці нейронних мереж можна виділити два основних етапи [1]:

- Структурний синтез – етап, на якому вибирається модель майбутньої НМ, її попередня структура та алгоритм навчання.
- Параметричний синтез – включає процес навчання нейронної мережі та перевірку отриманих результатів. В залежності від результатів перевірки приймається рішення про повернення на попередні стадії параметричного або навіть структурного синтезу.

Проектування НМ для ІС потрібно з визначення даних, якими оперує інформаційна система та людина або колектив, який приймає рішення (ОПР). Рекомендується вносити більше параметрів, які хоч якось будуть пов'язані з вхідними впливами для більшої точності вирішення задач.

Недостатня формалізованість описаних вище етапів призводить до виникнення у розробника нейронних мереж цілого ряду проблем. Так, на етапі структурного синтезу при виборі моделі нейронної мережі, її внутрішньої структури і алгоритму навчання доводиться витратити великі зусилля, звертаючись іноді навіть до допомоги більш досвідчених розробників. Проблемою на етапі параметричного синтезу стає обмеженість обчислювальних ресурсів при навчанні нейронної мережі. Справа в тому що, при вирішенні реальних завдань створюються нейронні мережі зі складною структурою, в зв'язку з чим їх навчання вимагає багато часу. Але не все так погано. Розробники, спираючись на свій багатий досвід, змогли запропонувати деякі нескладні методи, що дозволяють підвищити ефективність процесу навчання багатопшарових нейронних мереж при використанні методу зворотного поширення помилки. Як правило, навчання нейронної мережі відбувається до тих пір, поки її помилка не стане близькою до нуля. Це, як правило, призводить до значних витрат тимчасових ресурсів, оскільки іноді може виявитися цілком достатнім, щоб помилка навчання нейронної мережі не перевищувала деякого значення, набагато більше віддаленого від нуля. Повнота навчальної вибірки характеризує забезпеченість класів навчальними наборами. Вважається, що для кожного класу кількість навчальних наборів повинно хоча б в 3-5 разів перевершувати кількість ознак класу, використовуване в цих наборах.

Ідеальним вважається таке навчання, після якого нейронна мережа повністю повторює навчальну вибірку. Таке навчання є трудомістким, а в деяких випадках і просто неможливим. Це викликано тим, що різні класи в навчальній вибірці можуть мати схожі об'єкти, і чим їх буде більше, тим складніше належить процес навчання нейронної мережі.

Недоліки структурно-параметричного синтезу. Мабуть самим головним недоліком сучасних методів синтезу НМ є те що в них бере участь людина або визначені, структуровані алгоритми. Необхідно створити базу, елементарну структуру нейронної мережі, яка з часом сама зможе еволюціонувати в необхідному напрямку в залежності від стохастичних вхідних даних, відтворюючи природний розвиток організмів в поколіннях. Єдиним обмеженням повинні бути вихідні дані. Важливим аспектом розвитку НМ повинно бути зберігання знань від вхідного впливу.

В такому випадку розвиток (синтез) нейронної мережі обмежений лише точністю приймачів (датчиків) сигналів вхідного впливу.

Критерій ефективності функціонування нейромереж. Наявність очевидної взаємної залежності між складністю моделі, розмірами навчальної вибірки і результируючої узагальнюючої здатністю моделі на незалежних даних передбачає можливість визначення цієї залежності тим або іншим способом [2].

Іншими словами, для знаходження методу побудови ефективних нейронних мереж нам необхідно визначитися з можливими способами оцінки узагальнюючої здатності мережі P.

Існуючі оцінки можна умовно розділити на валідаційні і алгебраїчні. Валідаційні оцінки засновані на додатковому аналізі даних. Алгебраїчний спосіб побудови заснований на виконанні деяких припущень про розподіл даних.

Найпростішим випадком валідаційних оцінки є розбиття всієї доступної для навчання вибірки даних на навчальну та перевірочну вибірки. Навчальна вибірка використовується в процедурі навчання мережі, а перевірочна – тільки для обчислення середньоквадратичної помилки моделі. Тим не менш перевірочна вибірка є частиною процедури налаштування мережі, оскільки вона через значення помилки буде визначати вибір мережі. Даний підхід ефективний у разі, якщо є велика кількість прикладів, достатню для навчання двох наборів.

Вибір прикладів для перевірочного набору завжди буде суттєвим. Метод крос-валідації (КВ) припускає усереднення ефекту вибору певного перевірочного набору шляхом побудови і позмінного використання на всій доступній вибірці даних декількох піднаборів [3]. Весь набір розбивається на набір Q піднаборів S_j розміру V кожен, так що $N = QV$. Навчається на Q різних варіантів мережі, що реалізують оцінки $f_j(x, D)$ на всій вибірці, виключаючи почергові S_j .

Використання КВ передбачає навчання кожної з N додаткових нейронних мереж на N - 1 прикладах. Фактично це означає розширення

простору пошуку параметрів мережі в межах обраного класу топології мережі $A_i \subset A$

У статистиці відома залежність між очікуваною помилкою навчальної та тестової вибірки для лінійних моделей при середньоквадратичному визначенні помилки.

У разі нейронних мереж число вільних параметрів визначається архітектурою (числом шарів L , кількістю нейронів мережі γ і набором ваг зв'язків між нейронами мережі w). Передбачається, що дані вибірки D зашумлені незалежним стаціонарним шумом з нульовим середнім і дисперсією σ^2 .

Висновки

Використання штучного інтелекту в інформаційних системах є наступним кроком в інформаційному розвитку світу. Розглянуто нейромережу як інтелектуальний елемент інформаційної системи. Наведено приклади використання НМ з точки зору математики, обчислювальної техніки, кібернетики. Наведені етапи структурно-параметричного синтезу. Запропоновано нову ідею синтезу НМ. Наведено критерій ефективності функціонування НМ.

Список літератури

1. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – 2-е изд., стереотип.-М.: Горячая линия-Телеком, 2002.-382с.
2. Милов В.Р. Структурно-параметрическая оптимизация многослойных нейронных сетей // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2003. № 10 – 11. С. 3 – 9.
3. Нейрокомпьютеры в системах обработки сигналов. Кн. 9 / Под ред. Ю.В. Гуляева и А.И. Галушкина. М.: Радиотехника, 2003. 224 с.

*В.И. Кашматов, канд. техн. наук
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

СПОСОБ ОБУЧЕНИЯ ПИЛОТА ПРОИЗВОЛЬНОМУ ПРОГРАММНОМУ УПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЕМ САМОЛЕТА

В статье рассмотрена возможность использования квазипредметной системы управления для обучения пилота произвольному программному управлению движением самолета в существующей системе ручного управления.

Постановка проблемы произвольного программного управления в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. Полет воздушного судна при взлете, посадке и движении по маршруту по существу является цепью переходов из одного состояния движения в другое. Процесс управления на этих переходах реализует собой программу (рис.1) ликвидации начальных отклонений регулируемых величин от новых конечных значений по заданному закону.

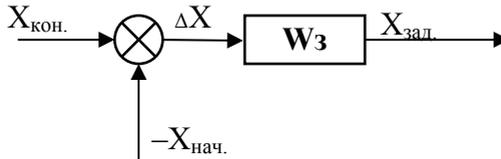


Рис.1 Функциональная схема формирования программы изменения заданного значения регулируемой величины:

$X_{кон.}$ - конечное значение регулируемой величины;
 $X_{нач.}$ - начальное значение регулируемой величины;
 $X_{зад.}$ - заданное значение регулируемой величины;
 ΔX - отклонение конечного значения регулируемой величины от начального значения;
 W_3 - передаточная функция формирователя программы изменения заданного значения регулируемой величины.

Отличительной чертой автоматического управления на этих переходах является управление траекторией движения по заранее известной жесткой программе. При ручном управлении используется способность пилота формировать программу движения в конкретной ситуации по своему желанию т. е. произвольно. Поэтому ручное управление в этом случае можно назвать произвольным программным управлением.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение проблемы произвольного программного управления. Выделение нерешенной части этой проблемы, которой посвящается данная статья.

Известны автоматические системы программного управления (рис.2), которые построены на базе следящей системы, у которой задающее

воздействие изменяется по заранее известной программе. Недостатком автоматических систем программного управления кроме жесткости программ является наличие динамических ошибок при обработке следящей системой этих программ. Они устраняются применением следящих систем, инвариантных по задающему воздействию. Характерной особенностью этой инвариантной системы является наличие в ней форсирующего звена с обратной передаточной функцией объекта управления. Благодаря этому звену регулируемая величина без ошибок воспроизводит задающее воздействие [1].

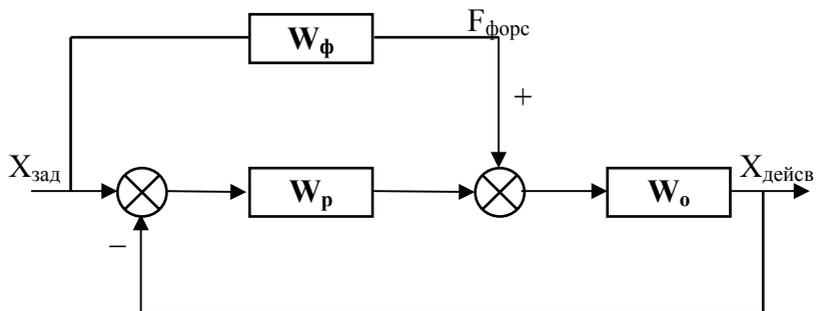


Рис. 2 Функциональная схема автоматической комбинированной следящей системы, инвариантной по задающему воздействию

W_p - передаточная функция регулятора

W_o - передаточная функция объекта управления

W_ϕ - передаточная функция форсирующего устройства

$X_{зад}$ - заданное значение регулируемой величины

$X_{действ}$ - действительное значение регулируемой величины

$F_{форс}$ - форсирующее воздействие

Обычно пилоты реализуют способ программного управления с обратной связью (рис.3), не создают форсирующих управляющих воздействий и используют задающее воздействие, созданное автоматом.

Этот способ не требует знания динамики объекта управления, его проще реализовать. Для этого необходимо реагировать на разность действительной регулируемой величины и задающего воздействия.

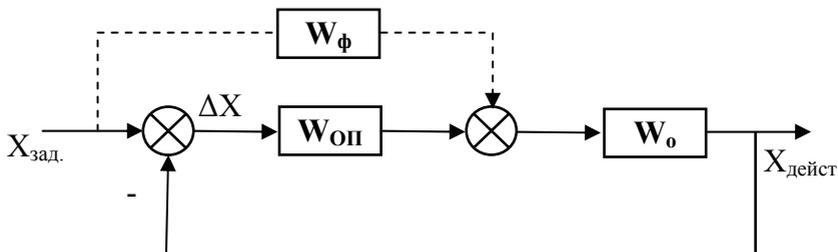


Рис.3. Функциональная схема ручной системы программного управления.

$X_{\text{зад}}$ – задающее воздействие с произвольной программой изменения .

$X_{\text{действ}}$ - действительное значение регулируемой величины.

ΔX – ошибка управления,

$W_{\text{оп}}$ - передаточная функция оператора по ошибке управления.

$W_{\text{ф}}$ - передаточная функция отсутствующего форсирующего воздействия оператора.

W_o – передаточная функция объекта управления.

Однако замкнутый контур ручной системы при обработке задающего воздействия, формируемого автоматом, создает динамические ошибки и при большой чувствительности пилота к этой разности может стать неустойчивым. При малой чувствительности возрастает время отработки и ухудшается точность управления.

В ручной системе программного управления (рис.4) функции программирующего и форсирующего звеньев должен выполнять пилот.

Для выполнения функций программирующего и форсирующего звеньев пилоту необходимо знать динамику объекта управления и уметь создавать задающее и форсирующие управляющие воздействия, обеспечивающие желаемое изменение регулируемой величины. Такие знания и умения при использовании существующей системы ручного управления формируются в результате большого опыта работы.

Желательно ускорить процесс формирования пилотом знаний динамики объекта и умений точного произвольного программного управления.

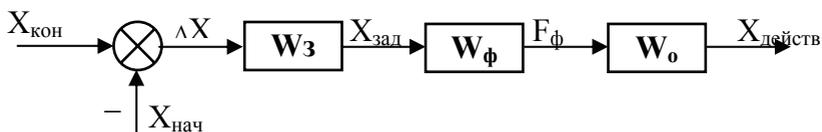


Рис. 4.Функциональная схема ручной системы произвольного программного управления.

W_o - передаточная функция объекта управления.

$W_з$ $W_{\text{ф}}$ – передаточные функции программирующего и форсирующего звеньев пилота.

$X_{\text{кон}}$ - конечное значение регулируемой величины

$X_{\text{нач}}$ - начальное значение регулируемой величины

$X_{\text{зад}}$ - заданное значение регулируемой величины

ΔX - отклонение конечного значения регулируемой величины от начального значения

$X_{\text{действ}}$ - действительное значение регулируемой величины

Изложение основного материала исследований с обоснованием полученных научных результатов. Суть метода поиска форсирующего управляющего воздействия для ручной системы, представленной на рис.4 состоит в нахождении обратной передаточной функции объекта управления

$W_{\phi} = \frac{1}{W_0}$, задании на ее вход заданного изменения регулируемой величины

и в получении на выходе требуемого форсирующего управляющего воздействия.

Построить обратную передаточную функцию объекта техническими средствами не представляется возможным из-за необходимости определения производных высокого порядка, имеющих в знаменателе передаточной функции объекта.

Вместо этого можно построить прямую передаточную функцию в виде физической модели объекта, у которой на входе будет форсирующее управляющее воздействие, а на выходе заданное значение регулируемой величины, и вложить эту модель в руку пилота, т.е. реализовать квазипредметную систему управления (рис.5). В настоящее время разработан квазипредметный способ произвольного программного управления. Этот способ использует способность пилота управлять предметами различной динамики, находящимися в его руке, по произвольной программе, используя свое двигательное чувство (кинестезию). Предложены новые пульт и система ручного управления, реализующие этот способ[2].

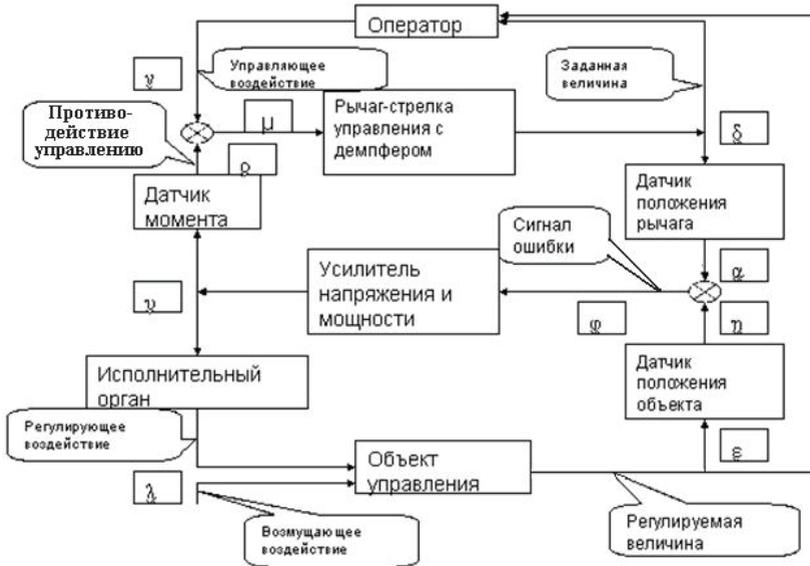


Рис. 5 Функциональная схема квазипредметной системы управления

В квазипредметной системе физическая модель объекта реализуется в виде рукоятки (рычага-стрелки) управления, создающей с помощью датчика момента, сопротивление ее движению, пропорциональное обратной передаточной функции объекта. Далее необходимо предложить пилоту

воспроизводить рукояткой желаемое изменение заданной величины объекта, изменяя ее положение в пространстве.

Для нахождения форсирующего управляющего воздействия на объект надо записать управляющее воздействие пилота на рукоятку, моделирующую динамику объекта в квазипредметной системе, и, так как оно пропорционально форсирующему воздействию на объект, воспроизвести его при дистанционном управлении объектом посредством существующей ручной системы.

Вывод

Применяя физическую модель динамики объекта в квазипредметной системе управления как средство обучения произвольному программному способу управления с форсирующим управляющим воздействием, можно значительно ускорить процесс обучения и повысить качество произвольного программного управления движением самолета существующей системой ручного управления.

Список литературы

1. Бессекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. - М.: Изд-во «Наука». Гл. ред. Физико-математической литературы, 1975.- 768 с.
2. Патент 2128600 РФ, МКИ В 64С 13/04. Пульт, система и способ ручного управления и стабилизации регулируемой величины движения летательного аппарата. Заявл. 15.08.95; Опубл. 10.04.99. Бюл. № 10.

ПРИСТРІЙ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНОГО ЗБЛИЖЕННЯ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

Показано необхідність вимірювання дистанції між рухомими об'єктами. Наведено короткий огляд існуючих пристроїв. Пропонується пристрій вимірювання дистанції, що побудований на електросмнісним принципі. Розглядається система електродів ємнісного перетворювача, розміщення електродів на рухомому об'єкті. Дається аналіз властивостей електромагнітного поля, сформованого системою електродів. Наведено структурну схему вимірювача, розглядається її функціонування.

Кожні два роки в Україні у дорожніх транспортних пригодах (ДТП) гине українських громадян більше, ніж за всю афганську війну загинуло громадян у СРСР. Це - наїзди на пішоходів, зіткнення транспортних засобів, грубі порушення правил дорожнього руху. Для зменшення кількості аварій необхідно запровадити пристрій попередження небезпечного зближення об'єктів, що надасть водієві інформацію про перешкоду попереду і дасть час зорієнтуватись і уникнути ДТП. Але реакція водія - це час із моменту одержання водієм інформації до початку відповідної дії (керування). Загальний час реакції, включаючи час на сприйняття сигналу на гальмування, може коливатися в межах 0,45...5 с - залежно від досвіду й індивідуальних особливостей водія . Цей час може бути критичним. Тому необхідно застосувати автоматичну систему аварійного гальмування, яка повинна мати необхідну для управління інформацію про дистанцію до перешкоди. Отже, необхідна розробка технічних засобів, за допомогою яких можна одержати інформацію про дистанцію до перешкоди.

Огляд і аналіз існуючих технічних засобів вимірювання дистанції між об'єктами показав, що на сьогодні існують багато систем попередження небезпечного зближення рухомих наземних об'єктів.

Паркувальний радар, відомий як, Акустична Паркувальна Система (АПС), парктронік - ультразвуковий датчик паркування - допоміжна паркувальна система, що встановлюється на деяких автомобілях. Система BLIS: камери, встановлені під дзеркалами, бачать об'єкти в «мертвій зоні» і попереджають водія про безпеку миготінням червоних світлодіодів

Компанія Volvo пропонує водієві найпередовіші рішення, що полегшують керування автомобілем. Що стосується технологічних новинок, то тут все зроблено для того, щоб водій відчув зручність керування автомобілем. Система виявлення пішоходів з функцією автоматичного гальмування представляє собою справжній прорив в галузі активних систем безпеки. Завдяки цій технології, автомобіль може вчасно виявити пішохода, що проходить по дорозі перед автомобілем, та попередити водія. Якщо водій вчасно не реагує на попередження, система проводить гальмування в автоматичному режимі. Система здатна виявити пішохода, попередити водія

та самостійно зупинити автомобіль. Але методи, на яких побудовано ці пристрої, не завжди забезпечують потрібні параметри роботи. Існують такі методи вимірювання дистанції: акустичний, радіотехнічний, оптичний, лазерний, іонізаційний. Ці методи відносяться до локаційних методів. Наприклад, ультразвуковий напівпровідниковий далекомір дозволяє вимірювати відстані з похибкою не більше 0,5% в діапазоні 0,2 ... 2 м. При дощі чи снігопаді можливість спостереження повністю виключається

Найбільш прийнятний для вимірювання потрібних дистанцій є, на наш погляд, ємнісний метод вимірювання. Ємнісний метод вимірювання відстані використовує залежність зміни електричної ємності між розташованими на рухомому об'єкті пластинами конденсатора (випромінюючого та приймального електродів). У загальному випадку ємність змінюється при внесенні в електромагнітне поле такого конденсатора будь-яких об'єктів, електричні властивості яких відрізняються від електричних властивостей середовища, в якому утворено електромагнітне поле конденсатора. Вимір відстані ємнісним методом зводиться до вимірювання ємності між приймальним і випромінюючим електродами ємнісного перетворювача.

Система електродів, розташованих на корпусі рухомого об'єкта, утворює певну форму електромагнітного поля. При появі в просторі дії електромагнітного поля стороннього фізичного тіла, електричні властивості яких відрізняються від електричних властивостей середовища, відбувається зміна конфігурації поля і перерозподіл потоків електростатичної індукції. Це, у свою чергу, змінює ємності між відповідними частинами площин електродів.

Виходячи з вищевикладеного можна зробити висновок про можливість застосування такого пристрою для вирішення поставленої задачі. Пропонується систему електродів електроємнісного вимірювача дистанції побудувати наступним чином (рис.1).

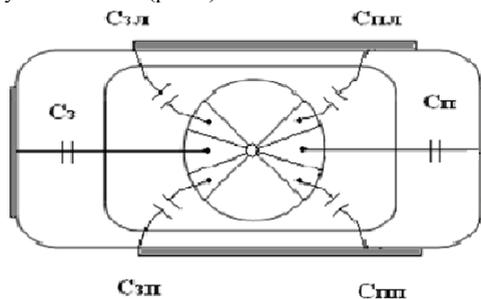


Рис.1 Розміщення системи електродів ємнісного перетворювача на рухомому об'єкті

Високопотенційні електроди в системі розташовані на передньому і задньому бамперах і на бічних поверхнях в нижній частині автомобіля. Приймальний електрод у вигляді диска розміщений на верхній поверхні автомобіля, він складається з чотирьох однакових секторів: передній, задній, правий і лівий. Для виділення переднього сектора електростатичного поля, утвореного такою системою електродів, який несе корисну інформацію,

передній і задній сектори розділені на три рівні частини. Таким чином отримуємо комплекс ємностей: $C_{п}$ – ємність між переднім випромінюючим і переднім сектором, $C_{з}$ – ємність між заднім випромінюючим і заднім сектором, $C_{пн}$ – ємність між правим боковим випромінюючим і відповідним правим сектором переднього приймального електрода, $C_{пл}$ – ємність між лівим боковим випромінюючим і відповідно лівим сектором переднього приймального електрода, $C_{зл}$ – ємність між лівим боковим випромінюючим і відповідно лівим сектором заднього приймального електрода, $C_{зп}$ – ємність між правим боковим випромінюючим і правим сектором заднього приймального електрода.

Виходячи з аналізу змін конфігурації електромагнітного поля пропонуємої системи електродів можна полагати, що поява в передньому секторі поля фізичного тіла (автомобіль, пішоход, купа ґрунту, навіть яма) приведе до зміни ємності $C_{п}$

Структурна схема пристрою представляє собою багатоканальний трансформаторний міст з автоматичним зрівноважуванням (рис. 2). Система електродів має високопотенційний електрод, що складається з 2-х пластин, розміщених на передньому, задньому бамперах та 2-х бічних пластин, електричне з'єднаних між собою, (на рисунку представлені у вигляді кільця) і шести низькопотенціальних електродів що являють собою сектори круглого диску.

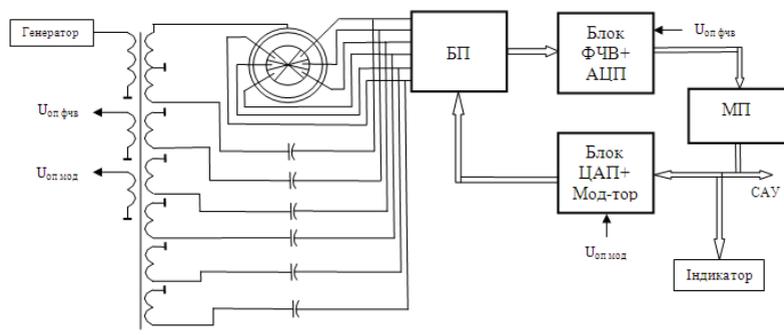


Рис.2. Структурна схема пристрою попередження небезпечного зближення рухомих об'єктів

Схема мосту складається відповідно з шести каналів, які мають один спільний елемент (плече обмотка трансформатора) та шістьох елементів із змінним параметром - $C_{п}$, $C_{з}$, $C_{пн}$, $C_{пл}$, $C_{зл}$, $C_{зп}$. Блок опорних зрівноважуючих конденсаторів служить для початкового налагодження кожного з каналів мосту. Вимірювальна схема налагоджується зрівноважуючими ємностями при відсутності будь-яких об'єктів в зоні створеного електродами електромагнітного поля, в результаті чого ємності переднього і заднього електродів, а також бокових передніх та бокових задніх повинні бути рівними. Таким чином при появі стороннього об'єкту в зоні утвореного

електромагнітного поля буде виникати перерозподіл потоків електростатичної індукції, що призводить до зміни ємностей.

Блок вхідних підсилювачів БП призначений для узгодження мостової схеми, яка має досить великий внутрішній опір, з блоком фазочувливих випрямлячів та аналогово-цифрових перетворювачів (Блок ФЧВ+АЦП). При зміні величини ємності сигнал розбалансу поступає через ФЧВ в АЦП, цифровий сигнал якого подається далі в локальний мікропроцесор МП.

Різниця $\Delta_{c1} = C_{п} - C_{з}$ несе інформацію про появу рухомого об'єкту попереду чи ззаду. Різниця $\Delta_{c2} = C_{пл} - C_{пн}$ несе інформацію про несиметричність положення об'єкту, що знаходиться попереду. Різниця $\Delta_{c3} = C_{зл} - C_{зп}$ несе інформацію про несиметричність положення об'єкту, що знаходиться ззаду. Ці сигнали різниць оброблюються в МП і подаються в блок цифроаналогових перетворювачів та модуляторів (ЦАП+Мод). Сигнал з модулятора подається на вхідний підсилювач і компенсує сигнал розбалансу. З виходів МП сигнали розбалансів подаються на індикатор водію. Таким чином водій може дати оцінку положенню стороннього об'єкту відносно свого автомобіля.

Інформацію про зміни вищеозначених ємностей, що в цифровому вигляді з'являються на виході МП, можна використати для систем автоматичного управління (САУ) рухом автомобіля.

Впровадження розробленого пристрою на вітчизняних автомобілях дозволить значно зменшити кількість аварій, тому що водій буде одержувати швидко і точну інформацію про навколишню ситуацію. Необхідність впровадження розробленого пристрою на вітчизняних автомобілях буде зумовлена більш низкою ціною цього обладнання. У теперішній час вітчизняних автомобілі такого обладнання не мають. Подальший розвиток у напрямку автоматизації керування рухом автомобілів буде більш можливим з використанням розглянутого пристрою.

А.В. Кульбака
(Национальный Авиационный Университет, Украина, г. Киев)

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА

Разработана система автоматизированного проектирования ветроэнергетических установок с вертикальной осью вращения ротора. Предложен подход к определению оптимальных геометрических параметров ротора.

Ветроэнергетические ресурсы возникают на Земле при неравномерном нагревании ее поверхности Солнцем. В продолжение дня воздух над большими водными поверхностями остается сравнительно холодным, так как большая часть энергии солнечного излучения тратится на испарение воды или же поглощается ею. Над сушей воздух нагревается в продолжение дня больше, он расширяется, становится легче и поднимается вверх. Его заменяет более плотный холодный воздух, расположенный над водой. Так в прибрежной зоне возникают бризы [1].

По принципу действия вертикально-осевые ветроэнергетические установки можно разделить на две группы [5], в которых для создания момента вращения используются:

– различие в сопротивлении лопастей при их движении по ветру и против ветра;

– подъемная сила лопастей.

К первой группе относятся:

- 1) ротор пластинчатый;
- 2) ротор чашечный;
- 3) ветротурбина Лафонда;
- 4) ротор Савониуса замкнутый, щелевой;
- 5) ротор Савониуса с диффузором.

Ветроагрегаты такого типа обладают большим начальным крутящим моментом, но меньшей быстроходностью и мощностью по сравнению с горизонтально-осевыми ветроэнергетическими установками пропеллерного типа.

Ко второй группе относятся:

- 1) ротор Дарье Ф-образный с замкнутыми лопастями;
- 2) ротор Дарье Δ-образный с наклонными лопастями;
- 3) ротор Дарье H-образный с прямыми лопастями;
- 4) ротор Дарье V-образный с наклонными лопастями;
- 5) ротор Дарье с изменяемым углом установки лопасти;
- 6) ротор Дарье с гибкими лопастями.

Эти турбины способны преобразовывать подъемную силу в положительный момент вращения, если их лопасти движутся довольно быстро по сравнению с набегающим потоком. Именно роторы Дарье составляют

реальную конкуренцию горизонтально-осевым ветроэнергетическим установкам пропеллерного типа.

Структура системы автоматизированного проектирования включает в себя такие блоки:

– расчета аэродинамики ротора по следующим входным данным, приведенным в табл. 1 и дополнительным параметрам: $V_{\text{ср. год}}$ – среднегодовая скорость ветра; N_n – номинальная мощность; $M_{\text{ТР}} \leq M_{\text{ТРзад}}$ – момент трогания; i_n – число лопастей ветроколеса

Таблица 1

Перечень входных данных системы автоматизированного проектирования

Наименование параметра	Обозначение в формуле	Пример значений
Число шагов при численном интегрировании по углу	n_θ	3–360
Относительная хорда профиля в долях наружного радиуса ветроколеса	\bar{b}	0,08
Коэффициент изменения хорды профиля	k_b	1,1
Число точек вспомогательной быстроходности	$n_{\text{всп}}$	3–11
Начальное значение вспомогательной быстроходности	z_{bH}	1,05
Конечное значение вспомогательной быстроходности	z_{bk}	12,05
Коэффициент абсциссы рабочей точки	k_z	0,25
КПД электрический	$\eta_{\text{эл}}$	0,6
КПД механический	$\eta_{\text{м}}$	0,9
Плотность воздуха	ρ	1,2
Относительная величина половины высоты ветроколеса в долях радиуса	\bar{h}	1,5
Количество шагов при численном интегрировании по высоте лопасти	n_z	4–20
Угол наклона лопастей – для варианта прямых наклонных лопастей	δ	15°
Задаваемое малое положительное число	ε	0,001

– расчета геометрических параметров ротора, который осуществляется на основании аэродинамических расчетов, согласно входным данным табл. 1 производятся решения многокритериальной оптимизационной задачи по выбору. Для решения поставленной оптимизационной задачи зададимся высотой лопасти, а на остальные параметры наложены ограничения: $b_{\text{min}} \leq b \leq b_{\text{max}}$ – длина хорды лопасти, $D_{\text{min}} \leq D \leq D_{\text{max}}$ – диаметр, $n_{\text{min}} \leq n \leq n_{\text{max}}$ – количество лопастей, $p = (p_1, p_2, \dots, p_k)$, где p_i ($i = 1 \dots k$) – вид профиля лопасти. Для каждого из этих параметров задается шаг: $\Delta b, \Delta D, \Delta n$. С помощью дискретного перебора результатов расчёта выбираются те

геометрические параметры, при которых достигается максимальная мощность N [7];

- выбора, компоновки и расчета конструкции композиционного материала ротора по определенным во втором блоке значениям геометрических параметров. Решение задачи выбора, компоновки и расчета конструкции композиционного материала ротора осуществляется конструктором в интерактивном режиме;

- прочностного расчета для выбранной конструкции ротора, определенных геометрических параметров лопастей и выбранных: компоновки и конструкции композиционного материала;

- синтеза трехмерного изображения ветростанции и формирования чертежей элементов конструкции ротора. Задача формирования чертежей производится с использованием системы автоматизированного проектирования UNIGRAFICS.

Главным критерием работы системы автоматизированного проектирования является выполнение требований заданной мощности, минимизации момента трогания, выполнение условий прочности при минимальной стоимости ротора вращения.

Рассмотрены реальные станции и проведено сравнение их указанных мощностей с рассчитанными мощностями и пусковым моментом согласно методике. Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение реальных станций и их указанных мощностей с рассчитанными мощностями и пусковым моментом согласно методике

Название	Указанная мощность	Мощность	Пусковой момент
U-Lift-1kW	1000	1010	123
WindGen-1000	1000	1000	162
WK 18-20	1320	1351	197
Carbon	2500	2499	70
WK 32-20	2260	2240	250
FDM 5kW	5000	5007	75
U-FDM 6kW	6000	6006	152
A 10K	10000	10009	105
AV-R4	12000	12017	183
Eurowind 19kW	19000	19004	117
Vata H20	20000	20019	90
Westa 30	30000	30022	39
Enecom 50kW	50000	50690	27
Heos H50	50000	50141	19

Выводы:

Энергия ветра – это бесконечный потенциал бесплатной энергии независимо от импортных энергоносителей. Развитие технологий позволяет постоянно совершенствовать конструкцию ветроэнергетических установок и повышать их эффективность, уменьшая отрицательные моменты использования ветроэнергетических установок.

Список литературы

1. Кузнецов М. П. Вдосконалення моделі прогнозування потужності ВЕС з урахуванням напряму вітру / М. П. Кузнецов // Відновлювальна енергетика – 2011. – 2(25) – С. 45–52.
2. Белов И. А. Задачи и методы расчета отрывных течений несжимаемой жидкости / И. А. Белов, С. А. Исаев, В. А. Коробков – Л.: Судостроение, 1989. – 256 с.
3. Куцан Ю. Г. Щодо проекту концепції енергетичної політики України на період 2030 року / Ю. Г. Куцан, В. Д. Білодід // Енергетика и электрификация. – 2001. – № 3. – С. 2–5.
4. Дальнейшее развитие метода маркеров и ячеек для течений несжимаемой жидкости. –В кн.: Численные методы в механике жидкостей. – М.: Мир, 1973. – С. 165–173.
5. Кривцов В. С. Неисчерпаемая энергия: учеб.: в 4 кн. Ветроэнергетика / В. С. Кривцов, А. М. Олейников, А. И. Яковлев. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т ХАИ, Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т. – Кн.2. – 2004. – 519 с.
6. Фатеев Е. М. Ветродвижатели и ветротурбины / Е. М. Фатеев – М.: Сельхозгиз, 1957. – 544 с.
7. Яковлев А. И. Прогнозирование мощностных и моментных характеристик ветроколеса с вертикальной осью вращения и различными аэродинамическими профилями рабочих лопатей / А. И. Яковлев, М. А. Затучная, И. Г. Головчинер, А. А. Зайкин // Нетрадиционные источники, передающие системы и преобразование энергии. – Х., 1997. – С. 111 – 115.

*А.Ю. Лужецький, О.І. Чумаченко, к.т.н. доц.
(НТУУ «КПІ», Україна, м. Київ)*

*О.С. Юрченко, к.т.н., доц.
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ СИСТЕМИ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Представлено розробку й побудову діагностичної системи міського електротранспорту (зокрема тролейбуса) на основі штучних нейронних мереж та здійснено побудову імітаційної моделі для перевірки правильності роботи системи.

Натепер велике значення має міський електротранспорт і його неперервна робота. Це пов'язано з тим, що він є більш продуктивним і екологічним, порівняно із транспортом з двигунами внутрішнього згоряння.

Найпоширеніший вид міського електротранспорту це тролейбус. Його працездатність оцінюється сукупністю експлуатаційно-технічних якостей: динамічністю, стійкістю, економічністю, надійністю, довговічністю, керованістю і т. ін., які виражаються конкретними показниками. Щоб працездатність тролейбуса в процесі експлуатації перебувала на необхідному рівні, значення цих показників на протяжні тривалого часу залишатися близькими до їх початкових величин.

Однак технічний стан тролейбуса, як і всякої іншої машини, у процесі тривалої експлуатації не залишається незмінними. Він погіршується внаслідок зношування деталей і механізмів, раптових поломок і несправностей, що виникають у шляху, що приводить у результаті до погіршення експлуатаційно-технічних якостей тролейбуса або до його виходу з ладу.

Саме для того, щоб оперативно відреагувати і своєчасно усунути ту чи іншу поломку, необхідно створити діагностичну систему міського електротранспорту, зокрема тролейбуса. Ця система дозволить швидко діагностувати всі несправності транспортного засобу, реагувати на них і таким чином, скоротити термін пошуку і ліквідації поломки до мінімуму.

Процес діагностування полягає в сприйнятті діагностичних параметрів (S_1, S_2, \dots, S_n), вимірювання їхніх величин, які визначають у відомому масштабі параметри технічного стану механізму (X_1, X_2, \dots, X_n), і видачі висновку на основі зіставлення обмірюваних величин із допустимими ($S_{y1}, S_{y2}, \dots, S_{ym}$) або граничними ($S_{n1}, S_{n2}, \dots, S_{nm}$) величинами.

Діагностичну систему доцільно розробити з використання елементів штучного інтелекту, а саме на основі штучних нейронних мереж.

Нейронні мережі – це один із напрямків досліджень в галузі штучного інтелекту, оснований на спробах відтворити нервову систему людини. А саме: здатність нервової системи навчатися і виправляти помилки, що повинно дозволити змоделювати, хоча і досить грубо, роботу людського мозку.

Існує велика кількість реалізацій штучних нейронних мереж, але для вирішення цієї задачі найкраще підійде багат шаровий перцептрон (рис. 2). Багат шарові перцептрони успішно застосовуються для вирішення різних складних завдань. При цьому навчання з учителем виконується за допомогою такого популярного алгоритму, як алгоритм зворотного поширення помилки [1].

Параметри нейромережі:

- нейрони вхідного шару бінарні;
- кількість нейронів вхідного шару дорівнює кількості поломок, які можна оперативнo діагностувати;
- вихідний шар складається лише з одного нейрона, який буде приймати значення коду способу усунення неполадки;
- функція активації сигмоїда;
- кількість прихованих шарів дорівнює одиниці.

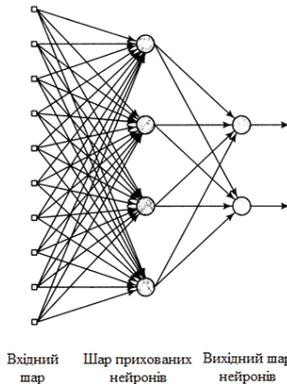


Рис. 2. Структурний граф багат шарового перцептрона з одним прихованими шаром

Але, оскільки, діагностична система міського електротранспорту є доволі складною, то необхідно спочатку промодельовати її роботу. Для цього ефективно використати імітаційне моделювання.

Принципи розробки програмного забезпечення, що виконує імітаційне моделювання нейромереж.

Значна частина всіх додатків нейронних мереж припадає на використання їхніх програмних моделей, що зазвичай називають нейроімітаторами. Розробка програми зазвичай коштує дешевше, а одержуваний продукт представляється більш наочним, мобільним і зручним, ніж спеціалізована апаратура. У будь-якому випадку, розробці апаратної реалізації нейромережі завжди повинна передувати її всебічне відпрацювання на основі теорії з використанням комп'ютерної моделі.

Імітаційна модель міжнейронних комунікацій для згаданого обчислювального процесу повинна відповідати таким умовам:

- вхідні потоки, що надходять від нейронів, що визначаються функцією сусідства $N_i(g)$, незалежні;

– основними параметрами моделювання для кожного нейрона є його стан $\sigma(c)$ та $\tau(c)$ – час наступної модифікації даних, які потенційно можуть привести до зміни стану.

У відповідності з даним визначенням комунікаційна модель нейронної мережі для кожного нейрона задає дві основні функції:

$Get_state()$ – функція формування нового стану;

$Get_time()$ – функція формування моменту часу для нового стану.

Стан довільного нейрона в момент часу t може бути виражений залежністю

$$\sigma_i(c) = Get_state\left(c, \{\sigma_x(c_i \in H_\alpha)\}_{i=1}^\alpha, t | x \rightarrow t, x < t\right).$$

Час наступної модифікації

$$\tau(c) = Get_time\left(c, \{\sigma_x(c_i \in H_\alpha)\}_{i=1}^\alpha, t | x \rightarrow t, x < t\right).$$

В обох формулах використовуються такі позначення: x – момент часу, безпосередньо передує моменту часу t ; $\{\sigma_x(c_i \in H_\alpha)\}_{i=1}^\alpha$ – стани нейронів, що належать множині сусідства H_α .

Припустимо, що в паралельному комп'ютері кожен процесорний елемент відповідає за моделювання одного нейрона мережі. Розглянемо синхронний і асинхронний підходи до реалізації міжпроцесорних комунікацій для такої моделі. У разі синхронного алгоритму передбачається наявність деякого додаткового ресурсу, який виконує функції глобальної синхронізації.

Моделний час синхронної моделі представимо у вигляді послідовності дискретних збільшень: $\tau(c) = k\Delta t$, де $k=0, 1, 2, \dots$. У випадку $\Delta t = \text{const}$ отримуємо синхронну модель з фіксованими приростами. Це найпростіший варіант синхронної моделі, що вимагає попереднього аналізу алгоритму з метою вибору оптимального значення Δt . Більш гнучкий підхід припускає використання умови $\Delta t = \Delta t_{\max}$, де Δt_{\max} – тривалість періоду обчислень або обміну в самому повільному процесорному елементі. Для формування початку і кінця періоду Δt в синхронному алгоритмі, показаному на рис. 2, будемо використовувати глобальні оператори $Start_exchange$ та $Stop_exchange$.

Синхронний алгоритм оперує двома примірниками змінних часу і стану, які утворюють безліч внутрішніх параметрів $\{\sigma_{temp}(c), \tau_{temp}(c)\}$ та множини глобальних параметрів $\{\sigma(c), \tau(c)\}$. Припустимо, що деякий програмний елемент (ПЕ) виконав операції обчислення внутрішніх параметрів. Тоді він впирається у виконання глобального оператора початку обміну даними $Start_exchange$.

Спрацьовування цього оператора визначається наступним логічним умовою: $Start_exchange = \bigcap_{j=1}^N Start_exchange_j$, де $Start_exchange_j$ – ознака завершення періоду обчислень в j -му ПЕ. З рис. 2 видно, що існують дві гілки алгоритму, одна з яких актуальна для працюючих процесорів, а інша – для тих, що завершили свої обчислення. Глобальне виконання умови $Start_exchange$ веде до настання періоду обміну, в якому значення локальних змінних

присвоюються глобальним змінним. Множина $\{\sigma(c), \tau(c)\}$ завжди доступна тим процесорним елементам, множина яких визначена функцією сусідства N_r і може бути використане цими ПЕ на наступному етапі обчислень.

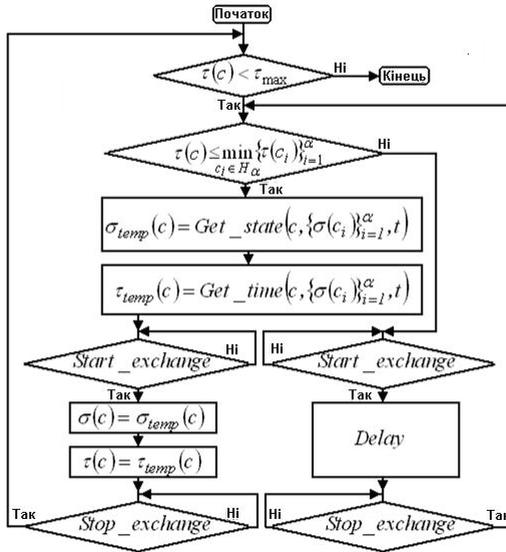


Рис. 2. Синхронний імітаційний алгоритм

Період обміну завершується спрацюванням глобального оператора

$Start_exchange = \bigcap_{j=1}^N Start_exchange_j$, для якого аналогічна оператору

$Start_exchange$, за винятком того, що цей оператор завжди передує настанню періоду обчислень. Умовою завершення роботи алгоритму є рівність або перевищення модельним часом значення деякої максимально допустимої величини τ_{max} .

Висновки. Запропоновано інтелектуальну діагностичну систему для пошуку несправностей міського електротранспорту. Обґрунтовано використання імітаційного моделювання для налагодження цієї системи

Список літератури

1. Харазов А. М. Діагностичне забезпечення технічного обслуговування і ремонту автомобілів / А. М. Харазов. М. :Высшая школа. 1990. – 213 с.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Проведено аналіз існуючих кореляційно-екстремальних навігаційних систем, варіантів їх побудови та обмеженнях у використанні. Запропоновано загальну структуру КЕНС, що відрізняється датчиками фізичного поля, алгоритмами обробки навігаційної інформації та ступені інтегрованості з грубою навігаційною системою.

Вступ. Створення і вдосконалення високоточних навігаційних систем для літальних апаратів (ЛА) - один з пріоритетних напрямків розвитку сучасної навігаційної техніки і технології. Сучасні високоточні системи навігації ЛА базуються на комплексуванні інерціальних навігаційних систем (ІНС) з системами супутникової корекції або з системами навігації по геофізичних полів (ГФП) Землі (кореляційно-екстремальними навігаційними системами, КЕНС). Використання для корекції ІНС супутникових навігаційних систем – досить простий і ефективний спосіб, проте він має ряд недоліків, які полягають у низькій завадостійкості системи корекції і неавтономному функціонуванні комплексованих навігаційної системи. Цих недоліків позбавлені КЕНС, що здійснюють визначення місцезнаходження ЛА в місцевій системі координат шляхом порівняння еталонного зображення, яке сформоване заздалегідь по апріорній відеоінформації (наприклад, аеро- або космічному фотознімку), з поточним зображенням, сформованим у польоті ЛА. Це є значною перевагою системи навігації по ГФП, оскільки вони обчислюють місце розташування ЛА щодо реальної поверхні Землі, а не щодо математичної моделі Землі, яка використовується в інерціальних і супутникових системах навігації. Завдяки цим властивостям, КЕНС знайшли широке застосування, особливо для ЛА спеціального призначення і безпілотних літальних апаратах [1, 2].

Постановка задачі. При аналізі існуючих варіантів будови КЕНС (рис. 1) можна виділити такі загальні блоки як датчик(и) фізичного поля; картографічний блок; корелятор; автоматичний оптимізатор; блок картографічної прив'язки; груба навігаційна система (ГНС).

Датчик фізичного поля дає інформацію у вигляді поточної реалізації поля (поточного зображення поля) I'_i , яка може відрізнятися в залежності від способу зондування поля (точкове зондування, зондування уздовж лінії положення, зондування кадром).

Для першого варіанту зондування параметр поля знімається у вигляді скалярної величини в кожен момент часу, при цьому можливе використання як поверхневих, так і просторових фізичних полів. Для другого варіанту зондування датчик вимірює параметри поля уздовж довільно обраної лінії моментально або протягом короткого періоду часу. Для третього варіанту

параметри поля вимірюються з ділянки земної поверхні протягом короткого циклу сканування.

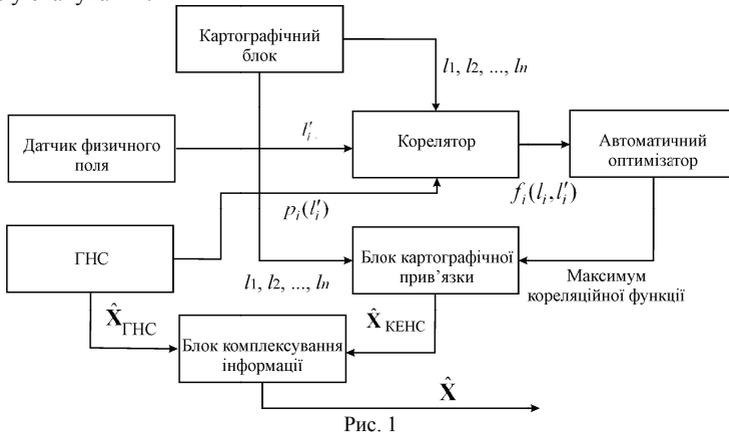


Рис. 1

Картографічний блок містить інформацію про еталонну реалізацію поля l_1, l_2, \dots, l_n , яка може бути представлена у вигляді регулярної або нерегулярної сіток, у вигляді ізоліній або ж аналітичною моделлю.

Корелятор в залежності від виду ГНС може здійснювати обчислення значення кореляційної функції $f_i(l_i, l_i')$ для кожного еталона, який зберігається в пам'яті (так звані пошукові КЕНС), або ж, у разі наявності ГНС або апріорного знання маршруту польоту, обчислення кореляційної функції тільки для одного еталона (так звані безпошукові КЕНС).

В останньому випадку, наявність автоматичного оптимізатора не обов'язкова, оскільки немає необхідності шукати екстремум (максимум) кореляційних функцій пар еталонної і поточної реалізацій поля.

Залежно від типу використовуваної ГНС побудова КЕНС може відрізнятися за ступенем структурної зв'язності систем і алгоритмами комплексування навігаційної інформації. Оскільки КЕНС сама по собі не може виступати у вигляді єдиного і основного джерела навігаційної інформації для переважної більшості рухомих об'єктів, в тому числі, безпілотних літальних апаратів (БПЛА), то в подальшому будемо використовувати термін не ГНС, а комплексована навігаційна система (КНС). З урахуванням похибок КНС на вхід корелятора надходить апріорна ймовірність розташування об'єкта у вигляді ймовірності збігу поточної реалізації поля з деякою еталонною $p_i(l_i')$. Також з виходу КНС у блок комплексування інформації надходить оцінка вектора стану $\hat{X}_{ГНС}$, який уточнюється з використанням попередньої навігаційної інформації від КЕНС з блоку картографічної прив'язки $\hat{X}_{КЕНС}$.

Аналіз існуючих систем кореляційно-екстремальної навігації.

1) Система TERCOM (Terrain Contour Matching) являє собою систему наведення крилатих ракет (КР) за рельєфом місцевості. Ця система (в деяких джерелах - TAINS-TERCOM або Aided Inertial Navigation System) розроблялась фірмою Макдоннелл Дуглас для КР ALCM (Air Launching Cruise Missile) і «Томагавк». Основними складовими частинами системи є: радіовисотомір AN/APN-194, інерціальна навігаційна система (ІНС) LN-35 і автопілот.

Під час польоту система TERCOM вимірює вертикальний профіль рельєфу уздовж істинної траєкторії польоту за допомогою радіовисотоміру (для вимірювання геометричної висоти польоту) і баровисотоміру (для отримання рівня відліку профілю). Віднімаючи поточну висоту, виміряну радіовисотоміром, з барометричної, система визначає профіль рельєфу вздовж траєкторії польоту, організовує пошук у пам'яті обчислювача найбільш "подібного", заздалегідь збереженого в пам'яті профілю з відомими координатами (рис. 2).

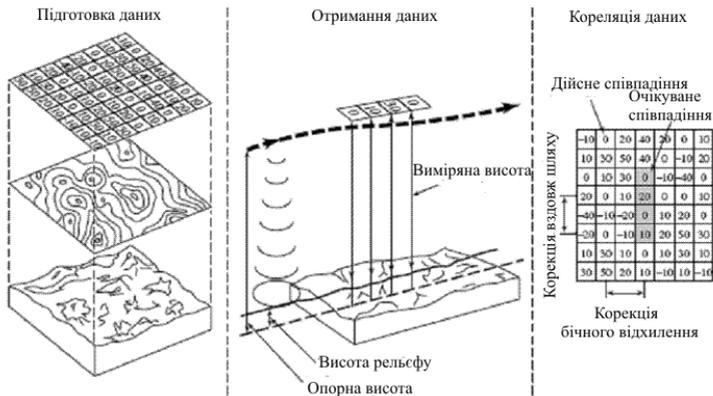


Рис. 2

Пошук здійснюється послідовним співставленням сигналу датчика поля з цифровою картою і переглядом спочатку назад і вперед від передбачуваного місця розташування, а потім поперек траєкторії в межах матриці 64×64 елемента (при розмірі елемента Δ від 30 м × 30 м до 240 м × 240 м).

Процедура співставлення являє собою мінімізацію абсолютної різниці і наближено може бути представлена наступним виразом:

$$\frac{1}{64} \sum_{i=1}^{64} |H_{icm}(\Delta_i, \Phi_i) - H_{карт}(\Delta_i + j\Delta, \Phi_i + v\Delta)| = \min,$$

$$(1 \leq j \leq 64, 1 \leq v \leq 64)$$

де H_{icm} – перевищення рельєфу уздовж істинної траєкторії польоту, $H_{карт}$ – перевищення рельєфу, вибране з бортової карти, Δ_i, Φ_i – розміри об'єкта.

При комплексуванні ІНС системою TERCOM досягається точність навігаційного розв'язку близько 50 м [3]. Крім того, системи типу TERCOM відрізняються за використовуваним алгоритмом кореляційного пошуку та фільтрації навігаційних похибок, зокрема такі системи, як SITAN (Sandia Inertial Terrain Aided Navigation), VATAN (Viterbi Algorithm Terrain Aided Navigation), PTAN (Probability Based Terrain Aided Navigation). Проте, використання вказаних систем можливе тільки в зонах зі змінним рельєфом і практичне неможливе над водною та гладкою поверхнями.

2) Системи типу GGAINS (Gravity/Geomagnetic Aided Inertial Navigation System) використовують аномальні гравітаційне та геомагнітне поля для корекції похибок ІНС [4, 5]. Компоненти гравітаційного поля на борту ЛА вимірюються з допомогою гравіметрів, похибки яких знаходяться в межах 0,5—0,6 мГал [6]. Основними джерелами завад при вимірюванні аномальних складових гравітаційного поля Землі є вібрації та перевантаження при еволюціях ЛА, що усуваються при розміщенні гравіметрів на прецизійні стабілізовані платформи та подальшою інтеграцією до структури ІНС. Компоненти магнітного поля Землі визначаються за допомогою магнітометрів, похибки яких можуть бути обмежені до 10-15 нТл. Основні типи похибок магнітометрів:

- 1) інструментальні похибки, пов'язані з впливом штучних джерел магнітного поля;
- 2) похибки складання висотних магнітних карт Землі;
- 3) випадкові варіації магнітного поля;
- 4) некомпенсованість магнітних полів носія, що загалом обмежує практичне широке використання магнітометрів на борту

На рис. 3 представлено варіант гібридної системи GGAINS, що використовує гравіметри та магнітометри в якості датчика ГФП разом з моделлю гравітаційного та геомагнітного полів для врахування нормальних складових поля та попередньо записаних карт гравітаційних та магнітних аномалій. Сумісна обробка даних від КЕНС та ІНС відбувається за допомогою фільтру адаптивного оцінювання похибок (Калманівська фільтрація) для ІНС та за методом зваженого середнього обробляються дані від аномалій.

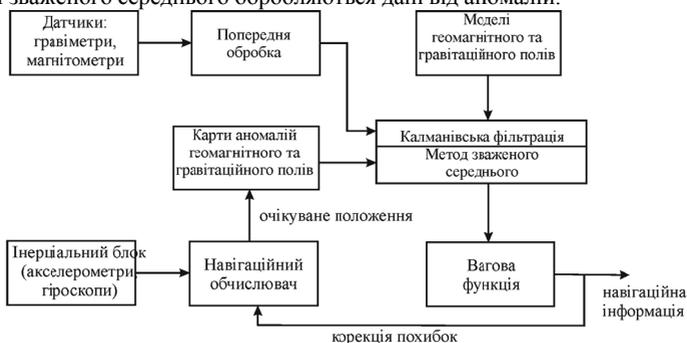


Рис. 3

3) Системи типу VAINS (Visual Aided Inertial Navigation System) отримали широке використання, оскільки до них можна віднести найбільшу кількість систем, зокрема, системи, що використовують поле радіолокаційного контрасту (RAC - Radiometric Area Correlation і MICRAD - MICrowave RADiometric), системи із оптичним полем земної поверхні (SMAC – Single Missile Air Control, OMFAC – Optical Matched Filter Area Correlator) та інші.

Принципова різниця між вказаними класами систем полягає у використанні або оптичних методів обробки інформації, які забезпечують більшу швидкість, особливо у режимах реального часу, або цифрових методів. Зокрема, система наведення OMFAC являє собою оптичний корелятор, що використовує когерентні голографічні методи обробки інформації.

Основними перевагами системи OMFAC [1] в порівнянні з іншими оптичними системами є відсутність рухомих елементів корелятора і значно більший обсяг пам'яті. Збільшення обсягу пам'яті дозволяє використовувати систему не тільки на кінцевій, а й на середній ділянці траєкторії польоту, збільшуючи також можливість маневрування та підходу до цілі з різних напрямків.

Принцип оптичної обробки інформації пояснюється на рис. 4. Дія системи OMFAC заснована на використанні оптичної лінзи для отримання перетворення Фур'є. Голографічна матриця являє собою пластинку зі скла з фоточутливим шаром. На пластинку нанесено безліч елементарних перетворень Фур'є. Кожна елементарна голограма діє як лінза, відхиляючи світловий пучок, що проходить через неї, в певну точку в заданій фокальній площині. Запам'ятовувачий пристрій (3) також представляє собою фотопластинку, на яку послідовно записані Фур'є-голограми еталонних зображень.

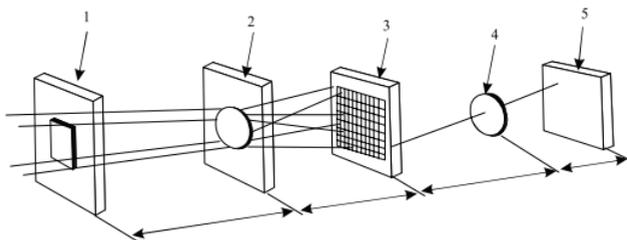


Рис. 4. 1 - площина вхідного сигналу, 2 – голографічна лінзова матриця, 3 – запам'ятовувачий пристрій з узгодженим фільтром, 4 – лінза, 5 - площина фотодетектора.

Функціональна схема системи OMFAC представлена на рис. 5. Оскільки поточне зображення місцевості отримано при некогерентному сонячному освітленні, а при обробці інформації в системі використовуються властивості просторово-часової когерентності, то за допомогою перетворювача формується т.зв. еквівалентне зображення. Перетворення поточного зображення здійснюється в масштабі реального часу. Перетворювач являє собою двошарову конструкцію. Вона складається з тонкого шару фотопровідного матеріалу, наприклад, сульфіді кадмію, і запам'ятовуючого шару (наприклад, рідкого

кристала). За допомогою прозорих провідних електродів на перетворювач подається постійна напруга 10-15 В.

При проектуванні поточного зображення на фотопровідний матеріал опір фотопровідника падає приблизно на сім порядків. При цьому електричний потенціал передається від шару сульфід кадмію до запам'ятовуючого шару як функція освітленості кожної точки фотопровідника. Потім напруга з перетворювача знімається, і через нього пропускається когерентне лазерне випромінювання. Лазерний промінь при проходженні через перетворювач модулюється по амплітуді «зображенням», зафіксованим в рідкому кристалі, і надходить на оптичний процесор з узгодженими голографічними фільтрами.

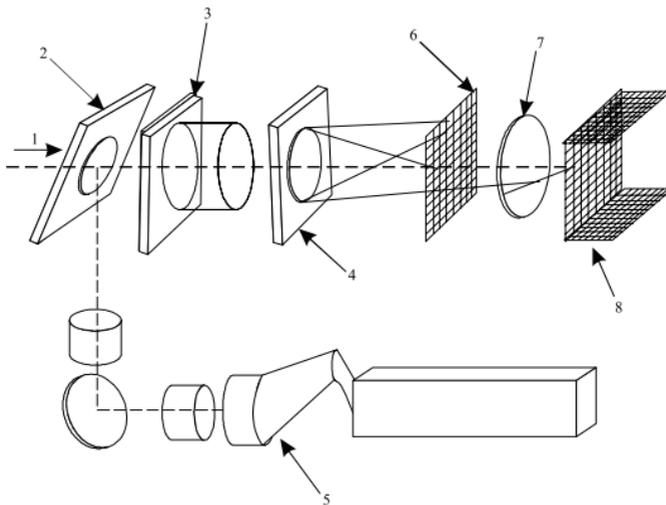


Рис. 6. 1 - поточне зображення, 2 - напівпрозоре дзеркало, 3 - перетворювач, 4 – голографічна лінза, 5 - лазер, 6 - узгоджений фільтр, 7 - лінза зворотного перетворення Фур'є, 8 - фотодетектор.

Система може функціонувати при неповній вхідній інформації, наприклад, при затіненні хмарами до 50% площі поточного зображення. При кутовому зсуві еталонного і поточного зображення на $\pm 3^\circ$ і відповідно масштабу $\pm 4^\circ$ рівень вихідного сигналу корелятора знижується на 3 дБ.

Висновки:

Розглянуто основні варіанти побудови КЕНС, що використовують різні фізичні поля. Показано, що принципова структура КЕНС, наведена в статті, є загальною для різних типів систем, і відрізняється датчиками фізичного поля, алгоритмами обробки навігаційної інформації та ступені інтегрованості з ГНС (зв'язності структур). Використання оптичних КЕНС представляється найбільш перспективним, оскільки вони мають більшу інформативність, можуть бути використані над гладкими поверхнями, на відміну від систем поля рельєфу, є стійкими до завад магнітного або

гравітаційного походження, не вимагають спеціальних дорого вартісних датчиків, тощо.

Список літератури

1. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения / В.К. Баклицкий. – Тверь.: ТО «Книжный клуб», 2009. – 360 с.
2. Белоглазов И.Н., Джанджгава Г.И., Чигин Г.П. Основы навигации по геофизическим полям. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 328 с.
3. Henley A., J., “Terrain Aided Navigation – Current Status, Techniques for Flat Terrain and Reference Data Requirements” // IEEE, Position Location and Navigation Symposium, 1990.
4. Yandong Wang, Huafeng Hu, Shaoshuai Yang, Kui Chen, Qingchang Ji “Modeling gravity gradient data for gravity gradient aided navigation system” // Intelligent Control and Information Processing (ICICIP), 2012. – p. 531 – 535.
5. Feng, H. N., Yang, Z. H., Fang, J. C. “Simulation Design of Geomagnetism Aided Inertial Navigation System” // Proceedings of System and Control in Aerospace and Astronautics, 2008. – P. 1–5.
6. Ю. В. Болотин, М. Ю. Попеленский “Анализ точности решения задачи авиагравиметрии при идентификации параметров гравиметра в полёте” // Фундаментальная и прикладная математика, 2005, том 11, № 7, с. 167—180

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОПТИМАЛЬНОГО РАСКРОЯ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Разработана методология построения алгоритмов оптимального раскроя материалов. Определен подход к выбору нужного алгоритма в зависимости от вида заготовки и формы детали.

Актуальность разработки интегрированной универсальной CAD/CAM системы, адекватной потребностям современного раскройно-заготовительного производства в различных отраслях промышленности, значительно возрастает. Известно, что задачи оптимизации раскроя наиболее сложны на предприятиях с единичным и мелкосерийным типом производства. В первую очередь, это касается отсутствия математических моделей и алгоритмов, гарантирующих получение оптимального решения для большинства раскройных задач, а также средств адекватного выбора существующих алгоритмов раскроя. Во-вторых, сложные раскройные карты, характерные для единичного и мелкосерийного типа производства, усложняют и разработку оптимальной технологии резки материала и соблюдение технологических требований резки. Все это делает особенно важным создание эффективных компьютерных средств автоматизации и оптимизации всех технологических процессов раскроя материала для предприятий с таким типом производства. Решение этой проблемы является одной из важнейших народнохозяйственных задач разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий при производстве новых изделий.

Для этого необходимо разработать научные основы создания САПР раскроя и автоматизации технологической подготовки производства, в том числе методологию автоматизированного проектирования, постановку, формализацию и типизацию проектных процедур и процессов проектирования раскроя материала и автоматизированной подготовки управляющих программ для машин с ЧПУ.

Данный доклад посвящен созданию высокоэффективной интегрированной универсальной САПР раскроя промышленных материалов в единичном и мелкосерийном производстве, ориентированной на использование в различных отраслях промышленности и на максимально широкий спектр технологического оборудования для производства заготовок из листа. Исследуется структура и функционирование подсистем интегрированной интерактивной системы для разработки и анализа проектных решений в раскройно-заготовительном производстве, разрабатываются методология и теоретические основы создания систем автоматизации и оптимизации технологических процессов раскроя листового материала, а

также формулируются требования к составу и функциям соответствующего программного обеспечения.

Построение оптимальных карт раскроя материала является одной из самых трудоемких задач заготовительного производства. В тоже время это одна из самых важных задач в ресурсосберегающих технологиях, поскольку напрямую ведет к экономии материала и снижению отходов.

Исходя из особенностей единичного производства, оптимальным вариантом следует признать полностью автоматический подход к формированию раскройных карт и управляющих программ для станков с ЧПУ, только в этом случае будет достигнута производительность, удовлетворяющая условиям единичного производства.

На сегодняшний же день следует признать, что существующие методы построения рациональных раскройных карт могут соперничать с раскройными картами, построенными человеком, только для специализированных задач раскроя. Например, исследования последних лет позволили достичь высоких результатов в области линейного и прямоугольного раскроя [1; 2]. Современные алгоритмы, работающие с данной номенклатурой заготовок, уже давно успешно применяются в производстве. Совершенно иначе обстоит дело с алгоритмами укладки заготовок произвольной формы. Большинство существующих разработок в этом направлении решают небольшие подзадачи, возникающие в глобальной задаче оптимального раскроя, и не способны эффективно работать на любой предложенной номенклатуре заготовок, что составляет неотъемлемую часть единичного производства. В данной работе делается попытка объединения сильных сторон каждого отдельно взятого алгоритма под управление одного, который в автоматическом режиме по определенным параметрам выбирает один или несколько специализированных алгоритмов наиболее подходящих для предложенных заготовок. На практике это означает возможность полного отказа от ручного труда на этапе подготовки раскройных карт.

Проектирование раскроя на ЭМВ в самой простой ее постановки включает в себя два этапа. На первом этапе строится множество раскройных карт, удовлетворяющим заданным критериям, на втором – в этом множестве ищется лучшая карта. Согласно этому в процессе раскроя можно выделить два основных класса задач. Первая класс задач - это задачи геометрического моделирования на ЭМВ, в процессе которого решается вопрос о размещении заготовок на листе и получении раскройной карты, второй – это чисто оптимизационные задачи. Как показывают исследования и практические наработки второй класс задач можно свести к задачам переборного характера, например, к задаче минимизации некоторого функционала, заданного на множестве перестановок из конечного числа символов [3] или использовать детерминированный метод динамического перебора [4].

Хотя применение оптимизационных алгоритмов и повышает вероятность построения рациональной раскройной карты, но их эффективность сильно зависит от методов получения раскройных карт. Именно от эффективности методов, работающих на этапе генерации раскройных карт, зависит результативность оптимизационных алгоритмов.

Применение различных методов для укладки заготовок позволяет наиболее полно использовать мощь оптимизационных алгоритмов.

Разработаны несколько методов позволяющих вести оптимизационную работу уже при небольшом количестве исходных данных. Это требование является критичным при использовании методов оптимизации в алгоритмах, работающих с заготовками сложной формы, так как в таких алгоритмах генерация раскройной карты занимает значительное время даже при использовании современной вычислительной техники. Также разобрана стратегия выбора наилучшего набора алгоритмов для построения раскройных карт на заданном наборе заготовок и комбинирование различных алгоритмов при построении одной раскройной карты.

Возможность оперировать с различными специализированными алгоритмами укладки заготовок, мощный аналитический модуль, позволяющий на основании анализа геометрии спрогнозировать применение того или иного алгоритма укладки, гибкие алгоритмы построения раскройных карт и оптимизации – ядро алгоритмического комплекса использованного при создании универсального пакета для раскроя листового материала.

Интегрированная универсальная CAD/CAM система реализует следующие методы и алгоритмы:

- алгоритмы фигурного и прямоугольного раскроя на основе аппроксимационного подхода, методов декомпозиции решения задач раскроя-упаковки и сочетания дискретно-логической и векторной моделей описания геометрических объектов с целью получения рациональных вариантов раскроя в автоматическом и интерактивном режиме проектирования за время, адекватное реальным условиям единичного и мелкосерийного производства;

- метод автоматического выбора рационального оптимизационного алгоритма раскроя на основе классификации задач и сравнительного анализа алгоритмов с целью сокращения времени оптимизации и повышения коэффициента использования материала;

- автоматические и интерактивные методы проектирования управляющих программ для машин резки листовых материалов с целью минимизации временных и стоимостных характеристик резки и уменьшения тепловых деформаций материала при термической резке;

- концепцию и методологию создания универсальных интегрированных CAD/CAM систем, ориентированных на автоматизацию раскройно-заготовительного производства на базе машин с ЧПУ в единичном и мелкосерийном производстве с целью описания структуры, функций и способов программной реализации эффективной САПР фигурного раскроя, адекватной потребностям современного производства;

- программное обеспечение универсальной интегрированной САПР раскроя листового материала в единичном и мелкосерийном производстве с целью реализации предложенных методологии, методов и алгоритмов и абстракции системы на промышленных предприятиях в различных отраслях промышленности и для различного технологического оборудования с ЧПУ.

Для реализации Nest Class Library (NCL) был выбран объектно-ориентированный язык C++, что позволило построить хорошо

структурированный программный продукт, обладающий огромным потенциалом для дальнейшего развития. Следствием применения объектно-ориентированного подхода стала возможность легко интегрировать NCL в другие программные продукты, расширяя как их возможности, так и возможности NCL. Например, при интеграции с AutoCAD фирмы Autodesk, NCL получает возможность напрямую работать с чертежами AutoCAD и генерировать раскройные карты напрямую в его среде, используя весь набор инструментов, предоставляемый этим пакетом без необходимости создавать промежуточные файлы для передачи графической информации. В четвертой главе рассматриваются вопросы, связанные с реализацией NCL, работой NCL в структуре САПР, методы интеграции разработанного комплекса с продуктами сторонних разработчиков. Также описаны структуры данных и объектов NCL.

Современные условия производства диктуют жесткие требования к скорости выполнения проектных задач, специально для ускорения процесса генерации раскройных карт в NCL впервые реализована поддержка многопроцессорных систем, что позволило значительно сократить время расчетов на машинах с более чем одним процессором.

Выводы:

Предложена методология построения системы автоматизированного проектирования заготовительного производства с использованием алгоритмов оптимального раскроя материалов. Выбор нужного алгоритма определяется типом заготовок и формой деталей.

Список литературы

1. Бабаев Ф. В. Оптимальный раскрой материалов с помощью ЭВМ / Ф. В. Бабаев. М.: Машиностроение, 1982. – 168 с.
2. Бабаев Ф. В. Эвристический метод для решения задачи раскроя / Ф. В. Бабаев // Приборы и системы управления, 1977, № 5, С. 8–10.
3. Борисовский П. А. О сравнении некоторых эволюционных алгоритмов / П. А. Борисовский, А. В. Еремеев // Автоматика и телемеханика, №3. М.: Наука, 2004. С. 3–9.
4. Бухвалова В. В. Реализация метода зон Липовецкого для прямоугольного раскроя / В. В. Бухвалова // Всесоюзная н.-т. конф. «Математическое обеспечение рационального раскроя в САПР» (Уфа, 15-18 июня 1987 г.): Тезисы докладов. Уфа, 1987. – С. 24–25

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЧАСТОТНЫЙ ДАТЧИК С НЕЛИНЕЙНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Рассмотрена схема системы обработки сигналов интеллектуального частотного датчика, не требующая в своем составе таких устройств, как микропроцессор, микроконтроллер или программируемый логический контроллер. При использовании линеаризации относительная погрешность преобразования, обусловленная не идеальностью таких элементов как резисторы, конденсаторы и операционный усилитель, может быть уменьшена до уровня порядка одной сотой процента.

Введение. В измерительной технике, а также в технике автоматического управления, используются различные частотные датчики.

Все большее насыщение авиации электронными системами превратили самолет в безопасную и разумную машину. Частотные датчики играют очень важную роль в сфере авиационного приборостроения [1–3].

Современные системы автоматического контроля и управления широко используют в качестве унифицированных сигналов частоту переменного тока или частоту следования импульсов, что позволяет им обеспечить высокую эффективность. Этим определяется необходимость применения частотных датчиков, преобразующих входной контролируемый параметр в частоту следования электрических импульсов или частоту переменного тока. Создание частотных датчиков, представляющих собой устройства для преобразования различных физических параметров в унифицированный сигнал, является весьма важной и актуальной задачей.

Современное развитие измерительной техники и микроэлектроники привело к созданию интеллектуальных датчиков, объединяющих на одном кристалле как чувствительные элементы, так и системы обработки сигнала [3–5].

Интеллектуальные датчики становятся реальностью в авиационных приборах и системах. Они являются более сложными, чем традиционные датчики, поскольку позволяют собирать, анализировать и передавать данные.

При создании интеллектуальных датчиков разработчики сталкиваются в первую очередь с необходимостью решения традиционных задач, чаще всего решаемыми схемотехническими методами. Обычно это повышение точности, чувствительности, быстродействия, разрешающей способности устройств преобразования информации (измерительных преобразователей). Однако, наряду с этим возникают также задачи технологического плана, связанные с необходимостью преодоления ограничений, связанных с проблемами микроминиатюризации устройств, т.е. задачи микроэлектроники.

Постановка задачи. Хотя все они имеют различные принципы работы, разработчики сталкиваются с проблемой, которая является общей для всех датчиков. Это необходимость обеспечения требуемой функциональной

зависимости между входными и выходными величинами датчика или устройства, которое включает в себя этот датчик [1-3]. В случае, если датчик обладает естественной нелинейностью, необходима его линеаризация. Это означает, что в составе интеллектуальных датчиков необходимы вспомогательные аппаратные или программных средства, которые используются для реализации требуемой функциональной зависимости между входными и выходными величинами.

Линеаризация заключается в решении обратной задачи определения преобразуемого параметра по значению выходного сигнала сенсора. В настоящее время имеют широкое распространение методы линеаризации, основанные на применении аппроксимирующих функций [1-3]. Содержательная сущность задачи линеаризации экспериментальных данных заключается в том, чтобы, используя ту или иную известную вещественную функцию, описать зависимость переменных и сделать это таким образом, чтобы точность полученного описания удовлетворяла предъявляемым к ней требованиям. Простейшими с точки зрения аппаратной реализации являются ступенчатая и кусочно-линейная аппроксимация.

Решение задачи. Поставленная задача может быть легко решена, когда выходная величина преобразуется в цифровой код. Для этого в составе устройства необходимы, например, микропроцессор, микроконтроллер, программируемый логический контроллер или даже компьютер.

В случае частотного датчика, если необходимо дальнейшее использование частоты, как удобного для передачи унифицированного сигнала, применение для линеаризации микропроцессора, микроконтроллера или программируемого логического контроллера является не целесообразным. Это приведет к значительному усложнению устройства, к тому же потребуется использование дополнительного преобразователя кода в частоту.

Тем не менее, в случае создания интеллектуальных датчиков часто не желательно включать в его состав вышеперечисленные устройства. В этом случае создатели интеллектуальных датчиков сталкиваются с необходимостью найти другие решения задачи с использованием оборудования, которое является более предпочтительным для включения в состав интеллектуальных датчиков. Измерительные преобразователи, рассматриваемые в исследованиях [1, 2], а также интеллектуальный датчик частоты, разработанный авторами [3-5], являются примером таких устройств. Схема системы обработки сигналов такого интеллектуального частотного датчика представлена на рисунке.

Описание работы устройства. Преобразование входной частоты f_x в выходную частоту f_{out} выполняется при помощи итеративно-интегрирующего преобразователя. В его составе такие устройства как источник эталонного напряжения 1, интегратор 4, устройство выборки-хранения 5, преобразователь напряжения в частоту 16, конденсаторы 8 and 13, ключи 6, 7, 9, ... 12 и блок синхронизации 15.

Требуемая нелинейность передаточной характеристики данного интеллектуального частотного обеспечивается с помощью коммутатора 2, управляемой кодом резистивной матрицы 3, тактового генератора 18, счетчика 19 и дешифратора 14.

Такой итеративно-интегрирующий преобразователь работает циклично. В каждом цикле производится заряд конденсаторов 8 и 13 (C_1 и C_2) от источника эталонного напряжения 1 с последующим их разрядом на вход интегратора 4. Кроме того, производится запоминание выходного напряжения интегратора 4 с помощью устройства выборки-хранения 5, которое обеспечивает его хранения на протяжении всего цикла и его преобразование с помощью преобразователя напряжения в частоту 16 в выходную частоту f_{out} .

Предположим, что перед началом первого из рассматриваемых циклов частота на выходе устройства равна $f_{out 0}$, а входная частота, изменившись скачком от некоторого произвольного значения (соответствующего значению $f_{out 0}$), стала равной значению f_x . Тогда после окончания первого цикла частота на выходе устройства станет равной

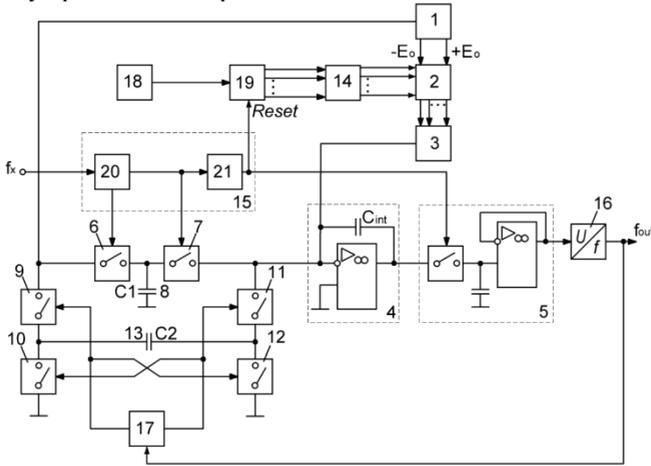


Рис. 1 – источник эталонного напряжения; 2 – коммутатор; 3 – управляемая кодом резистивная матрица; 4 – интегратор; 5 – устройство выборки-хранения; 6, 7, 9, ... 12 – ключи; 8, 13 – конденсаторы; 14 – дешифратор; 15 – блок синхронизации; 16 – преобразователь напряжения в частоту; 17, 20 – формирователи импульсов; 18 – тактовый генератор; 19 – счетчик; 21 – делитель частоты.

$$f_{out 1} = \left\{ \frac{NE_0C_1}{C_{int}} + \frac{1}{C_{int}} \sum_{i=1}^k \frac{E_{0i}}{R_i} \left[\frac{N}{f_x} - (i-1)t_0 \right] \times \frac{\text{sign}\left(it_0 - \frac{N}{f_x}\right) + 1}{2} + t_0 \frac{\text{sign}\left(\frac{N}{f_x} - it_0\right) + 1}{2} + t_0 \frac{\text{sign}\left(\frac{N}{f_x} - it_0\right) + 1}{2} \right\} K_{uf} + f_{out 0} Q,$$

где C_{int} – емкость конденсатора интегратора 4; $R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_k$ – сопротивления резисторов матрицы 3; E_{0i} – напряжение источника 1, подключаемое к резистору R_i через коммутатор 2 (E_{0i} равно $+E_0$ или $-E_0$ в зависимости от i); t_0 – время, в течение которого каждый резистор матрицы 3 подключен к источнику 1;

$Q = 1 - \frac{NK_{uf}C_2}{f_x C_{int}}$; $i = 1, \dots, k$ – порядковый номер резистора матрицы 3; N – коэффициент пересчета делителя 21; $sign(X) = \begin{cases} -1, & \text{при } X > 0 \\ +1, & \text{при } X \leq 0 \end{cases}$.

После окончания n -го цикла:

$$f_{out\ n} = \left\{ \frac{NE_0C_1}{C_{int}} + \frac{1}{C_{int}} \sum_{i=1}^k \frac{E_{0i}}{R_i} \left\{ \left[\frac{N}{f_x} - (i-1)t_0 \right] \times \frac{sign\left(it_0 - \frac{N}{f_x}\right) + 1}{2} + t_0 \frac{sign\left(\frac{N}{f_x} - it_0\right) + 1}{2} \right\} \right\} K_{uf} \sum_{j=1}^n Q^{j-1} + f_{out\ 0} Q^n,$$

где $j = 1, \dots, n$ – порядковый номер цикла.

Последнее выражение состоит из двух слагаемых, первое из которых представляет собой геометрическую прогрессию со знаменателем прогрессии Q , сходящимся, как известно, при $|Q| < 1$ и убывающий, когда $n \rightarrow \infty$ при выполнении этого же условия, член $f_{out\ 0} Q^n$. Воспользовавшись известными формулами для вычисления суммы членов геометрической прогрессии, запишем, чему станет равной частота на выходе устройства после окончания переходного процесса (т.е. при $n \rightarrow \infty$):

$$f_{out\ \infty} = \frac{E_0C_1}{C_2} f_x + \frac{f_x}{C_2} \sum_{i=1}^k \frac{E_{0i}}{R_i} \left\{ \left[\frac{N}{f_x} - (i-1)t_0 \right] \times \frac{sign\left(it_0 - \frac{N}{f_x}\right) + 1}{2} + t_0 \frac{sign\left(\frac{N}{f_x} - it_0\right) + 1}{2} \right\}.$$

Последнее выражение представляет собой уравнение преобразования устройства. Из анализа этого выражения следует, что зависимость выходной частоты от входной содержит линейный член $\frac{E_0C_1}{C_2} f_x$, а также нелинейную часть, которая зависит от частоты f_x и от сопротивления резисторов R_1, \dots, R_k матрицы 3, а также знаков напряжений E_{0i} . Нелинейная часть представляет собой некоторую ломаную линию в координатах $f_{out} = f(f_x)$, т.е. кривую, аппроксимирующую кусочно-линейно заданную нелинейность. Наклоны линейных участков этой ломаной линии зависят от знака напряжения E_{0i} и от значений сопротивлений соответствующих резисторов R_i матрицы 3, т.е., выбирая знак E_{0i} и значение R_i , можно получать различные требуемые нелинейные зависимости.

Заключение. Система обработки сигнала интеллектуального частотного датчика, построенная по рассмотренной схеме, не требует в своем составе таких устройств, как микропроцессор, микроконтроллер или программируемый логический контроллер, а также преобразователь кода в частоту. При этом, благодаря линеаризации относительная погрешность преобразования, обусловленная не идеальностью таких элементов как

резисторы, конденсаторы и операционный усилитель, может быть уменьшена до уровня порядка одной сотой процента.

Список литературы

1. Кондратов В.Т. Методы линеаризации градуировочных характеристик измерительных средств и систем КИТ // Труды 1-й науч. – практ. конф. “Контрольно-испытательная техника промышленных изделий и их сертификация” (СКИТ-97). – К.: ДАЛПУ. – 1997. – С. 7-11.
2. Кондратов В.Т. Основы теории автоматической коррекции систематических погрешностей измерения физических величин при нестабильной и нелинейной функции преобразования сенсора”, Дис.... докт. техн. наук, Киев, 2001. Т. 1, 501 с.
3. Сергеев И.Ю. Исследование и разработка интегрирующих измерительных преобразователей с итерационной аддитивной коррекцией погрешностей: Дисс. канд. техн. наук.: 05.11.05 – 322 с.
4. Сергеев И.Ю. и др. Авт. свид. СССР № 1605262, кл. G 06 G, 7/26, 07.11.90. Бюл. № 41.
5. Сергеев И.Ю. и др. Авт. свид. СССР № 1016799, кл. G 06 G, 7/26, 07.05.83. Бюл. № 17.

*А.М. Сільвестров, д.т.н., проф.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ,)
В.В. Пікотов, к.т.н., доц., О.М. Скринник, асис., К.В. Уманська, пров. інж.
(НТУУ «КПІ», Україна, м. Київ)*

ПРЕДСТАВЛЕННЯ КУСКОВО - АНАЛІТИЧНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ АНАЛІТИЧНОЮ В УСЬОМУ ДІАПАЗОНІ

Подано спосіб опису кусково-аналітичної нелінійної характеристики об'єкта ідентифікації єдиною аналітичною моделлю.

Недоліком апроксимації кусково-аналітичної нелінійної моделі об'єкта ідентифікації єдиною аналітичною моделлю є те, що така модель за заданої точності апроксимації може бути надто складною. Крім того це може привести до пульсації в проміжках між експериментально знятими точками.

За кусково-поліноміальної апроксимації така модель вимагає доповнення додатковими логічними умовами, еквівалентними множенню часткових моделей нелінійності на неаналітичні (негладкі) сігнум - функції. В результаті цільно-аналітичний опис системи розпадається на локально аналітичні з логікою зміни структури системи залежно від області, де знаходяться змінні об'єкта.

Далі подано спосіб опису кусково-аналітичної нелінійної характеристики об'єкта ідентифікації єдиною аналітичною моделлю. Весь діапазон цієї характеристики розбивають на припасовані одна до одної ділянки, для кожної ділянки визначають аналітичну модель. Залежності окремих ділянок об'єднують в одну для всього діапазону аналітичну модель шляхом додавання добутків окремих залежностей на аналітичні у всьому діапазоні вагові функції, близькі для до одиниці для своєї ділянки і до нуля – для інших.

Приклад 1. Об'єкт – машина постійного струму (МПС); отримано залежність електрорушійної сили E від струму збудження I_3 (рис. 1, (точки) і табл. 1)

Таблиця 1.

Залежність електрорушійної сили E від струму збудження I_3

I_3	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
E	1	10	35	75	110	130	140	148	155	167	175	187

На ділянці від $I_3 = 0$ до $I_3 = 0,7$ А залежність апроксимовано параболою, а на ділянці, де $I_3 \geq 0,7$ - лінійною функцією:

$$\hat{E}(I_3) = \begin{cases} \beta_1 \cdot I_3^2 + \beta_2 \cdot I_3^3, & \text{якщо } I_3 < 0,7 \text{ А} \\ \beta_3 + \beta_4 \cdot I_3, & \text{якщо } I_3 \geq 0,7 \text{ А.} \end{cases} \quad (1)$$

За методом найменших квадратів (МНК) визначено оцінки $\hat{\beta}_i$ коефіцієнтів β_i , $i=1, 2, 3, 4$:

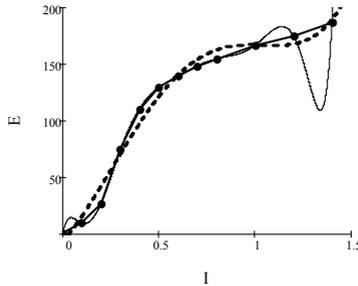


Рис. 1. Залежність $E(I_3)$.

$$\hat{\beta}_1 = 1209, \quad \hat{\beta}_2 = -1365, \quad \hat{\beta}_3 = 111,2, \quad \hat{\beta}_4 = 54,1.$$

Щоб залежність $E(I_3)$ у всьому діапазоні описати степеневим поліномом з відносною середньоквадратичною похибкою (СКП) не більше 1%, треба поліном дев'ятого порядку:

$$\hat{E}(I_3) = 0,2 + 827 \cdot I_3 + 16139 \cdot I_3^2 + 126457 \cdot I_3^3 + 466660 \cdot I_3^4 + 960531 \cdot I_3^5 - 1171465 \cdot I_3^6 + 842096 \cdot I_3^7 - 329636 \cdot I_3^8 + 54155 \cdot I_3^9. \quad (2)$$

Для нього СКП складає 0,53%, але в проміжку між точками (рис. 1 (тонка лінія)) має місце значна пульсація. Якщо зменшити ступінь поліному до чотирьох (рис. 1, пунктир), то суттєво зростає похибка апроксимації (СКП=8,1%). Тобто бажану точність апроксимації можна забезпечити лише кусково-поліноміальною логіко-аналітичною моделлю (1).

Щоб удосконалити спосіб, замінимо логіко-аналітичні моделі (1) на аналітичні, які являють собою суму часткових аналітичних моделей помножених на аналітичні в усьому інтервалі змінних вагові функції $\eta(I_3)$:

$$\hat{E}(I_3) = (\beta_1 \cdot I_3 + \beta_2 \cdot I_3^3) \cdot \eta_1(I_3) + (\beta_3 + \beta_4 \cdot I_3) \cdot \eta_2(I_3), \quad (3)$$

або

$$\hat{E}(I_3) = \frac{(\beta_1 \cdot I_3 + \beta_2 \cdot I_3^3)}{1 + (0,43 \cdot I_3)^n} + \frac{(\beta_3 + \beta_4 \cdot I_3)}{1 + (0,7/I_3)^n}. \quad (4)$$

Залежність відносної СКП від ступеня n подано в табл.2.

Таблиця 2.

Залежність відносної СКП від ступеня n в моделі.

n	2	4	6	8	10	20	40	80	100
СКП %	80	38	19	11	8	4	3	1,9	2,1

Аналітичність моделі (4) дозволяє, визначити в будь-якій точці величину чутливості E до I_3 , пропорційну магнітній проникності μ середовища ДПС і використати її для побудови розімкненої швидкодіючої системи автоматичного регулювання напруги ГПС або швидкості обертання ДПС, діагностувати стан магнітного кола індуктора МПС та інше.

Для вибору структури вагових функцій можна скористатися теорією частотних фільтрів (низько-, високочастотних, смугових), якщо замість частоти розуміти незалежну змінну (у даному прикладі I_3). Вмикаючи послідовно n фільтрів, отримаємо сумарну амплітудно-частотну характеристику близьку до характеристики ідеального фільтра. (у даному прикладі $\eta_1(I_3)$ дорівнює n послідовно ввімкненим низькочастотним фільтрам частоти ω ; $\eta_2(I_3)$ - високочастотних), де $\omega = I_3$.

Приклад 2. Кусково-аналітична залежність температури θ в камері горіння, від витрат повітря $G_{нов}$, за умови фіксованих витрат палива:

$$\hat{\theta} = \begin{cases} \frac{624,6 \cdot G_{нов}}{0,1 + 0,23 \cdot G_{нов}}, & \text{якщо } 0 \leq G_{нов} \leq 7,5 \text{ кг/с}, \\ \frac{4650 + 4,6 \cdot G_{нов}}{0,1 + 0,23 \cdot G_{нов}}, & \text{якщо } G_{нов} > 7,5 \text{ кг/с}. \end{cases} \quad (5)$$

Логіко-аналітичний опис (5) можна замінити аналітичним:

$$\hat{\theta}(G_{нов}) = \frac{(624,6 \cdot G_{нов}) \cdot \eta_1(G_{нов}) + (4650 + 4,6 \cdot G_{нов}) \cdot \eta_2(G_{нов})}{0,1 + 0,23 \cdot G_{нов}}, \quad (6)$$

де n - у вагові функції η_1 і η_2 подібні до η_1 і η_2 в (3,4), якщо замість $I_3 = 0,7$ А підставити $(G_{нов}) = 8$ кг/с.

Якщо треба виділити більше двох суміжних областей, додатково скористаємось смуговим фільтром-ваговою функцією.

Приклад 3. Залежність обертаючого моменту M затвора безопорної поворотної заслінки (рис. 3) трубопроводу від кута α :

$$M = a(\alpha) \cdot \Delta P \cdot D^3, \quad (7)$$

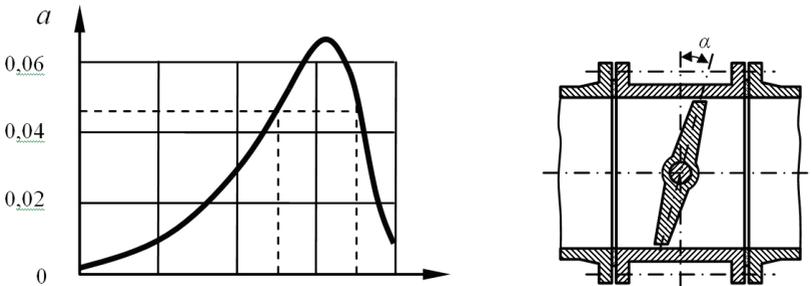


Рис. 3. Залежність обертаючого моменту M .

де ΔP - перепад тиску на диску, D - діаметр диска, який, обертаючись на кут α , змінює момент M . Залежність коефіцієнта a від кута α доцільно представити двома параболою та прямою:

$$\hat{a}(\alpha) = \begin{cases} \beta_1 \alpha^2, & \alpha \in [0, 60^\circ] \\ \beta_2 + \beta_3 (\alpha - 70^\circ)^2, & \alpha \in [60^\circ, 80^\circ] \\ \beta_4 + \beta_5 (\alpha - 80^\circ), & \alpha \in [80^\circ, 90^\circ], \end{cases} \quad (8)$$

які приводяться до одної аналітичної залежності:

$$\hat{a}(\alpha) = \beta_1 \alpha^2 \eta_1(\alpha) + [\beta_2 + \beta_3 (\alpha - 70^\circ)^2] \eta_2(\alpha) + [\beta_4 + \beta_5 (\alpha - 80^\circ)] \eta_3(\alpha), \quad (9)$$

ваговими функціями $\eta_i(\alpha)$, ($i=1,2,3$), які мають, подібно до частотних фільтрів, наступний вигляд:

$$\eta_1(\alpha) = \frac{1}{1 + \left(\frac{\alpha}{60}\right)^n}, \quad \eta_2(\alpha) = \frac{1}{1 + \left(\frac{60}{\alpha}\right)^n} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{\alpha}{80}\right)^n}, \quad \eta_3(\alpha) = \frac{1}{1 + \left(\frac{80}{\alpha}\right)^n}. \quad (10)$$

Для більш точної моделі:

$$\hat{a}'(\alpha) = \begin{cases} \beta_1 + \beta_2 \alpha + \beta_3 \alpha^2, & \alpha \in [0, 60^\circ] \\ \beta_4 + \beta_5 (\alpha - 70^\circ) + \beta_6 (\alpha - 70^\circ)^2 + \beta_7 (\alpha - 70^\circ)^3, & \alpha \in [60^\circ, 80^\circ] \\ \beta_8 + \beta_9 (\alpha - 80^\circ) + \beta_5 (\alpha - 80^\circ)^2 + \beta_5 (\alpha - 80^\circ)^3, & \alpha \in [80^\circ, 90^\circ], \end{cases} \quad (11)$$

з тими ж ваговими функціями $\eta_i(\alpha)$, в залежності від n , відносні СКП змінюються від 8,6 (для $n = 20$) до 1,2 (для $n = 40$).

Якщо не лінійність багатовимірної кусково - поліноміальна, то її об'єднання в єдину аналітичну досягається аналогічно одномірній, тільки функції ваги $\eta_1(x_1, \dots, x_k, x_m)$, де x_k - незалежні змінні, задаються у вигляді

добутків часткових функцій $\eta_{ij} = \eta_i(x_j)$:

$$\eta_1(x_1, \dots, x_m) = \eta_{j1}(x_1) \cdot \eta_{j2}(x_2) \cdot \dots \cdot \eta_{jm}(x_m). \quad (12)$$

Висновки

Таким чином за допомогою вагових функцій – аналогів частотних фільтрів кусково-нелінійні одно- та багатовимірні залежності можуть бути об'єднані в єдину аналітичну залежність без суттєвого ускладнення її структури.

*Н.Ф. Туцицин, канд. техн. наук
(Национальный Авиационный Университет, Украина, г. Киев)*

О НЕОБХОДИМОМ ОБЪЕМЕ И ФОРМЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ВНЕШНЕМУ ПИЛОТУ НА ЭКРАНЕ ТРЕНАЖЕРА

В статье проведен анализ необходимого объема и формы представления информации внешнему пилоту на экране тренажера. Определен порядок и форма представления необходимой и дополнительной информации.

Введение. Работа над тренажёром начинается одновременно с началом проектирования нового самолёта или БВС. Для эффективного управления БВС и проведения безопасных полетов необходимо, по мере того как меняется и совершенствуется его конструкция, постоянно уточнять, и соответственно менять пара-метры тренажёра. Это относится и к необходимому объему и форме представле-ния информации внешнему пилоту (ВП) на экране тренажера (ЭТ).

Разработанная в России (ЦАГИ) программа DeskSim (имитатор приборной доски) позволяет из "заготовок" (стрелок, шкал, счётчиков, табло) создавать макеты приборной доски (информационно-управляющего поля) и, как в мозаике, менять расположение приборов по рекомендациям пилотов. Положено начало аналогичной программы и в Украине [1].

Постановка задачи. Заданный объем и форма представления информации ВП на экране тренажера может отличаться от того объема и формы представления информации, которая необходима тренажеру пилота воздушного судна (ПВС). Эта особенность обусловлена тем, что форма представления информации тренажера ПВС строго привязана к приборной доске кабины воздушного судна. А при разработке информационно-управляющего поля ВП появляется больше возможностей для учета последних научных достижений в области эргономики, психологии ВП и его юзабилити*.

Проведение анализа этих возможностей и обоснование рекомендаций по объему и форме представления информации ВП на экране тренажера составляет задачу данной работы.

Методы решения задачи. Проектирование размещения данных на ЭТ предполагает выполнение следующих действий: 1) Определение состава информации, которая должна появляться на экране; 2) Выбор формата представления информации; 3) Определение взаимного расположения данных (или объектов) на экране; 4) Выбор средств привлечения внимания пользователя; 5) Разработка макета размещения данных на экране; 6) Оценка эффективности размещения информации.

Из всего перечня областей знаний, от которого зависит эффективное решение поставленной задачи, необходимо выделить наиболее приоритетные.

* Международный стандарт ISO 9241-11 определяет **юзабилити** как степень, с которой продукт может быть использован определёнными пользователями при определённом контексте использования для достижения определённых целей с должной эффективностью, продуктивностью и удовлетворённостью.

Рассматриваемые в данной работе типы БВС не являются летательными аппаратами одноразового применения, имеют значительную стоимость и должны с заданной вероятностью выполнять поставленные перед ними задания.

А одной из первоочередных задач, стоящих перед ВП, является сохранение БВС на всех режимах его полета. Для обеспечения сохранности БВС следует информировать ВП не только о текущих аэродинамических характеристиках БВС, динамике его полета и прочностных ограничениях конструкции БВС, но и степени приближения заданных характеристик полета к их предельным (критическим) значениям.

А) Обязательной информацией, которая должна всегда присутствовать на экране тренажера, является та, что может привести к критическим режимам полета. Естественно, что данные режимы зависят от типа БВС, его назначения и т.д. Вместе с тем, можно выделить параметры полета, общие для всех БВС «самолетного» типа, осуществляющих взлет и посадку с помощью шасси, которые следует контролировать ВП. Другие параметры полета целесообразно выводить на экран тренажера дополнительно, например, используя многооконный интерфейс.

В качестве характерных примеров рассмотрим два параметра полета БВС: угол атаки α и величина полной (суммарной) перегрузки n_s , отсутствие визуализации которых на экране тренажера может привести к потере БВС либо за счет потери устойчивости и управляемости, либо – при разрушении его конструкции.

Как при выполнении реального полета БВС, так и работе на тренажере, ВП, при получении аудио или визуального сигнала о приближении к максимально допустимому значению угла $\alpha_{доп}$ должен быстро устранить опасную ситуацию за счет устранения причины выхода на критический угол атаки. Чтобы найти и устранить причину данной ситуации, целесообразно вывести (при малых углах γ) на ЭТ, не только углы ϑ , δ_B и θ , но и текущую величину угловой скорости ω_z , значение $\dot{\theta}$. При углах γ более, чем $10 \div 15$ градусов желательно также контролировать величину угловой скорости ω_y .

При возникновении аналогичной ситуации на воздушном судне ПВС нет необходимости выводить ЭТ и анализировать такой объем информации, поскольку часть ее, в частности, большие значения ω_z , ω_y , угла ϑ ПВС сам может почувствовать.

Попытка ВП устранить опасную ситуацию только за счет уменьшения угла δ_B приведет к увеличению скорости БВС V_{BC} и может вывести ЛА на другой предельный режим полета, например, режим полета при максимальном скоростном напоре q_{maxmax} . Очевидно, что значение $\alpha_{доп}$ зависит от высоты полета H и воздушной скорости БВС, которые также необходимо контролировать во время всего полета. При получении ВП сигнала о приближении БВС к предельному значению полной перегрузки $n_{сnp}$ следует вывести на ЭТ значения осевых перегрузок: n_x , n_y , n_z . Затем, после анализа их текущих значений, выделить максимальную осевую перегрузку и вывести на

ЭТ параметры соответствующего канала управления. Так, например, в случае, если $n_v > n_z$ и $n_v > n_x$ следует проанализировать, а эти параметры постоянно должны быть на ЭТ, и скорректировать значения угла α , V_{BC} и H .

Дополнительно ВП следует вывести на ЭТ и, при необходимости, скорректировать величину ω_z .

Б) Рациональное размещение данных на экране является важным, но не единственным средством обеспечения удобства и естественности пользовательского интерфейса. Так, например, в работе [2] сформулированы основные рекомендации по размещению информации на экране дисплея:

1. Размещая информацию на экране дисплея, надо учитывать движение глаза от верхнего левого угла взад-вперед по экрану к правому нижнему углу.

2. Логически связанные данные целесообразно группировать и отделять от других групп данных. Если функциональные зоны невозможно разделить пробелами через малую величину экрана, их следует выделить разными цветами, формой, яркостью и т.п.

3. Важное сообщение обычно размещают в центре поля или отделяют его пробелами от другой информации, применяют для него яркие цвета. Если есть несколько данных привлекают внимание, их лучше размещать не в центре изображения, а в разных его третях.

4. Однородные связанные данные следует кодировать одной цветовой гамме. Ярким цветом выделяют важные сообщения, другими оттенками - другую информацию.

При анализе работы ВП необходимо учитывать, что глаз обладает определенным углом зрения, которое обеспечивает поле благоприятного восприятия [3]. Максимальный угол восприятия глаза 57 градусов, оптимальный - 35-40 градусов. Если экран находится на расстоянии в среднем 35-40 см от глаз, то оптимальный размер изображения составляет 15 - 18 см по высоте и 10-14 см по ширине (учтены особенности бинокулярного зрения).

Важен не только благоприятный размер, но и определенное размещение особо важных элементов в композиции. Наш взгляд, за счет фокусировки, концентрирует внимание на достаточно небольшой зоне, а остальную, ближе к краям как бы размывает. На самом деле мозг просто отмечает эту информацию. Принципы представления информации на экране дисплея [4] показаны в Табл. 1.

Существуют определенные методы форматирования экрана, однако их рассмотрение выходит за рамки данной работы. Существуют также правила, регулирующие плотность расположения данных на экране (или в пределах окна):

- оставлять пустым приблизительно половину экрана (окна);
- оставлять пустую строку после каждой пятой строки таблицы;
- оставлять четыре-пять пробелов между столбцами таблицы.

Рекомендуется оставлять между элементами в группе промежутков, равный, по крайней мере, четырем дискретам, а расстояние до края окна и между группами должно быть не менее семи дискрет.

Элементы управления в панели инструментов следует по возможности располагать так, чтобы от края панели до края окна оставался промежуток,

равный по меньшей мере, ширине рамки окна. Между элементами самой панели должно быть не менее четырех дискрет высоты (если не группируется набор связанных кнопок).

В некоторых случаях, например, когда кнопки панели инструментов используются подобно набору переключателей, они могут располагаться слитно (без промежутка).

Таблица 1.

Принципы представления информации на экране дисплея.

Принципы размещения информации на экране монитора	Краткая информация
Принцип пропорции	Принцип пропорции определяет оптимальные соотношения между размерами объектов и их размещением в пространстве. Принцип пропорции требует, чтобы различные объекты не были хаотично разбросаны по экрану, а сгруппированы в определенных зонах, которые должны отделяться друг от друга
Порядок	Порядок означает такую организацию расположения объектов на экране, которая учитывает движение глаз. Установлено, что глаз начинает движение от левого верхнего угла экрана построчно взад - вперед по экрану к правому нижнему углу.
Акцентирование	Акцентирование - это выделение на экране наиболее важного объекта, который должен быть воспринят в первую очередь (правило, закон, инструкция по выполнению действий и пр.)
Принцип равновесия	Принцип равновесия предусматривает равномерное распределение оптической тяжести изображения на экране. Считается, что уравновешенное изображение создает у пользователя ощущение стабильности, а неуравновешенное может вызвать стресс
Принцип единства	Принцип единства требует, чтобы элементы изображения выглядели взаимосвязанными, соотносились по размеру, форме, цвету

Выводы: Проведен анализ необходимого объема и формы представления информации на ЭТ для ВП. В качестве обязательной информации необходимо выводить на ЭТ: величины $\alpha, \beta, \gamma, \vartheta, \Psi$, H , VBC , ns , углы отклонения рулевых поверхностей и параметры двигательной установки. Дополнительная информация выводится по мере необходимости.

Список литературы

1. Тупіцин М.Ф., Юрченко А.С. The substantiating a number of recommendations at creation of simulator for UAV operator training / Тези доповіді 2-st International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control” Ukraine, Kyiv, October, 9-12, 2012. P. 72-75.
2. Латышев В.Л. Дизайн информации на экране и экология работы на компьютере / В.Л. Латышев // Прикладная Геометрия / Инженерная Графика / Компьютерный Дизайн. – 2006. – № 3(15). – С. 33–38.

*В.Н. Федосенко, В.М. Синеглазов, д.т.н., проф.
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Рассмотрены принципы автоматизированного проектирования «чистых» помещений. Предложена структура системы автоматизированного проектирования «чистых» помещений для микроэлектронной промышленности.

В последние годы наблюдается неуклонный рост потребности в чистых производственных помещениях все более высокого качества, что обусловлено влиянием даже субмикронных частиц на обеспечение функционирования изделий или значительным снижением срока их службы. Требование к пространству, в котором должны быть обеспечены почти идеальные условия для реализации технологических процессов при производстве микроэлектроники были и остаются очень жесткими. Высокое качество изделий, постоянная борьба за повышение производительности требуют точного контроля и координации между технологическим оборудованием, инженерным обеспечением и организацией работ, и всё это базируется на точном соблюдении параметров окружающего пространства, основывающимся, в свою очередь, на современных технологиях «чистых» помещений. Под «чистым» помещением понимается помещение, в котором контролируется счетная концентрация аэрозольных частиц которое построено и используется так, чтобы свести к минимуму поступление, генерацию и накопление частиц внутри помещения и в котором при необходимости контролируются другие параметры, например, температура, влажность и давление.

«Чистые» помещения классифицируются по степени чистоты воздуха в них. «Чистые» помещения можно разделить на четыре типа: турбулентно вентилируемое «чистое» помещение, чистое помещение с однонаправленным воздушным потоком, «чистое» помещение со смешанным потоком, изоляторы или минизоны.

Производители приборов микроэлектроники очень широко используют «чистые» помещения. Это в первую очередь связано с производством монокристаллического кремния.

В общем случае производство интегральных микросхем можно разделить на три фазы: производство материалов, изготовление пластин, сборка с испытаниями и измерениями. На каждом из этих этапов можно выделить причины, обуславливающие возникновение дефектов готового изделия:

– производство материалов: любое загрязнение, появляющееся на этом этапе, попадает в слиток и становится причиной сбоя в процессе выращивания монокристалла или появления нежелательных электрических свойств пластины, попадание на поверхность пластины подвижных ионов или легирующих добавок при высоких температурах приводит к внедрению этих элементов внутрь кристаллической структуры и нарушению заданных электрических свойств;

– производство пластин: наличие частиц, превышающих минимальный критический размер, растворенные в деионизированной воде вещества приводят к появлению дефектов;

– сборка и тестирование: наличие больших проводящих частиц, которые могут замкнуть выводы между собой, попадание масла или другого вещества на поверхность микросхемы может нарушить герметичность, пленки или частицы на поверхности могут препятствовать получению хороших электрических контактов и быть причиной ошибочных показаний при тестировании.

Особенности проектирования «чистых» помещений для электронной промышленности в первую очередь связаны с вентиляцией.

с целью недопущения проникновения паров кислот в другие производственные помещения предусматривается контроль перепада давления воздуха между следующими помещениями:

- чистый коридор – коридор;
- чистый коридор – отделение сушки сырья;
- чистый коридор – чистый коридор;
- чистый коридор – отделение компоновки «*n*»;
- чистый коридор – отделение компоновки «*Si-poli*»;
- зона обслуживания – отделение компоновки «*p*»;
- зона обслуживания – отделение травления сырья.

В «чистом» помещении однонаправленный воздушный поток движется от потолка, состоящего из высокоэффективных фильтров, вниз через пол чистого помещения. Этот тип чистого помещения обычно используется для помещений площадью более 1000 м. В некоторых проектах возврат воздуха осуществляется через камеры, расположенные под фальшполом, в то время, как в других вариантах имеются большие подпольные пространства для технического обслуживания.

В «чистом» помещении зального типа потолок из высокоэффективных фильтров снабжает чистым воздухом всю комнату безотносительно к реальным нуждам. Воздух лучшего качества необходим там, где находится изделие, а в других местах будет приемлем и менее чистый воздух. На базе такой концепции проектируются более дешевые чистые помещения, в которых сервисные коридоры, соответствующие более низкому классу чистоты, чередуются в виде «гребенки» с чистыми туннелями более высокого класса, где и проходит работа с продукцией.

Оборудование встроено в перегородки так, чтобы подвод трубопроводов находился в сервисных коридорах. Обслуживающий персонал может получить доступ к технологическому оборудованию, не входя в чистое помещение, где проводится технологический процесс по производству микроэлектроники. В чистых помещениях зального типа это также возможно, но требует установки дополнительных стеновых перегородок, обеспечивающих выделение чистых туннелей и сервисной зоны. Такие перегородки можно демонтировать и вновь собирать в разных конфигурациях по мере необходимости.

В «чистых» помещениях проектируется однонаправленный поток воздуха. Схема воздухораспределения в производственных «чистых» помещениях – сверху-вниз-в сторону, в коридорах – сверху-вниз-вверх.

Очистка воздуха, подаваемого в помещения класса чистоты 100000, запроектирована трехступенчатой.

На первой ступени предусматривается карманный фильтр класса G4, на второй – F7, на третьей – класса H13 (высокоэффективный фильтр HEPA).

Фильтры устанавливаются:

первая ступень – на входе в кондиционер;

вторая ступень – на выходе из кондиционера;

третья ступень – непосредственно перед воздухораздаточными устройствами.

Подача отфильтрованного воздуха поддерживает положительный перепад давления в помещениях более высокого класса чистоты с учетом эксфильтрации воздуха через щели дверного проема 7,5 – 25 Па по отношению к окружающим зонам более низкого класса.

В помещениях тамбуров подается воздух для создания и поддержания избыточного давления в них 20 Па.

Общеобменная вытяжная вентиляция из отделения травления B5 обеспечивает восьмикратный воздухообмен, необходимый на случай возможной аварии в этом помещении и поэтому является в том числе и аварийной. Вентагрегаты системы B5 (AB) запроектированы с автоматическим включением резерва. Включение вентагрегатов данной системы заблокировано с газоанализаторами.

Для локализации вредных веществ над технологическим оборудованием проектируются местные отсосы.

Предусматривается контроль концентрации паров фтористой и азотной кислот и в помещениях модуля химии и компоновки.

С целью обеспечения минимальной 50 %-й производительности в системах кондиционирования «чистых» помещений запроектировано по две рабочих установки.

Вытяжная система местных отсосов B4 предусматривается с резервным вентагрегатом. Резервный вентагрегат автоматически включается при остановке рабочего автоматического включения резерва.

Воздух системы B1 перед выбросом в атмосферу проходит через карманный фильтр класса G4 для очистки от кремниевой пыли.

В сервисную зону обычно подается меньшее количество воздуха, и его чистота соответствует более низкому классу. Чистые туннели могут быть спроектированы так, чтобы обеспечить разные классы чистоты. Однонаправленный воздушный поток может идти от потолка или стены, поверхность которых целиком состоит из фильтров; в системах, не требующих самого высокого класса чистоты, фильтры могут не занимать 100 % поверхности.

С целью повышения уровня чистоты в полупроводниковом производстве используются минизоны. В минизонах для изоляции наиболее

чувствительного загрязнения или критического производственного участка применяется физический барьер (как правило, ограждение из стекла, пластиковой плёнки или листов).

Системы мониторинга и сигнализации в полупроводниковом производстве имеют очень высокий приоритет, а при проектировании им уделяется огромное внимание. Проектировщик должен принять во внимание:

- чистоту и физическое состояние жидкостей, технологических газов и окружающего воздуха;
- безопасность персонала, завода и технологического оборудования;
- объём и качество выпускаемой продукции;
- отношение с населением, а также возможные выбросы сильно пахнущих и токсичных веществ;
- требования государственных органов надзора по проведению контроля, измерений и записи параметров;
- состояние оборудования и технологических систем, а также предотвращение несанкционированного доступа к системам контроля и управления.

Очевидно, что одна система не может контролировать все эти факторы одновременно, Разработка такой системы была бы не менее, если не более сложной по сравнению с разработкой технологии производства самих изделий.

Проектирование чистых помещений предусматривает проектирование систем контроля.

Выводы:

Предложен подход к автоматизированному проектированию чистых помещений в микроэлектронной промышленности основанный на использовании системного подхода и метода декомпозиции общей задачи на отдельной подзадачи. Определен перечень систем контроля, обеспечивающих функционирование чистых помещений.

Список литературы

1. Вильям У. Проектирование чистых помещений / У. Вильям. – М.: Клинрум, 2004. – 360 с.

*Н.К. Филяшкин, к.т.н., проф.
(Национальный Авиационный Университет, Украина, г. Киев)*

НАВИГАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ПОВЫШЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Рассматриваются способы повышения надежности пилотажно-навигационного обеспечения полета беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Предложены субоптимальные алгоритмы интеграции информационных систем повышенной надежности, базирующиеся на методах максимума правдоподобия и схемах компенсации с переменной структурой.

Актуальность исследования. Для микро-беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), вес которых не превышает 10 кг остро стоит проблема массогабаритных характеристик бортового оборудования. Поэтому для таких БПЛА принято в качестве центрального звена навигационного комплекса, использовать инерциально-спутниковую навигационную систему (ИСНС) основным ядром которой является микромеханическая бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) интегрированная со спутниковой системой (СНС).

Однако в условиях ограниченной видимости спутников, а также при потере информации от СНС для получения приемлемого навигационного решения исходных данных не хватает. Поэтому в данном случае существует угроза потери информационного обеспечения полета БПЛА и как следствие потери самого БПЛА (грубая БИНС не в состоянии обеспечить БПЛА пилотажно-навигационной информацией необходимой точности даже на незначительных промежутках времени). Таким образом, исследования направленные на повышение надежности навигационного обеспечения полета БПЛА являются весьма актуальными.

Постановка задачи. В целом постановка задачи формулируется как формирование структуры и разработка алгоритмов работы интегрированного навигационного комплекса БПЛА с повышенной надежностью навигационного обеспечения. При этом повышение надежности навигационного обеспечения реализуется за счет усиления фактора избыточности путем альтернативного использования возможностей существующего информационного обеспечения, а также за счет новых подходов к проблемам комплексирования пилотажно-навигационной информации.

Решение задачи.

Для повышения надежности измерений параметров угловой ориентации предлагается использовать информацию не только от инерциальной системы, но и от альтернативных не гироскопических источников этой информации. При получении такой информации могут быть использованы магнитометрический, аэродинамический, акселерометрический [4] и пирометрический [3] методы измерения углов крена и тангажа.

Полученная от различных источников информация о параметрах угловой ориентации подвергается алгоритмической обработке. На первом этапе, используя алгоритмы мажоритарной логики, отбрасывается информация «резко» отличающаяся от усредненного значения остальных источников информации. Оставшаяся информация обрабатывается по алгоритмам метода максимума правдоподобия [1]:

$$\hat{\mathbf{X}} = (\mathbf{H}^T \mathbf{R}_z^{-1} \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^T \mathbf{R}_z^{-1} \mathbf{Z}$$

тут \mathbf{H} – матрица наблюдения; \mathbf{Z} – вектор, компонентами которого являются реализации вектора измерения (значения параметров угловой ориентации, полученные от различных источников); $\hat{\mathbf{X}}$ – оценка вектора состояния, \mathbf{R}_z – корреляционная матрица ошибок измерителей.

Варьируя компоненты корреляционной матрицы \mathbf{R}_z , можно изменять степень доверия к тому, или другому методу измерения углов крена и тангажа. Полученные оценки параметров угловой ориентации используются для коррекции углов крена и тангажа численных в БИНС, а также полученных с использованием магнитометрического метода.

Наличие в составе ИССН магнитометра, который обеспечивает коррекцию неустойчивого азимутального канала БИНС, и блока датчиков давления, формирующих информацию о барометрической высоте полета H_6 для коррекции вертикального канала БИНС предоставляет возможность сформировать в составе интегрированного навигационного комплекса еще одну навигационную систему – аэротрическую (АНС).

В АНС, используя информацию о статическом $P_{ст}$ и динамическом $P_{дин}$ давлении, рассчитывается истинная воздушная скорость $V_{ист}$

$$V_{ист} = N \sqrt{T_r} (P_{дин} / P_{ст})^m$$

здесь – N постоянная величина ($R_{уд}$ – удельная газовая постоянная, k – показатель адиабаты); T_r – температура заторможенного потока; m – показатель степени (величина постоянная).

В основном режиме работы навигационного комплекса в вычислители АНС по информации об оцененных составляющих путевой скорости, используя вычисленное значение истинной воздушной скорости и текущего курса, вычисляются и запоминаются: U – скорость ветра и δ - направление ветра.

Наличие информации о параметрах ветра позволяет использовать аэротрический алгоритм счисления навигационных параметров

$$\varphi = \varphi_0 + \int \frac{V_{ист} \cos \psi + U \cos \delta}{R_3} dt; \quad \lambda = \lambda_0 + \int \frac{V_{ист} \sin \psi + U \sin \delta}{R_3 \cos \varphi} dt,$$

тут φ , φ_0 , λ , λ_0 – текущие и начальные географические координаты местонахождения БПЛА; $(V_{ист} \cos \psi + U \cos \delta)$, $(V_{ист} \sin \psi + U \sin \delta)$ – составляющие путевой скорости; R_3 – радиус Земли, ψ – текущий курс.

Дополнительная навигационная информация позволяет существенно повысить уровень надежности навигационного обеспечения, а при исчезновении или зашумлении сигналов СНС продолжать дальнейшее

выполнение полетного задания, реализуя воздушно-инерциальный метод числения пути.

В существующих ИССН оценка параметров, характеризующих вектор состояния БПЛА реализуется по результатам расширенной калмановской фильтрации. По результатам оценки осуществляется коррекция БИНС.

Поскольку в рассматриваемом варианте навигационного комплекса предполагается независимая оценка параметров угловой ориентации, то использовать в алгоритмах комплексирования навигационных систем расширенный вектор состояния нецелесообразно. Достаточно провести оценку только наблюдаемых составляющих вектора состояния: координат и составляющих скорости БПЛА, используя, например, редуцированный фильтр Калмана.

Однако при всей своей привлекательности комплексирование на основе калмановской фильтрации требует значительных затрат процессорного времени для выполнения расчетов. Кроме того, по мнению ряда ученых, существуют проблемы, возникающих на этапах бортовой реализации фильтра. Главная из них это феномен дивергенции (расходимости).

В работе предложено комплексирование избыточной навигационной информации на борту БПЛА осуществлять не на основе редуцированного фильтра Калмана, а используя схему компенсации (рис.1), которая хорошо себя зарекомендовала на практике, например в инерциально-доплеровских системах навигации.

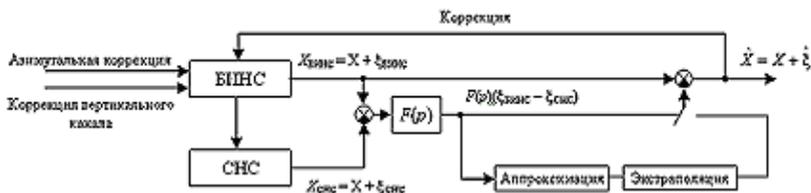


Рис.1

Также как и при реализации калмановской фильтрации, получаемые с выхода фильтра оценки погрешности БИНС, используются для коррекции навигационных параметров БИНС, предусмотрена и внешняя коррекция азимутального и вертикального каналов БИНС. Как и при реализации калмановской фильтрации предусмотрена экстраполяция ошибок корректируемой навигационной системы.

Алгоритм комплексной обработки информации, использующий метод компенсации, имеет по сравнению с оптимальной калмановской фильтрацией достаточно простой вид [1]:

$$\hat{X} = X_{\text{БИНС}} - F(p)(X_{\text{БИНС}} - X_{\text{СНС}})$$

где $F(p)$ – динамический фильтр схемы компенсации; $X_{\text{БИНС}}$, $X_{\text{СНС}}$ – навигационные параметры (координаты и составляющие скорости), формируемые БИНС и СНС; \hat{X} – оценка данного навигационного параметра.

Исследования показали, что использование в схеме компенсации фильтра Баттерворта первого порядка – фильтра, который применяют в

существующих вариантах комплексирования, дает ошибку оценки, превышающую в несколько раз шумовую составляющую ошибки опорной – спутниковой системы навигации. Это происходит из-за искажения низкочастотной составляющей ошибки грубой корректируемой системы.

Для устранения этого недостатка был синтезирован фильтр схемы компенсации по методике, использующей метода регуляризации [2] в виде:

$$F(p) = \frac{3Tp + 1}{(Tp + 1)(Tp + 1)(Tp + 1)}.$$

Для такого фильтра ошибка комплексной обработки информации $\hat{\xi} = [1 - F(p)]\xi_{\text{БИНС}} + F(p)\xi_{\text{СНС}} = \xi_{\text{БИНС}} - F(p)(\xi_{\text{БИНС}} - \xi_{\text{СНС}})$ содержит только сглаженную (отфильтрованную) шумовую составляющую высокоточной СНС.

Погрешности оценок при использовании рекуррентного фильтра Калмана и синтезированного фильтра практически не отличаются.

Предлагаемые схемы комплексирования используются как в ИСНС, так и в спутниково-аэрометрической навигационной системе. Полученные оценки навигационных параметров подвергаются дополнительной обработке с использованием метода максимума правдоподобия:

$$\hat{\mathbf{X}}_m = (\mathbf{H}^T \mathbf{R}_z^{-1} \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^T \mathbf{R}_z^{-1} \mathbf{Z}.$$

При этом коэффициенты $\sigma_{\text{ИСНС}}, \sigma_{\text{АМНС}}$ корреляционной матрицы \mathbf{R}_z выбираются одинаковыми.

После пропадания сигналов спутниковой системы БИНС и АМНС переходят в автономный режим работы, использую для сохранения приемлемой точности работы, экстраполируемые значения эволюций своих погрешностей. При этом, за счет изменения коэффициент $\sigma_{\text{ИСНС}}$ корреляционной матрицы \mathbf{R}_z , степень доверия к информации БИНС со временем снижается. При длительном радиомолчании комплекс переходит на аэрометрическое счисление навигационных параметров.

После восстановления работы СНС комплекс переходит в основной режим работы. Исследования показали, что погрешности счисления координат навигационного комплекса не превышают 150...200м за 5 мин автономного режима работы. Этого достаточно для завершения полетного задания и возврата в зону посадки без потери летательного аппарата.

Выводы. Предлагаемый подход к построению навигационных комплексов малых БПЛА предполагает возможности получения дополнительной информации о параметрах движения объекта от входящих в комплекс функциональных блоков, используя ее как избыточную в алгоритмах комплексирования, базирующихся на методах максимума правдоподобия и схемах компенсации с переменной структурой, обладающих надежной устойчивостью алгоритмов оценивания. Такой подход существенно повышает надежность информационного обеспечения полета БПЛА в автономном режиме работы навигационного комплекса.

Список литературы

1. Ф.М. Захарін, В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін. Алгоритмічне забезпечення інерціально- супутникових систем навігації. К.: Вид-во НАУ, 2011.

2. Тихончук С.Т., Михайлов Д. Б. Регуляризованный метод восстановления зашумленных сигналов. Деп. в УкрНИИНТИ 11.03.91, № 313-Ук91

3. Co-Pilot Flight Stabilization System» – URL: <http://fmadirect.com/Detail.html>.

4. Mark Euston, Paul Coote, Robert Mahony. A complementary filter for attitude estimation of a _xed-wing uav with a low-cost imu. In 6th International Conference on Field and Service Robotics, July 2007.

*В.В. Цілицький, В.М. Синеглазов, д.т.н., проф.
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

ЗАДАЧА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Розглядається система підтримки прийняття рішень при пожежах.
Описується основа системи – нейронна мережа. Розглянуто переваги та
недоліки використання нейронної мережі у системі підтримки прийняття
рішень.*

Вступ: Останнім часом в Україні все більш актуальною постає проблема боротьби з надзвичайними ситуаціями техногенного та природного характеру, що виникають в результаті пожеж, вибухів, аварій на хімічно небезпечних об'єктах, зсувів, катастрофічних повеней тощо, кожен рік матеріальні збитки та кількість жертв від них неухильно зростають і досягають значних розмірів.

За статистикою протягом січня 2013 року в Україні зареєстровано 3729 пожежі, внаслідок яких загинуло 330 людей (з них 6 дітей). Матеріальні втрати від пожеж склали 179 млн. 934 тис. грн. Кожного дня внаслідок пожеж гинуло 11 і отримувало травми 5 людей, гинула 1 худоба, вогнем знищувалось 56 будівель та 8 одиниць техніки.

За період, що аналізується зростання кількості пожеж спостерігається в Волинській (+18,1 %), Закарпатській (+10,8 %), Тернопільській (+8,8 %), Запорізькій (+8,3 %), Луганській (+1,4 %) та Чернігівській (+0,9 %) областях.

Задачі забезпечення надійної охорони об'єктів від вогню та надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру потребують підвищення технічної оснащеності підрозділів МНС України. Тому останніми роками в МНС України, обласних апаратах та аварійно-рятувальних підрозділах МНС України приділяють значну увагу пошуку можливостей придбання нових сучасних пожежних автомобілів, приладів та агрегатів, підвищенню оснащеності бойових обслуг механізованим та електрифікованим інструментом.

Окремо варто звернути увагу на систему підтримки прийняття рішень (СППР), яка дозволяє оператору швидко та безпомилково оцінити ситуацію та прийняти необхідні міри для усунення небезпеки. Такі системи набувають все більшого поширення в різних галузях, пожежна безпека не стала виключенням.

Постановка задачі. Основна ціль даної роботи - розробити СППР для використання операторами у пожежних частинах. Функції системи – розрахунок маршруту руху пожежних бригад до пожежі, розрахунок сил та засобів, необхідних для гасіння. Під час проектування системи користуватимемось такими критеріями: швидкодія, точність та надійність. Вхідні дані – координати датчика, що спрацював, категорія приміщення за вибухопожежною та пожежною безпекою, площа приміщення, наявність

спец засобів та систем автоматичного пожежогасіння на об'єкті, характеристики пожежних стволів. Вихідні дані – оптимальний маршрут руху, площа пожежі, кількість особового складу, рукавів, необхідний об'єм води та пінної суміші, піно генераторів.

Вибір технології реалізації. За основу для СППР можна взяти одну з кількох ідей. Дві найбільш очевидні – це:

1) Використати «Методику розрахунку сил і засобів, необхідних для гасіння пожеж у будівлях і на територіях різного призначення» (Наказ МНС України 16.12.2011 № 1341).

2) Використати нейронну мережу для класифікації надзвичайної ситуації і підібрати спосіб її розв'язання за рахунок попереднього досвіду.

Перший варіант є офіційним рішенням. В наказі містяться таблиці з тактико-технічними характеристиками устаткування та формули для розрахунку сил та засобів, необхідних для гасіння. Основний недолік такого підходу полягає в тому, що ніяк не враховується досвід гасіння пожеж, який був отриманий після виходу наказу. Самі формули склалися за досвідом, безперечно. Але до виходу нового наказу отриманий досвід ніяк не буде врахований. Варто зауважити, що в наказі не враховується характеристика приміщення. Там даються лише основні настанови та способи розрахунку необхідних даних.

Другий варіант – нейронна мережа – складніший для реалізації та впровадження. Оскільки був обраний саме цей варіант, як основа СППР, то варто розглянути переваги та недоліки нейромережі детальніше.

Переваги:

- Паралельність обчислення. Нейронна мережа не поступається швидкості у розрахунках. А для складних моделей навіть показує кращі результати.

- Нейронна мережа стійка до нечітких або зашумлених даних.

- Нейромережа сама знаходить зв'язки між вхідними даними і вихідними. Вона не програмується, а навчається на прикладах. Це значить, що якщо процес дуже складний, або не досліджений на 100%, то легше і надійніше навчити нейронну мережу ніж програмувати алгоритм.

- Нейромережа донавчається в процесі свого функціонування. Це значить, що вона адаптується до нових умов і постійно видає коректні дані. Її розрахунки не застарівають з часом.

Недоліки:

- Основним недоліком є те, що нейронна мережа функціонує як чорна скриня. Її структуру та зв'язки важко інтерпретувати.

Структурно-параметричний синтез. Структурно-параметричний синтез – це процес, в результаті якого визначається структура об'єкта і знаходиться значення параметрів складових її елементів[1]. Очевидно, що цей процес складається з двох етапів: структурний синтез та параметричний синтез. Розглянемо на прикладі нейронної мережі:

1) Структурний синтез – етап, на якому визначається тип мережі, кількість шарів та зв'язків, її структура та алгоритм навчання.

2) Параметричний синтез – налаштування коефіцієнтів (вагів) зв'язків нейронів. Цей етап напряму пов'язаний із навчанням мережі.

Розглянемо мережу з одним прихованим шаром (Рис. 1). Згідно з теоремою Цибенко, штучна нейронна мережа прямого зв'язку (англ. feed-forward; у яких зв'язки не утворюють циклів) з одним прихованим шаром може апроксимувати будь-яку неперервну функцію багатьох змінних з будь-якою точністю. Умовами є достатня кількість нейронів прихованого шару, вдалий підбір параметрів нейронної мережі.

Зазначимо, що проблема прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій напряму пов'язана із класифікацією (класифікація надзвичайних ситуацій і вибір відповідних дій на її основі). Тому в якості базової структури мережі обраний перцептрон Розенблатта. Як відомо із теореми збіжності перцептрон, елементарний перцептрон, що навчається за методом корекції помилки (незалежно від того з квантуванням або без нього), а також незалежно від початкового стану вагових коефіцієнтів, послідовності появи стимулів — завжди приведе до досягнення вирішення за скінченний проміжок часу.

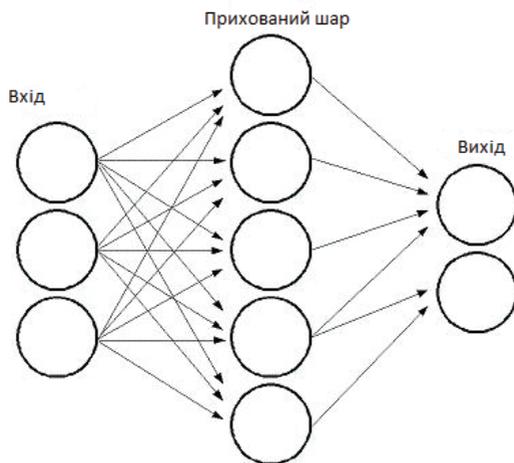


Рис. 1. Приклад нейронної мережі з одним прихованим шаром.

Структурно-параметричний синтез – необхідний крок у побудові нейронної мережі, але мало оптимізований. На кожному кроці виникають певні проблеми. При виборі типу мережі вирішальним фактором є рішення інженера проектувальника, яке в свою чергу залежить від його досвіду. Неправильний вибір типу нейромережі приведе до втрати колосальної кількості часу та неробочих напрацювань. Кількість шарів та зв'язки між ними також обираються проектувальником. Не існує чітких правил, якими треба керуватись на цьому етапі, є лише рекомендації. Отже і тут грає роль людський фактор.

Параметричний синтез навпаки, не вимагає втручання людини. Натомість він споживає велику кількість комп'ютерних ресурсів. Існують спеціалізовані алгоритми навчання, які призначені прискорити цей процес, але все рівно час навчання великих мереж на сьогоднішній день не задовільний.

Одна зі спроб розв'язати частину цих проблем наведена у роботі [2]. У роботі вирішена задача автоматизації побудови нейро-фаззи мереж. Наукова новизна роботи полягає в методі структурно-параметричного синтезу нейро-фаззи мереж на основі дерев розв'язків (ДР), який, для побудованого за навчальною вибіркою ДР, автоматично формує нечітке розбиття ознакового простору і виділяє правила, на основі яких формує структуру мережі і визначає значення її параметрів, що дозволяє синтезувати моделі з невеликою кількістю нейроелементів, які характеризуються високим рівнем узагальнення, і не вимагає рішення задач оптимізації для налаштування значень параметрів моделі.

Для даної СППР вибір входів та виходів не складав труднощів, тому що ці дані були зазначені ще на етапі постановки задачі. Складність викликає лише пошук шляху, тому ця задача була виділена окремо і розв'язувалась хвильовим алгоритмом пошуку оптимального шляху. В якості входів нейромережі залишилися: загальна кількість датчиків в приміщенні, кількість датчиків, що спрацювали, площа приміщення, категорія приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою (існує 5 категорій – А, Б, В, Г, Д, кожній з яких присвоєно своє число, 2, 4, 6, 8, 10 відповідно), наявність системи пожежогасіння (задається як логічна змінна: 0 або 1). До вихідних даних належить маршрут руху пожежних команд до епіцентру пожежі, який розраховується, окремо, площа пожежі і всі інші параметри (кількість особового складу, об'єм води та піни та інше), виходячи із цієї площі та тактико-технічних характеристик наявних пожежних стволів.

Навчання мережі відбувалось за допомогою алгоритму зворотного поширення помилки на вибірці, що була складена за формулами із «Методики розрахунку сил і засобів, необхідних для гасіння пожеж у будівлях і на територіях різного призначення» (Наказ МНС України 16.12.2011 № 1341).

Надійність. Наскільки надійне рішення, на основі нейромережі в порівнянні із формульним? Якщо описувати модель формулами, то потрібно дуже виважено ставитися до вхідних даних. Наприклад, слідкувати за тим, щоб не відбулося ділення на нуль чи не взяти квадратний корінь від'ємного числа. Потрібно ставити фільтри, щоб не допускати зашумлені дані.

Натомість реалізація на основі нейронної мережі відмово стійка як при програмній реалізації, так і при апаратній. У програмній реалізації немає місць, де могли б виникнути непередбачувані ситуації, неможливе ділення на 0. При несприятливих умовах працездатність апаратної нейромережі падає повільно. Наприклад, якщо пошкоджений якийсь нейрон або його зв'язки, виводу інформації ускладнюється. Але приймаючи до уваги розподілену структуру мережі, можна стверджувати, що лише серйозні пошкодження структури нейронної мережі суттєво вплинуть на працездатність мережі.

Висновки:

Використання нейронної мережі у системі підтримки прийняття рішень є виправданим завдяки швидкодії, точності та надійності. Розглянуто СППР для операторів пожежних частин. Оптимальною структурою для вирішення цієї задачі виявився одношаровий перцептрон Розенблатта. Також наведені етапи створення нейронної мережі і спосіб автоматичного вибору структури нейронної мережі на основі дерев розв'язку.

Список літератури

1. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – 2-е изд., стереотип.-М.: Горячая линия-Телеком, 2002.-382с.
2. «Метод структурно-параметричного синтезу нейро-фаззі мереж» Гофман С. О., Олійник А. О., Субботін С. О.

*Е.И. Чумаченко к.т.н., К.С. Муравская, М.В. Папирковский
(НТУУ «КПИ», Украина, г. Киев)
А.С. Юрченко, к.т.н., доц
(Национальный авиационный университет, Украина, г.Киев)*

СИНТЕЗ НЕЙРОСЕТЕЙ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ В ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

*Разработан алгоритм синтеза нейронной сети с заданными свойствами.
Предложено использование данного алгоритма в методах диагностики.*

Повышение эффективности диагностических систем может быть реализовано с помощью использования элементов искусственного интеллекта, в частности, нейронных сетей. Искусственные нейронные сети (ИНС) представляют собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И тем не менее, будучи соединёнными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие локально простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искаженных данных.

Важнейшим этапом при решении задачи с помощью нейронных сетей является выбор топологии нейросети. Выбирать тип сети следует исходя из постановки задачи и имеющихся данных для обучения.

Постановка задачи. Исходные данные:

- 1) Множество решаемых задач S и множество свойств D , необходимых для качественного решения задач из множества S ;
- 2) Множество известных топологий ИНС T и соответствующих им функциональных блоков;
- 3) Множество оценки критериев эффективности ИНС оптимальной топологии R .

Задача. В рамках решения поставленной задачи необходимо:

- выбрать вид топологии на каждом слое;
- решить задачу структурного синтеза:
 - определить порядок слоев ИНС и их количество;

- решить задачу параметрического синтеза:
 - определить весовые коэффициенты;
 - выбрать вид функции активации (в случае если не определен жестко топологией слоя).

Отдельный интерес представляет создание тестирующей системы, позволяющей оценить качество полученного решения. В простейшем случае такая система должна выполнять прогон нейронной сети на тестовой выборке с получением погрешности решения задачи полученной ИНС.

Ограничения. Естественным условием, ограничивающим возможность использования составляющих разных топологий в качестве функциональных блоков в одной нейронной сети, является режим функционирования ИНС, на который рассчитана топология.

При создании нейронной сети для решения определенной задачи возникает необходимость в построении такой топологии сети, которая была бы способна решить ее максимально эффективным способом. Это включает в себя как выбор архитектур, теоретически способных решить данную поставленную перед сетью задания, так и нахождение наиболее качественной среди них. Для решения задачи нахождения оптимальной топологии можно предложить следующий алгоритм:

1. Определение типов нейронных сетей, способных решать текущую задачу. Для начального выбора архитектур воспользуемся следующей классификацией нейронных сетей по типу решаемых заданий:

- a. Ассоциативная память:
 - сеть Хопфилда;
 - сеть Хемминга;
 - двунаправленная ассоциативная память (сеть Коско);
 - рекуррентные нейронные сети (NARX, сети второго порядка, рекуррентный многослойный персептрон);
- b. Кластеризация:
 - модель BSB (Brain - state - in - a - box);
 - самоорганизационные карты Кохонена;
 - когнитрон;
 - неокогнитрон;
 - сети адаптивной резонансной теории (ART - 1, ART - 2);
- c. Классификация:
 - многослойный персептрон;
 - гибридные сет и (TSK, Ванга-Менделя);
 - сети на основе радиальных базисных функций;
 - рекуррентные нейронные сети (временная классификация);
- d. Аппроксимация функций:
 - многослойный персептрон;
 - сети на основе радиальных базисных функций - в задаче аппроксимации функций данный тип сетей по всем характеристикам превосходит многослойный персептрон;
 - гибридные сети;
- e. Управление:

- многослойный персептрон;
- гибридные сети;
- сети на основе радиальных базисных функций;

f. Принятие решений:

- многослойный персептрон;
- гибридные сети;
- сети на основе радиальных базисных функций;

g. Фильтрация:

- рекуррентные нейронные сети (NARX, сети второго порядка, рекуррентный многослойный персептрон);

h. Прогнозирование:

- многослойный персептрон;
- сети на основе радиальных базисных функций.

2. Выбранные архитектуры поддаются дополнительному отбору в зависимости от ожидаемых входных параметров сети. Часто архитектура нейронной сети может работать только с определенным типом входных параметров (например, бинарные или аналоговые данные). На этом этапе проводится отсеивание архитектур сознательно неспособных решить поставленное задание.

3. Для отобранных для решения задания архитектур нейронных сетей необходимо выполнить структурно-параметрический синтез сети.

4. С помощью учебной выборки проводится обучение каждой из полученных нейронных сетей с использованием соответствующего этой сети алгоритма.

5. Для каждой из нейронных сетей проводится расчет критериев эффективности. В случае наличия достаточно большой учебной выборки для формирования проверочного набора можно использовать валидационные оценки для вычисления среднеквадратичной погрешности полученных моделей. В погрешность можно вычислить с помощью алгебраических оценок.

6. Для решения задание выбирается топология, которая владеет наилучшими значениями критериев эффективности.

Использование ассоциативных машин для повышения качества решения задачи нейронными сетями. Ассоциативные машины можно использовать как для уменьшения вычислительной сложности, так и для повышения эффективности решения задачи результирующей нейронной сетью.

Основными компонентами ассоциативных машин являются эксперты. Каждый из них являет собой отдельную нейронную сеть, которая обучается для решения задачи. С помощью объединения результатов работы экспертов можно достичь упрощения топологии экспертов при сохранении общего качества решения задачи, или повысить качество решения задачи.

При обучении с учителем вычислительная простота достигается за счет распределения задачи обучения среди множества экспертов, которые, в свою очередь, разбивают входное пространство на огромное количество подпространств. Комбинацию таких экспертов и называют ассоциативной машиной (committeemachine). По существу она интегрирует знания,

накопленные экспертами, в общее решение, которое имеет приоритет над каждым решением отдельного эксперта.

Ассоциативные машины можно разделить на 2 категории:

1. Статичные структуры (staticstructure). В этом классе ассоциативных машин отзывы разных предикторов(экспертов) объединяются с помощью некоторого механизма, который не учитывает входной сигнал. Поэтому они и получили название "статичные". Эта категория структур работает на основе следующих методов.

- Усреднение по ансамблю (ensembleaveraging). Исходный сигнал вычисляется как линейная комбинация выходов отдельных предикторов.

- Усиления (boosting), при котором слабый алгоритм обучения превращается в алгоритм, который достигает произвольной заданной точности

2. Динамические структуры (dynamicstructure). В этом втором классе ассоциативной машины входной сигнал непосредственно обучаются в механизме объединения исходных сигналов экспертов (благодаря этому свойству данные машины и получили название "динамических"). Можно выделить две разных реализации динамических структур.

- *Смешивание мнений экспертов* (mixtureofexperts), при котором отзывы отдельных экспертов нелинейно объединяются в единственную шлюзовую сеть (gatingnetwork).

- Иерархическое объединение мнений экспертов, при котором отзывы отдельных экспертов нелинейно объединяются с помощью нескольких шлюзовых сетей, организованных в иерархическую структуру.

Динамические ассоциативные машины можно рассматривать как пример модульных нейронных сетей.

Выводы:

Предложен подход к синтезу нейросетей с заданными свойствами. Разработанный подход позволит значительно улучшить эффективность работы диагностических систем и снизить риски принятия неправильных решений.

Список литературы

1. Бодянский Е. В., Руденко О.Г., Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучения, применения.

2. Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Нейроуправление и его приложения Кн 2- М ИПРЖР, 2000 – 272 с ил (Нейрокомпьютеры и их применение)

*А.С. Юрченко, канд.техн.наук
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ РАСЧЕТОВ

В работе рассмотрены некоторые вопросы разбора двумерных математических выражений, возникающих при решении задачи упрощения взаимодействия человека и ЭВМ.

Введение. Для автоматизации математических, инженерно-технических и научных расчётов используются разнообразные вычислительные средства – от программируемых микрокалькуляторов до сверхмощных суперЭВМ. И, тем не менее, такие расчёты для многих остаются сложным делом. Более того, применение компьютеров для расчётов внесло новые трудности: прежде чем начать расчёты, пользователь должен освоить азы алгоритмизации, изучить один или несколько языков программирования, а также численные методы расчётов. Положение существенно изменилось после выпуска специализированных программных комплексов для автоматизации математических и инженерно-технических расчётов. К таким комплексам относятся пакеты программ Mathcad, MatLab, Mathematica, Maple, MuPAD, Derive и др. Mathcad занимает в этом ряду особое положение.

Методы решения. Цель данной работы — показать каким образом можно представлять и вводить в ЭВМ научно-технические тексты, используя значительное число формул, чтобы эти тексты были близки к их первоначальному математическому представлению. Под текстами подразумеваются программы решения задач. Подобное представление дает возможность, с одной стороны, преодолеть языковой барьер для пользователя, а с другой стороны, вводимые тексты и программы с помощью ниже описанного представления будут восприняты, проанализированы, поняты и обработаны ЭВМ, например, будут выполнены вычисления по данным формулам или произведено их аналитическое преобразование.

Возможный путь преодоления языкового барьера между ЭВМ и человеком при решении им научно-технических задач лежит через введение двумерной записи в языки программирования и языки общения с пакетами прикладных программ, что позволит сделать эти языки более понятными и близкими к языку математики, а значит и упростит общение человека с ЭВМ. Обеспечить введение двумерных текстов в ЭВМ можно с помощью алфавитно-цифровых дисплеев, графических дисплеев, а так же читающих автоматов. При вводе с помощью алфавитно-цифровых дисплеев желательно введение дополнительных символов, хотя можно обойтись и существующими наборами. Двухмерность записи требует различной величины круглых (открывающих и закрывающих), фигурных скобок, знака суммы ряда и т.д. Эти знаки будут составляться из совокупности элементарных символов. Определенное неудобство такого представления математических формул

связано с необходимостью представления некоторых знаков в виде совокупности элементарных символов. Однако это не настолько сложно, как может показаться на первый взгляд. Правила записи двумерных выражений достаточно просты и не вызывают особых трудностей при их использовании. Время ввода математических формул указанным способом будет незначительно отличаться от времени ввода соответствующих одномерных представлений этих формул.

Достоинства двумерного представления — наглядность, простота и близость вводимых текстов к математическим. Рассмотрим, как вводить математические формулы с помощью графического дисплея, чтобы они могли быть восприняты, проанализированы и обработаны ЭМВ, поскольку, если не наложить описываемых ниже ограничений, то вводимые тексты не будут поняты и проанализированы ЭМВ. Ограничение заключается в следующем. Графический дисплей будет работать подобно алфавитно-цифровому дисплею при вводе алфавитно-цифровой информации с использованием двумерной записи, за исключением ввода математических символов, требующих различной величины, таких как знак суммы ряда, интеграл, знак дроби и т.д. Эти знаки будут нарисованы на экране с использованием возможностей графического дисплея как непрерывные знаки, однако они будут занимать определенные знакоместа относительно курсора. В ЭМВ будут введены эти знакоместа, имеющие коды, указывающие, что эти знакоместа отведены под какой-либо математический символ. Графический дисплей должен обеспечивать возможность увеличения (уменьшения) этих непрерывных знаков как по высоте, так и по ширине, при этом число знакомест увеличивается (уменьшается). Таким образом, эти непрерывные знаки преобразуются в знаки состоящие из элементарных символов. В результате преобразования информация с графического дисплея на дальнейшую обработку поступает так, как если бы эта информация была подана с алфавитно-цифрового дисплея.

Для случая читающего автомата представлять вводимую информацию будем аналогично случаю представления для графического дисплея с той разницей, что сам пользователь на листах в «клеточку» рисует вводимую информацию с учетом двумерности записи. Читающий автомат вводит эту информацию в ЭМВ и преобразует к виду, который имеет место для алфавитно-цифрового дисплея. Указанные ограничения на ввод информации в ЭМВ приемлемы и позволяют ей проанализировать введенное. Основную трудность при этом для ЭМВ представляет собой анализ математических формул и выражений, так как необходимо учитывать двумерность записи выражений, разбор которых существенно сложнее разбора одномерных записей. Алгоритм анализа арифметических выражений для случая одномерной записи используются в существующих трансляторах с языков высокого уровня.

Для анализа двумерных математических выражений, которые введены в ЭМВ, в работе предлагается соответствующий алгоритм разбора, программа которого разрабатывается и отлаживается на C++. Рассмотрим краткое описание. Для анализа математических выражений используется стек

действий ,число записей в котором фиксируется указателем стека действий (УСД). Каждая запись стека содержит характеристики ,определяющие прямоугольник. К ним относятся координаты сторон прямоугольника ,координаты текущей точки поиска ,а также характеристики формируемого представления . Например, если этим представлением является фортрановское, то такими характеристиками служат номер формируемой строки и смещение в этой строке .В стек действий также помещается значение переменной завершения обработки прямоугольника ,показывающей ,каким знаком или знаками необходимо окончить формирование фортрановского оператора ,если завершен анализ текущего прямоугольника. Эта переменная является глобальной переменной нижеописанной процедуры разбора.

Разбор арифметического выражения ведется путем разбиения его двумерного представления на прямоугольники с дальнейшим анализом этих прямоугольников. Разбор арифметических выражений ведется в прямоугольнике слева на право до достижения правой границы прямоугольника . Анализ арифметического выражения начинается с процедуры, которая определяет наличие символов в прямоугольнике, выделяет основную линию —одномерную строку или останавливается перед совокупностью символов ,что говорит о том ,что дальше следует двухмерная запись.

В случае анализа двумерной записи выполняется проверка: следует ли дальше дробь ,большая открывающая скобка(она строиться из элементарных символов и может быть произвольной высоты), корень, знак суммирования ряда или абсолютной величины. Если найдена дробь ,то выполняется процедура обработки дроби ,которая выделяет внутри текущего прямоугольника прямоугольники числителя и знаменателя ,записывает в стек действий характеристики текущего прямоугольника и прямоугольника знаменателя ,а в качестве текущих значений выставляет характеристики прямоугольника числителя ,присваивает значение переменной, показывающей, что после завершения анализа прямоугольника числителя в формируемый фортрановский оператор необходимо записать знаки)/(. Далее управление передается на начало процедуры обработки арифметических выражений ,которая рассматривает прямоугольник числителя , выделяя в нем в свою очередь внутренние прямоугольники и заполняя соответствующим образом стек действий. Только после полного разбора прямоугольника числителя из стека действий извлекаются характеристики прямоугольника знаменателя и производится его анализ ,после завершения которого переходим к дальнейшему разбору исходного прямоугольника. Точка анализа будет находиться уже за координатой конца дроби.

Если найдена открывающая скобка, то выполняется процедура обработки скобки ,которая ищет соответствующую закрывающую скобку и в качестве текущих характеристик выставляет характеристики прямоугольника внутри скобок, переменной завершения обработки прямоугольника, присваивает значение закрывающей скобки, а характеристики внешнего прямоугольника заносит в стек действий.

Если найден знак корня, то в качестве текущего берется прямоугольник под знаком корня, в формируемую фортрановскую программу вносятся операция извлечения корня `SQRT`, переменной завершения обработки прямоугольника присваивается значение закрывающей скобки, характеристики внешнего прямоугольника заносятся в стек действий, и управление передается на начало процедуры разбора, которая начинает процедуру обработки подкоренного выражения. Обработка других случаев несколько сложнее. Так, при обработке знака суммы ряда выделяются три прямоугольника: для начального и конечного индексов суммирования, а также для выражения, которое суммируется. И если формируемым представлением анализируемого текста является фортрановская запись, то перед записью формируемого представления должен стоять цикл вычисления суммы ряда, а вычисленная сумма присваивается некоторой вспомогательной переменной, которая будет записана вместо знака суммирования ряда с его выражением.

Л.В.Филипчук, (Національний університет водного господарства та природокористування, Україна, м. Рівне.)

*В.М. Ільченко, к.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ.)*

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ pH ТА Eh ПРИ ОЧИЩЕННІ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ МЕТАЛОВМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Наведена система автоматичного регулювання активної реакції (pH) та окисно-відновного потенціалу (Eh) водного середовища при очищенні стічних вод, що вміщують важкі метали, органічні домішки та мінеральні солі.

Особливістю сучасних промислових стічних вод є багатоконпонентність, що характеризується наявністю широкого спектру різних забруднюючих компонентів. Всі домішки, що лімітуються в таких водах, можна умовно поділити на три основні групи: важкі метали, що відносяться до вкрай небезпечних речовин, катіони та аніони сильних кислот і основ, які визначають загальну мінералізацію, органічні речовини, що обумовлюють хімічну потребу кисню (ХПК). Характерним для різних країн, у тому числі України, є досить жорсткі ліміти по гранично допустимим концентраціям домішок у очищених стічних водах, що скидаються у каналізацію або водоймища. До оборотної води промислових підприємств для більшості виробництв встановлені порівняно менш високі вимоги по важких металах і ряду інших компонентів.

Таким чином, очищення багатоконпонентних стічних вод до встановлених нормативних показників для їх скиду є вкрай нераціональним підходом. Єдина альтернатива такій ситуації - створення на підприємствах оборотних систем водного господарства, при яких мінімізується скид очищених стічних вод у водоймища, що дозволяє запобігти значному негативному впливу забруднень на стан навколишнього природного середовища [1].

Основними технологічними процесами під час очищення багатоконпонентних стічних вод є регулювання величини активної реакції (pH) та окисно-відновного потенціалу (Eh) за допомогою різноманітних реагентів (кислот, луг, окисників, відновників). Зокрема, луги використовуються для осадження важких металів, окисники – для руйнування ціанідів та органічних домішок, відновники – для знешкодження такого токсичного елемента, як шестивалентний хром. Однак значне використання реагентів приводить до вторинного забруднення очищеної стічної води сторонніми катіонами і аніонами, які також лімітуються в оборотній воді.

Впровадження сучасних систем автоматичного регулювання (САР) параметрів pH та Eh під час дозування реагентів дозволяє значно зменшити кількість хімічних речовин, що дозуються у стічні води, і розширити

можливість повторного використання очищених стічних вод у виробничих процесах.

Метою даної роботи є розробка системи автоматичного регулювання рН і Eh в технологічних схемах очищення багатокомпонентних металовмісних стічних вод.

При очищенні багатокомпонентних металовмісних стічних вод регулювання рН та Eh стічної води представляє значну складність, що обумовлюється значними коливаннями цих параметрів у вихідній воді та зміною складу забруднюючих компонентів. Внаслідок цього на очисних спорудах відбувається передозування реагентів, що приводить до зниження ступеня вилучення забруднюючих компонентів і вторинного забруднення очищеної стічної води мінеральними солями.

Для регулювання зміни рН в проточних змішувачах-реакторах застосовують пропорційно-інтегральні (ПІ) регулятори. Проте їх можливості обмежені діапазоном зміни навантаження, а також динамікою збурень. При поганому усереднюванні і використуванні змішувача-реактора з несприятливою динамічною характеристикою рекомендують пропорційно-інтегрально-диференціальні (ПІД) регулятори. Однак в умовах періодичного скиду багатокомпонентних стічних вод навіть одноконтурна САР з ПІД-регулятором не може забезпечити задану якість стабілізації рН [2].

Для забезпечення швидкого та ефективного проходження процесу автоматичного регулювання рН запропоновано використовувати САР з нечітким регулятором. Для порівняння даного регулятора (рис. 1) із найбільш розповсюдженим ПІД-регулятором проводилось моделювання САР.

Моделювані САР містили однакові блоки з передаточними функціями, окрім блоків регуляторів.

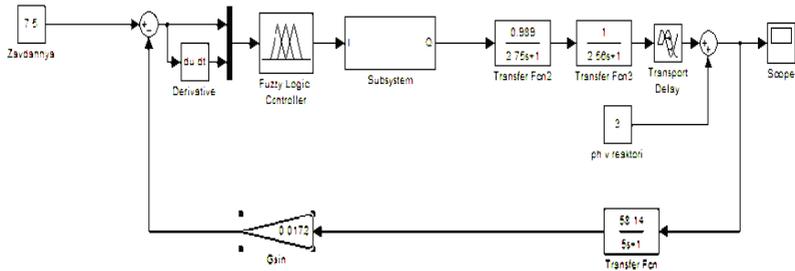
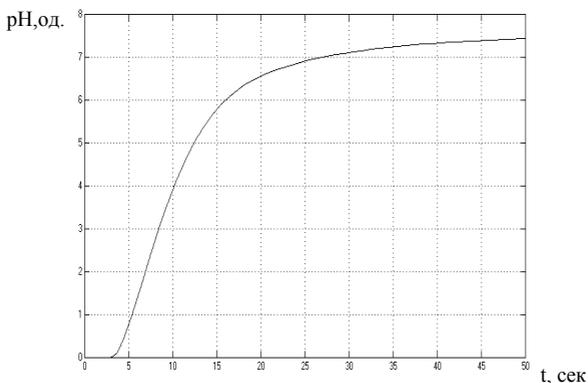
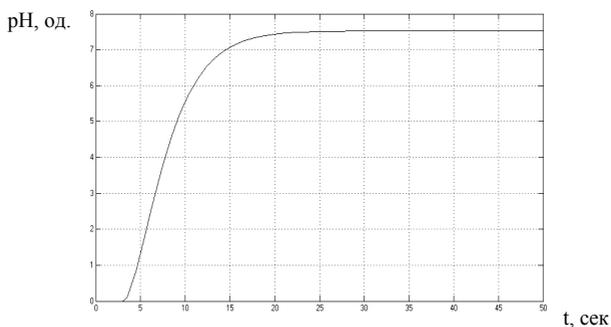


Рис. 1. Модель системи з нечітким регулятором в програмі Matlab

Результати моделювання показали (рис. 2), що при використанні САР з нечітким регулятором час регулювання зменшився вдвічі у порівнянні з САР з використанням ПІД-регулятора, Це дозволяє підвищити якість регулювання рН води, зокрема при застосуванні проточних змішувачів-реакторів.



а)



б)

Рис. 2. Графіки перехідних процесів при моделюванні САР з ПІД-регулятором (а) та нечітким регулятором (б)

Для знешкодження особливо токсичних ціаністих стоків рекомендується САР, алгоритм якої передбачає паралельне регулювання параметрів рН та Eh, а також коригування одного параметру відносно зміни іншого. Це пов'язано з тим, що дозування окисника (гіпохлориту натрію NaOCl) приводить до підвищення рН, дозування їдкого натрію NaOH - до зниження величини Eh, а під час протікання реакції окислення ціанідів рН та Eh одночасно знижуються. Ці явища гальмують процес окислення ціанідів.

У цьому випадку використовується ступінчаста зміна параметрів рН та Eh, при якій величина Eh за рахунок введення NaOCl поступово підвищується до кінцевого значення, що забезпечує повне окислення ціанідів, з одночасною підтримкою величини рН за рахунок введення NaOH в оптимальних межах. У зв'язку з цим в основі запропонованого алгоритму управління передбачається використання двох пов'язаних контурів регулювання з неперервними регуляторами на основі нечіткої логіки. В такій системі в режимі реального

часу ведеться автоматичний контроль за вихідними значеннями параметрів рН та Eh. Вимірні значення фазифікуються. На основі експертної інформації формується база знань, описуються лінгвістичні зміни. Блок логічних рішень здійснює процедуру нечіткого логічного висновку, в ході якого здійснюється композиція нечітких вихідних множин. Останнім етапом нечіткого управління є дефазифікація – перетворення нечітких даних у конкретні фізичні керуючі впливи, які служать уставками регуляторів.

Алгоритм управління передбачає циклічне введення реагентів $NaOH$ та $NaOCl$ насосами-дозаторами з виділенням часу для стабілізації параметрів рН та Eh за спеціально розробленою програмою з допомогою промислового контроллера. Кількість циклів додавання реагентів залежить від діапазону зміни величини Eh і визначається експериментально в процесі пусконаладжувальних робіт. Найчастіше використовується 3-5 циклів дозування реагентів [3].

Відповідно до рекомендованого алгоритму ціаністі стічні води подаються в змішувачі-реактори, які заповнюються почергово. У змішувачах-реакторах встановлені датчики рН та Eh. Після наповнення змішувача-реактора на кожному циклі спочатку дозується розчин $NaOH$ для підвищення величини рН до 10,5, а потім розчин $NaOCl$ для збільшення Eh до величини, необхідної для окислення ціанідів. Після кожного циклу дозування реагентів стічна вода перемішується без дозування реагентів для протікання окислювальної реакції, після чого включається наступний цикл дозування реагентів.

Висновки

Таким чином, результати досліджень показують, що впровадження сучасних систем автоматизованого дозування реагентів дозволяє значно знизити вторинне забруднення очищеної води за рахунок мінімізації застосування хімічних реагентів, що розширює можливість її використання в оборотних системах водопостачання підприємств.

Список літератури

1. Филипчук В.Л. Очищення багатокomпонентних металомісткуючих стічних вод промислових підприємств. - Рівне: УДУВГП, 2004. - 232 с.
2. Клепач М.І., Филипчук Л.В. Автоматизація процесу регулювання рН та Eh при очистці стічних вод від важких металів. - Матеріали наук.-техн. конфер. "Сучасне забезпечення систем управління технічними комплексами", - Київ: НУХТ. – 26 листопада 2009. - с.109
3. Филипчук В.Л., Клепач М.І., Филипчук Л.В. Спосіб автоматизації процесу регулювання величин рН та Eh багатокomпонентних стічних вод. - Патент України на КМ № 65459, Бюл. №23, 2011.

ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ

Рассмотрены вопросы построения автоматизированных испытательных стендов, их структуры, требования, предъявляемые к программному обеспечению, а также приводится обобщенный алгоритм испытаний

Современные изделия электротехнической аппаратуры обладают сложной структурой, а их отработка и проведение различных видов испытаний требуют исследовательских стендов с возможностью обработки значительного объема измерительной и управляющей информации, что требует отказа от традиционных «ручных» методов испытаний и использования автоматизированных методов испытаний.

С технической точки зрения процесс автоматизации испытаний готовых электрических изделий включает в себя:

- автоматическую установку режимов испытаний в соответствии с выбранной (заданной) программой;
- автоматический сбор, передачу и хранение полученных в процессе испытаний величин;
- автоматическую обработку (вычисления) измеренных величин; представление результатов испытаний (протокола) в требуемом виде.

Во время испытаний измеряется большое количество электрических и неэлектрических величин с помощью датчиков. Датчики могут состоять из одного элемента (например, термopара) или представлять собой сложные блоки многофункционального преобразования. Большинство современных датчиков относится к последнему типу и являются цифровыми или дискретными. Они состоят из первичного преобразователя (преобразует непрерывный входной сигнал, соответствующий измеряемой физической величине, в непрерывный выходной сигнал, как правило, электрический), нормирующего преобразователя (унифицирует по форме и величине выходной сигнал первичного преобразователя с целью его дальнейшей обработки), компенсатора (линеаризует характеристики первичного преобразователя, компенсирует влияние температуры окружающей среды и др.) и аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Быстродействие АЦП составляет в настоящее время до 106 точек в секунду, что позволяет записывать с высокой точностью (порядка 0,1 %) практически все переходные процессы в режиме реального времени.

Структурно такие автоматизированные стенды состоят из блока питания, блока нагрузки, ЭВМ, оснащенной соответствующим конкретной задаче

интерфейсом сопряжения с испытуемым изделием, представляющим собой, как правило, плату расширения с цифровыми и аналоговыми входами и выходами (например L-780 производства ЗАО «L-Card») и блок преобразования сигналов (периферийный блок), и программного обеспечения. Укрупненная схема ИИС:

О — объект исследования (контроля), БСИ — блоки сбора информации; УО — устройство обработки; АП — аналоговые приборы; ЦП — цифровые приборы, БС — блоки сигнализации отклонений от нормальных режимов; ЭПИ — экранные пульта индикации

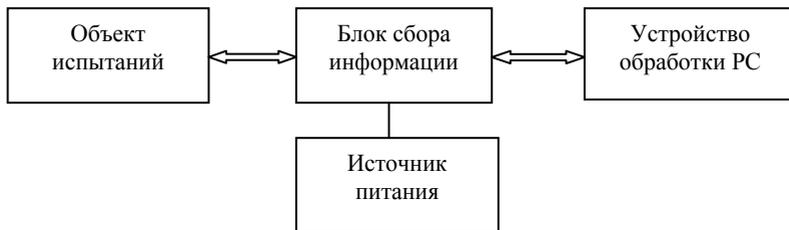


Рис. 1 Укрупненная схема ИИС

Аппаратная часть автоматизированного стенда может быть различной в зависимости от параметров конкретного испытуемого изделия, однако идеология построения и алгоритмов работы программой части в целом одинакова. Проведение испытаний включает в себя последовательность трех типов операций:

- операции включения и отключения цепей, осуществляющие подачу питания на испытуемый блок, операции создания требуемых режимов испытуемого блока и операции деления уровня сигнала цифро - аналогового преобразователя (ЦАП) для увеличения динамического диапазона испытательных сигналов, выдаваемых ЦАП на блок;

- операции выдачи испытательных сигналов, выдаваемых ЦАП на испытательный блок в виде сигналов различного уровня и формы и, при необходимости, с необходимым фазовым смещением;

- операции измерения, в том числе измерение отклика блока на испытательные воздействия. Исходя из этого программное обеспечение должно обеспечивать удобный интерфейс, выдачу управляющих и тестовых сигналов, измерение параметров испытуемого изделия, коррекцию измерительных каналов, обработку результатов измерений и ведение протокола испытаний.

Программное обеспечение (ПО) должно содержать три части. Непосредственно исполняемая программа

испытаний, используемая в процессе работы, и в которой заложен алгоритм работы по определению требуемых параметров блока, выполнение всех защитных функций, запоминание результатов испытаний в специальных файлах и работа с протоколами испытаний.

При необходимости работа с протоколами может быть вынесена в

отдельную дополнительную программу. Основная форма исполняемой программы для повышения наглядности испытаний и информативности дисплея должна содержать страницу заполнения протокольных данных (№ изделия, ФИО испытателей, вид

испытаний, дату, при необходимости ссылки наименования служебных файлов (коррекции и конфигурации);

Программа создания и коррекции тарифовочных характеристик аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и ЦАП. Работа с ней проводится только при изготовлении стенда либо проведении профилактических работ со стендом;

Программа создания конфигурационного файла, в который заносится информация, и содержащая требования к испытываемому изделию при проведении испытаний, непосредственный порядок проведения испытаний и прочие варьируемые величины (время задержки сигналов, частота дискретизации параметров раздельно по ЦАП и АЦП, количество полных периодов анализируемого сигнала, конкретные требования по допустимым отклонениям параметров при различных видах испытаний, порядок проведения испытаний и т.п.). Создание указанной программы в виде отдельного элемента позволяет оперативно изменять методику испытаний инженеру, непосредственно занимающемуся проведением испытаний, и существенно сокращает затраты времени на отработку ПО и испытания изделия в целом.

Программное обеспечение функционально можно разделить на несколько программных блоков, каждый из которых выполняет функции, специфичные для такого вида ПО.

Интерфейсная часть исполняемой программы или, что то же самое, внешний вид виртуальной панели управления должна содержать четыре кнопки («ПУСК», «СТОП», «ШАГ», «СБРОС»), индикатор включения источника питания, табло с указанием наименования выполняемой операции и номера шага испытаний, а также панели с указанием времени, прошедшего с момента подключения блока, и напряжений основных источников питания. Индикация указанных выше элементов обновляется постоянно, независимо от наличия подачи питания на блок.

Кнопка «СБРОС» используется для сигнализации программному обеспечению о желании оператора окончить процесс просмотра результатов испытаний и начале работы со следующим блоком. При этом все элементы стенда, изделия и программного обеспечения устанавливаются в исходное состояние.

Для измерений постоянных напряжений (параметров) по соответствующим каналам АЦП считывается ряд мгновенных показаний параметров, данные интегрируются за определенный период времени (10...100) точек, вводятся поправки по коэффициентам, приведенным в файле коррекции.

Алгоритм работы

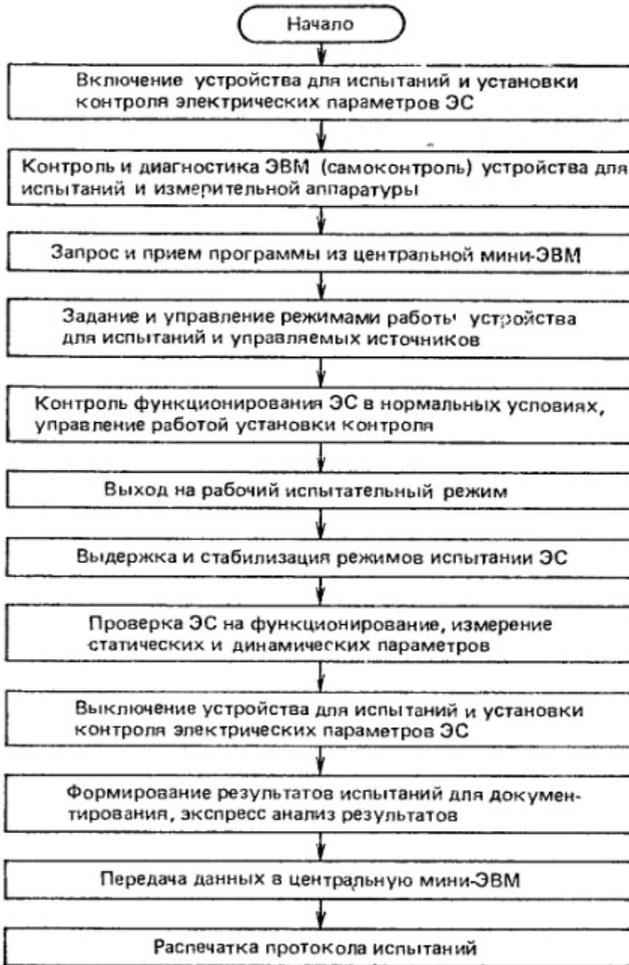


Рис. 2 Обобщенный алгоритм приемо-сдаточных испытаний электротехнических изделий

Список литературы

1. Варенбуд Л.Р., Лившин Г.Д., Тищенко А.К. Информационно-управляющая система // Полезная модель-1999. – № 1-2.
2. Варенбуд Л.Р., Лившин Г.Д., Тищенко А.К. Разработка структуры и аппаратного состава информационно-управляющего комплекса для испытаний систем электропитания космических аппаратов / Энергия: Науч.-практ. вестн. – 1999. – № 4.

УДК 527.8
УДК 004.946

*Пашиев Ариф Мир Джалал оглы - д.ф.-м.н, акад. НАН Азербайджана,
Набиев Расим Насиб оглы - д.т.н., Султанов Валерий Зейнатдинович - к.т.н.,
Бабаев Гусейн Баба оглы.
(Национальная Академия Aviации, Азербайджан, Баку)*

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЧЕТЫРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В статье были исследованы моделирование основных параметров аэронавигационного обеспечения, рабочих зон радиоинформационных полей, траектории планирования ВС, и т.д. Предложенная методология дает возможность решать проблемы при подготовке и при различных этапах процесса обучения, повышает показатели безопасности и уровни адаптации, уменьшает коэффициент риска.

Использование объемной визуализации, при организации УВД и различного рода тренингов по аэронавигационному обеспечению полетов в ГА, дает возможность коренным образом изменить классические методы и подходы по усовершенствованию методов визуализации в пространстве [1 - 2].

В гражданской авиации, особенно в процессе аэронавигационного обеспечения (АНО) полетов, полное освоение трехмерной (в основном четырехмерной) среды и принципов построения пространства, высокого уровня визуального представления со стороны персонала; пилотов, диспетчеров УВД и инженерно-технического состава - является очень важным и необходимым этапом подготовки.

В этой статье рассматриваются проблемы возникающие при подготовке персонала и обучении методам аэронавигационного обеспечения, при повсеместном использовании различного рода аэронавигационного оборудования, которое в свою очередь обладает рабочими зонами средств обеспечения, электромагнитной совместимостью между объектами, действием различных объектов на уровне элементов, моделированием процессов и радиоинформационных полей, определение возможных виртуальных проекций ВПП с применением элементов моделирования в четырехмерной среде.

В этих целях проводятся многочисленные исследования [3-4], что дало возможность, приближения к реальной визуализации в пространстве малого объема тех процессов, которые видеть в реальности просто не возможно ибо на самом деле радиоинформационные поля по своим параметрам разные и имеют сложные характеристики, к тому же они различны по параметрам, методам и техническим средствам применения [2].

При презентации результатов, графический метод на плоскости менее результативен, чем пространственное моделирование в четырехмерной среде 4D и он не позволяет наглядно и эффективно освоить процессы происходящие в воздушном пространстве.

Процедуры, выполняющиеся ВС, возможно виртуально имитировать в четырехмерной ($4D = 3 \text{ пространство} + 1 \text{ время}$) среде фактически в достаточной степени реальности. И в этом направлении проводятся различные исследования и внедрения [3-4]. Но мы, углубляя исследование по этому направлению, работаем над новыми подходами и методологиями по моделированию радиоинформационных полей в среде 4D и по тренажерным системам.

Первоначально, проанализированы существующие методы и принципы моделирования аэронавигационного обеспечения. С целью обеспечения последовательности положения ВС в пространстве дается объяснение геометрического моделирования в среде 3D и математическое объяснение реперам (начальной точки) системы координат навигации [8]. В зависимости от последовательности процессов проводятся моделирования, в качестве примера, в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Математическая модель радиосигналов рассматривается, как его отдельные векторные величины составляющие: (вектор электрического поля - E , вектор магнитного поля - H и вектор направления Умова-Поинтинга - S) [2]. Таким образом, представление осуществляется в соответствии пиксельной презентации аксонометрии в двумерной (2D) среде, т. е. один из плоскостей XOY , XOZ , YOZ . Перевод такого рода презентации на 3D (в соответствии с принципами вокселя) или 4D (в соответствии с принципами докселя) - возможно. Но цель нашего исследования обеспечение АНО именно в средах 3D или 4D с помощью внедрений радиоинформационных полей в многомерных средах, в которых основу этих излучаемых полей составляют радиосигналы излучаемые различными навигационными средствами. Неотъемлемой частью этих процессов считаются принципы создания в пространстве видимых визуально радиоинформационных полей средств радионавигации, а также полей излучения (радиолокации, мультilaterации – MLAT и т.д.) и связи, то есть их математические, геометрические и информативные модели и т.д. [2, 5].

Аэронавигационные элементы: воздушные трассы, навигационные точки, районные и аэродромные зоны, стандартные схемы захода на посадки и посадки, стандартные схемы вылета и посадки моделируются в 3D среде с учетом рельефа Земли (рис. 1).

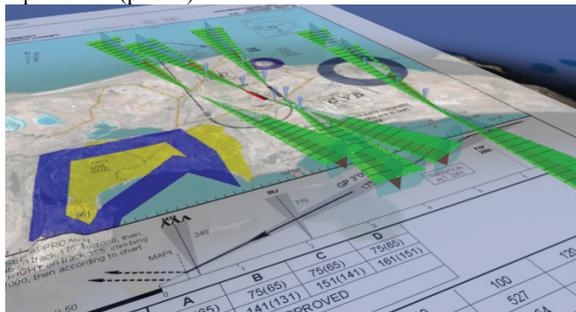


Рис. 1

Моделирование пространственного положения ВС над схемами посадки и радиоинформационными полями системы ILS и его движения во времени, позволяет лучше освоить радиодиаграммы созданные излучением маяков курсового (LLZ - Localizer), глиссадного (GP - Glide path) и маркерного радиомаяками, а так же траектории планирования полетов ВС во время посадки.

С помощью наших исследований произведено соответствующее моделирование положения ВС в пространстве (рис. 2) на смоделированных аэродромах в предполагаемой местности строительства или реконструкции, в тех местах, которые никогда раньше не имели авиационной инфраструктуры (напр., Международный Аэропорт Габала).

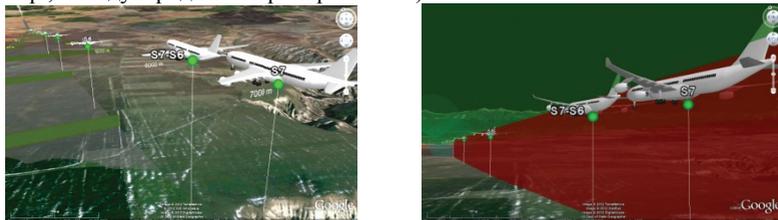


Рис. 2

В ходе реализации виртуальных полетов используется имитационная модель, с участием экспертов, в состав которых включаются опытные пилоты, диспетчеры и инженерно-технический персонал. В результате, коэффициент фактора риска потерь значительно уменьшается.

Выводы: Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- Методология обучения (подготовка) МАНО4Д дает достаточно ощутимый эффект при обучении обучения соответствующих специалистов.
- МАНО4Д позволяет лучше освоить радиоинформационные поля и траектории планирования полета ВС.
- МАНО4Д дает возможность виртуально определять возможные направление ВПП с учетом рельефа местности и позволяет, соответственно, принять к сведению при проектировании аэродромов ГА;
- Виртуальные полеты поднимает уровень психологической адаптации к зонам на которых полеты выполняются впервые, значительно уменьшает коэффициента риска и повышает уровень обеспечения безопасности полетов ВС при УВД.

Список литературы

1. Doc 9854. AN/458. Global ATM Operational Concept. First Edition. ICAO 2005.
2. Изюмов Н.М. Лунде Д.П. Основы радиотехники. М., «Энергия», 1971. 480с.
3. Pallav Laskar B.E. Graphical user for Air Traffic Control. Dissertation. USA-2012. p:150.
4. Jie Bai. Robust navigation algorithms for aircraft precision approach. Dissertation. London, United Kingdom, September, 2008. p:237.
5. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем.-М.: Высш. шк.,2001.-343с.

В.Н. Азарсков, д.т.н., проф., Д.Д. Грицак, студент
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)

ПРИБЛИЖЕННОЕ АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ И ДЛИНЫ

Гибридный асимптотический подход на основе методов возмущений и фазовых интегралов используется для получения приближенного аналитического решения нелинейной задачи о колебаниях математического маятника переменной во времени длины и массы. Приведены результаты численной реализации при различных величинах параметра сингулярности исходного дифференциального уравнения.

Известно [1-4], что исследование, например, волновых движений жидкости в топливных баках ракетносителей основано на исследовании динамического взаимодействия совокупности математических маятников, каждый из которых моделирует свой (k -ый) тон колебаний. Изменение параметров системы во времени и внешнего воздействия при определенных их сочетаниях приводит к раскачке колебаний и параметрическому резонансу. В случае движения летательного аппарата вблизи взволнованной поверхности [5] модель математического маятника переменной длины и массы с точкой подвеса, являющейся функцией времени, может быть эффективной. Поэтому классическая маятниковая модель нуждается в уточнении.

Данная работа посвящена построению приближенного аналитического решения модифицированной маятниковой модели, когда длина и масса являются функциями времени.

Расчетная схема динамики математического маятника [7] массы $m(t)$ и длины $L(t)$ представлена на рис. 1.

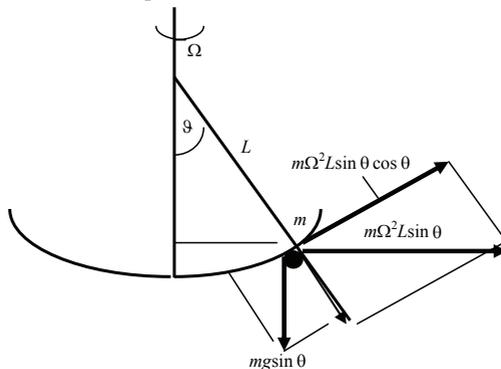


Рис. 1. Вращающийся нелинейный маятниковый осциллятор переменной массы и длины

Основное разрешающее дифференциальное уравнение задачи представляется в форме [7]:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{\partial m(t) \omega L(t)}{\partial t} \right] = m(t) \frac{\partial}{\partial t} \left[L(t) \frac{\partial V}{\partial t} \right]. \quad (1)$$

При этом начальные условия предполагаются заданными.

Уравнение (1) является дифференциальным уравнением с переменными во времени коэффициентами, точное аналитическое решение которого возможно получить лишь в исключительных случаях изменения коэффициентов. Поэтому, в общем случае используются прямые численные методы интегрирования, либо приближенные аналитические подходы на базе асимптотических методов [6].

В последние годы стали интенсивно развиваться гибридные асимптотические подходы [9], в частности ВКБ-Галеркин, либо вариационный-Галеркин методы, которые в сочетании с методом возмущений (в случае наличия нелинейных составляющих в исходном уравнении) позволяют эффективно решать задачи Коши для дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. При этом существенно расширяется интервал величины скалярного параметра асимптотического разложения искомого решения.

В результате простых преобразований исходное уравнение (1) с учетом соотношений

$$\frac{\partial(m\omega L)}{\partial t} = mL \frac{\partial^2 V}{\partial t^2}, \quad \omega = \frac{\partial V}{\partial t}, \quad m(t)L \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = -m(t)g \sin v, \quad (2)$$

в предположении слабой скорости изменения массы $m''(t)$, может быть представлено в виде:

$$\frac{d^2 V}{dt^2} + \phi(t) \frac{dV}{dt} + \frac{g}{L_0} \frac{1}{\phi(t)} \sin V = 0, \quad (3)$$

где

$$L(t) = L_0 \phi(t), \quad \phi(t) = 2 \left(\frac{L'(t)}{L(t)} + \frac{m'(t)}{m(t)} \right) \quad (4)$$

Введя замену $\omega_0^2 = \frac{g}{L_0}$, и разложивши $\sin V$ в ряд Тейлора с удержанием двух членов ряда, исходное уравнение приводится к виду:

$$\varepsilon^2 \frac{d^2 V}{dt^2} + \varepsilon^2 \phi(t) \frac{dV}{dt} + \phi_0(t) V - \lambda \phi_0(t) V^3 = 0, \quad (5)$$

где

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{\omega_0^2}, \quad \phi_0(t) = \frac{1}{\phi(t)}, \quad \lambda = 1/6. \quad (6)$$

В соответствии с методом возмущений [3] решение уравнения (5) ищется в форме разложения функции $V(t)$ по малому параметру λ и сравне-

ние коэффициентов при одинаковых степенях λ приводит к системе уравнений для отыскания составляющих решения исходного уравнения:

$$\lambda^0 : \quad \varepsilon^2 V_0'' + \varepsilon^2 \phi(t) V_0' + \phi_0(t) V_0 = 0, \quad (7)$$

$$\lambda^1 : \quad \varepsilon^2 V_1'' + \varepsilon^2 \phi(t) V_1' + \phi_0(t) V_1 = \phi_0(t) V_0^3. \quad (8)$$

Для отыскания аналитических решений системы (7)-(8) используется метод фазовых интегралов в соответствии с [8] и результирующее решение является суммой

$$V(t) = V_0 + \varepsilon V_1. \quad (9)$$

В частном случае математического маятника переменной длины асимптотическое решение дается в форме:

$$\theta(t) = \frac{1}{\omega_0} \frac{1}{\sqrt{L(t)}} \sin \left(\int_0^t \frac{\omega_0}{\sqrt{L(\tau)}} d\tau \right). \quad (10)$$

Для начальных условий

$$V(0) = 0, \quad V'(0) = 1 \quad (11)$$

численные результаты для заданных параметров системы ($\omega_0 = 50$, $L_0 = 1$) представлены на рис. 2, 3.

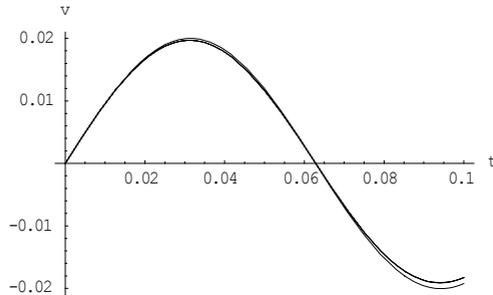


Рис. 2. Сравнение решений для линейного, периодического и экспоненциального законов изменения длины во времени

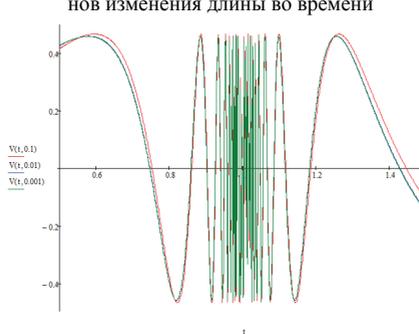


Рис. 3. Сравнение решений для различных параметров ε

Выводы

В работе в отличие от существующих решений предлагается приближенное аналитическое решение задачи о колебаниях математического маятника переменной длины и массы. Данное решение может быть основой для анализа резонансных (в частности параметрических) колебаний и оценки связи между амплитудой и фазой вращательных колебаний нелинейного маятника. Как показал анализ численных результатов, при определенных (достаточно не больших) величинах скалярных параметров асимптотического разложения искомое аналитическое решение не существенно зависит от закона изменения длины маятника во времени и величины параметра сингулярности ε исходного дифференциального уравнения.

Перспективным, с точки зрения развития модели динамики математического маятника, является учет характера изменения точки подвеса во времени, влияние периодических и импульсных внешних воздействий, а также использование современных гибридных асимптотических подходов, существенно расширяющих интервалы изменения скалярных параметров асимптотических разложений в приближенных аналитических решениях, справедливых для «малых» и «больших» параметров сингулярности исходных дифференциальных уравнений.

Список литературы

1. Красильников П. С., Сторожкина Т. А. Исследование резонансных колебаний математического маятника переменной длины / П. С. Красильников, Т. А. Сторожкина // Электронный журнал «Труды МАИ». – Вып. №46. – 2011. – С. 1-11.
2. Нариманов Г. С., Докучаев Л. В., Луковский И. С. Нелинейная динамика летательного аппарата с жидкостью / Г. С. Нариманов, Л. В. Докучаев, И. С. Луковский. – М.: Машиностроение, 1977.
3. Рабинович Б. И. Введение в динамику ракет-носителей космических аппаратов: 2-е изд. перераб. / Б. И. Рабинович. – М.: Машиностроение, 1983.
4. Акуленко Л. Д., Нестеров С. В. Устойчивость равновесия маятника переменной длины / Л. Д. Акуленко, С. В. Нестеров // ПММ, 2009, №6. – С. 893-901.
5. Ольков В. В., Гусев И. Н. Динамическая устойчивость летательного аппарата вблизи взволнованной поверхности / В. В. Ольков, И. Н. Гусев // В кн. «Методы возмущений в механике». – Новосибирск: изд-во «Наука», Сибирское отделение, 1982. – С. 105-111.
6. Найфэ А. Введение в методы возмущений [Текст] / А. Найфэ; пер с англ. – М.: Мир, 1984. – 446 с.
7. Николис Дж. Динамика иерархических систем: эволюционное представление [Текст] / Дж. Николис. – М.: Мир, 1989. – 490 с.
8. Хединг Дж. Введение в метод фазовых интегралов [Текст] / Дж. Хединг. – М.: Мир, 1965. – 238 с.
9. Грищак В. З. Гібридні асимптотичні методи та техніка їх застосування / В. З. Грищак. – Запоріжжя: ЗНУ, 2009. – 225 с.

*В.В. Камішин, к.т.н.,
(Інститут обдарованої дитини, Україна.)*

КЛАСИЧНІ КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ОЦІНЦІ РИЗИКУ-НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ГРУПОВОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВАГ

У діяльності будь-якого індивіда чи установи прийняття рішень (ПР) – це вид інтелектуальної діяльності, що найбільш часто повторюється [1; 2]. До того ж процедура групового ПР (ГПР) припускає обов'язкове узгодження думок членів групи на відміну від групової дискусії, яка зазвичай розглядається як фаза, передуюча ПР. В окремих випадках ГПР використовується в умовах обмеженого обміну інформацією, коли члени групи можуть тільки повідомити про свої первинні рішення. Задача ПР (ЗПР) з урахуванням рекомендацій роботи [3; 4] може бути охарактеризована таким коротцем:

$$\langle \tilde{T}, E, S; P \rangle, \quad (1)$$

де E – середовище ЗПР; S – система переваг (СП) людини, яка ПР (ЛПР).

Отже, згідно з (1) необхідно виконати певну дію P на множині альтернатив \tilde{T} : знайти найкращу альтернативу, відокремити множину невідоміючих альтернатив, лінійно впорядкувати множину допустимих альтернатив тощо. СП ЛПР виявляється сукупністю деяких множин (критеріїв, альтернатив, наслідків та ін.) з відношеннями переваг і є деякою емпіричною системою. Структуроване уявлення СП ЛПР у вигляді системи з перевагами називається *структурою переваг*. Структура переваг визначає процедуру порівняння оцінок $K(x)$, а вирішальне правило чи алгоритм – принцип вибору елементів з множини \tilde{T} на основі результатів порівняння відповідно до потрібної дії P . У цих дослідженнях систему (структуру) переваг згідно з [5; 6] будемо розуміти як упорядкування альтернатив, за якими здійснюється вибір, від найбільш до найменш привабливої для ЛПР. Побудова групової СП (ГСП) на базі індивідуальних та встановлення її узгодженості є важливою, оскільки під час узагальнення думок окремих експертів, які залучаються до спільної праці, можуть об'єднуватися і суперечливі думки. На жаль, абсолютна більшість рекомендацій з визначення маргінальних думок базується на методах визначення погрешностей звичайних кількісних технічних вимірювань [7-10 та ін.], що є методологічно невірним, оскільки людському мисленню властиві саме порівняльні якісні (лінгвістичні чи рангові), а не кількісні оцінки [11; 12]. Адже «елементами мислення людини є не числа, а елементи деяких нечітких множин, чи класів об'єктів, для яких перехід від “належності” до “неналежності” не стрікоподібний, а повільний» [13]. Із цього витікає не менш актуальне питання непараметричної побудови ГСП.

Серед вчених, які займаються ГПР, слід вказати на М. Шоу (M. Shaw), який у одній з фундаментальних праць, що присвячена процесам групової динаміки, спираючись на аналіз наукових джерел і власні дослідження, визначив основні напрями вивчення групових ЗПР (ГЗПР): опис стандартних ГЗПР; побудова їх типологій; дімєнсіональний аналіз ГЗПР; з'ясування впливу хара-

ктеристик завдання на процес ГПР [14]. Д. Хакмен і Ч. Морріс запропонували узагальнену класифікацію групових задач ПР (ЗПР), що охоплює: 1) продуктивні ЗПР (їх рішення веде до отримання оригінальних творчих результатів, наприклад, до генерації нових творчих ідей); 2) дискусійні (вимагають від членів групи дискусії вироблення узгодженого рішення з конкретного питання); 3) проблемні (потребують виявлення специфіки процесу, що розгортається з метою вирішення деякої проблеми). Р. Хейсти та Г. Хілл (G. Hill) довели, що групова дія, як правило, якісно і кількісно переважає у дії так званого «середнього» індивіда, однак нерідко поступається в ефективності діям провідного фахівця. Ю. Козелецький (J. Kozielski) сформулював стратегії ГПР та виявив зрушення ризику в них [11]. А.А. Карпов розробив основні рівні структурної організації процесу ГПР [15]. О.М. Рева займається формально-обчислювальними питаннями непараметричної побудови ГСП, а також дослідженнями їх узгодженості, які узагальнені у праці [6] та ін. Проте тільки в працях проф. О.М. Реви та його учнів можна знайти обґрунтування нагальної потреби побудови ГСП непараметричними методами та деякі результати з їх апробації, що потребують подальшого узагальнення.

Таким чином, *метою досліджень* автора є адаптація та розробка рекомендацій із застосування класичних критеріїв ПР як непараметричних засобів побудови ГСП та оцінки їх ризику-невизначеності. Усі розроблювані методи, технології та процедури буде проілюстровано на побудові ГСП студентів на множині характерних рис недисциплінованості (ХРН). Такий вибір пояснюється наступним чином. По-перше, основним напрямом роботи автора. По-друге, у будь-якій навчальній аудиторії завжди знайдеться «паршива вівця», поведінка якої суттєво відрізняється від загальноприйнятої у конкретному навчальному соціумі та заважає викладачеві виконувати його професійні обов'язки. По-третє, діагностика та корекція недисциплінованості серед молодих пілотів визнана ІКАО одним з проактивних заходів попередження негативного впливу людського чинника на безпеку польотів, тому в одному з її керівництв подано перелік найбільш поширених типів недисциплінованості, їх індикаторів та відповідних антидотів [16]. Для проведення досліджень було сформовано більш повний перелік ХРН, який всебічно характеризує хибну поведінку (табл. 1). По-четверте, одним з очікуваних позитивів від приєднання України до Болонських домовленостей є «збільшення мотивації на навчання та відвідування занять» [17], зміст якого також свідчить про державне розуміння проблем недисциплінованості. До досліджень було залучено 179 студентів-менеджерів, які, застосовуючи попарне порівняння та такий спосіб виявлення переваг, як частина сумарної інтенсивності, побудували індивідуальні СП на множині ХРН. Їх узагальнення за допомогою такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів, дозволило отримати таку ГСП:

$$\begin{aligned}
 & H_{3g} \succ H_{1g} \succ H_{4g} \succ H_{2g} \succ H_{19g} \succ H_{12g} \succ H_{16g} \succ H_{11g} \succ H_{18g} \succ H_{8g} \succ H_{17g} \succ \\
 & \succ H_{15g} \succ H_{14g} \succ H_{10g} \succ H_{13g} \succ H_{17g} \succ H_{6g} \succ H_{5g} \succ H_{9g} \succ H_{20g} \succ H_{21g}
 \end{aligned} \quad , \quad (1)$$

де \succ_g – ознака групової переваги і-тої риси перед j-тою.

Таблиця 1

Перелік характерних риси недисциплінованості студентів у процесі навчання

H_i	Опис прояву риси недисциплінованості
1	2
H_1	Пропускає заняття без поважних причин
H_2	Вважає, що все неправильно: критикує систему навчання, обладнання та взагалі все, що бачить
H_3	Вороже налаштований, причепливий, завжди готовий до сварки і провокує її
H_4	Надмірно наполегливий, прагне за будь-що, навіть за рахунок товаришів, виконати доручене, найвищою мірою егоїстичний
H_5	Марнотрат часу, балакун, працює ліниво та повільно
H_6	Боязкий, боїться своїх товаришів і викладачів, працює один, як правило, не просить допомоги та не прагне до успіху
H_7	Незацікавлений, завжди неуважний і швидкий
H_8	Всезнайка, бачить мало користі від занять, сам собі викладач, «вважає, що його система підготовки краща», балакучий
H_9	Повільний, завжди бракує часу закінчити роботу, хоча завжди виконує те, що необхідно
H_{10}	Не визнає колективних дій
H_{11}	Ухиляється від роботи на заняттях
H_{12}	Не виконує вказівок і робить все по-своєму
H_{13}	Не робить спроб допомогти товаришам або викладачам
H_{14}	Безвідповідальний, безтурботний, недбалий у використанні устаткування, неохайний, нетактовний
H_{15}	Розсіяний, такий, у якого думки завжди сконцентровані не на предметі вивчення, плутає реальне з вимислом
H_{16}	Імпульсивний, прагне якнайшвидше отримати результат, не задумуючись над його правильністю
H_{17}	Несамостійний, йде на повіді у товаришів
H_{18}	Систематично запізнюється на заняття
H_{19}	Не виконує домашнє завдання
H_{20}	Не відвідує загальноінститутські, загальнофакультетські заходи
H_{21}	Несвоєчасно повертає літературу до бібліотеки

Обчислене значення коефіцієнта множинної рангової кореляції – конкордації за Кендалом, має величину $W_{m=179}=0,2247$ і за формальними ознаками нібито є статистично-вірогідним, тому що виконується умова:

$$\chi_{емт.}^2 = \frac{12 \cdot S}{(n+1) \cdot m \cdot n - \frac{1}{(n-1)} \sum_j R_j} \gg \chi_{k; \alpha}^2 \Leftrightarrow 804,3 \gg \chi_{20; 0,2\%}^2 = 45,31, \quad (2)$$

де $k=n-1$ – кількість ступенів свободи; α – рівень значущості.

Однак робити висновок про узгодженість ГСП (1) було б передчасно, тому що абсолютне значення коефіцієнта конкордації не задовольняє критеріальну умову [18]:

$$W \geq 0,7, \dots, 0,8. \quad (3)$$

Тому для знаходження маргінальних думок з вихідних результатів було

спочатку виключено думки 7 студентів, які в індивідуальних СП поставили на 1-2 місця ХРН H_{20} і H_{21} , що хоча і свідчать про недисциплінованість (табл. 1), але ж ніяким чином не заважають ані викладачеві виконувати свої професійні обов'язки, ані іншим студентам вчитися. І вже для $m=172$ студентів, що залишилися, було побудовано нову ГСП, для якої встановлено наступне: емпіричне значення коефіцієнта конкордації Кендала дорівнює величині $W_{172}=0,2379$ і дещо більше попереднього значення (на 6%), тому що $\chi_{емп.}^2 = 819,724 \gg \chi_{k=20; a=0,2\%}^2 = 45,31$. Якщо умова (2) виконується, то умова (3) – ні. Отже, враховуючи вищенаведене та досвід досліджень [6], спираючись на методи теорії розпізнавання образів, було реалізовано багатокрокову процедуру збільшення однорідності думок експертів і позбавлення маргінальних результатів. Це призвело до редукції вибірки опитуваних до $m=36$ осіб. І вже спираючись на ці дані та застосовуючи ту саму стратегію підсумовування та усереднення рангів, отримуємо таку ГСП:

$$\begin{aligned} H_3 \underset{m=36}{\succ} H_1 \underset{m=36}{\succ} H_{12} \underset{m=36}{\succ} H_2 \underset{m=36}{\succ} H_{11} \underset{m=36}{\succ} H_{19} \underset{m=36}{\succ} H_{18} \underset{m=36}{\succ} \\ \underset{m=36}{\succ} H_8 \underset{m=36}{\succ} H_4 \underset{m=36}{\succ} H_{16} \underset{m=36}{\succ} H_{10} \underset{m=36}{\succ} H_{13} \underset{m=36}{\succ} H_7 \underset{m=36}{\succ} H_{15} \underset{m=36}{\succ}, \quad (4) \\ \underset{m=36}{\succ} H_5 \underset{m=36}{\succ} H_6 \underset{m=36}{\succ} H_{17} \underset{m=36}{\succ} H_9 \underset{m=36}{\succ} H_{20} \underset{m=36}{\succ} H_{14} \underset{m=36}{\succ} H_{21} \end{aligned}$$

де $\underset{m=36}{\succ}$ – позначка переваги однієї ХРН перед іншою в узагальнених думках студентів остаточної за чисельністю групи.

ГСП (4) є статистично узгодженою, оскільки задовольняє як критеріальне обмеження на абсолютне значення коефіцієнта конкордації (3): $W_{m=36}=0,7988 > 0,7$, так і критерій χ^2 статистичної перевірки гіпотези про вірогідність отриманого емпіричного значення коефіцієнта конкордації (2): $\chi_{емп.}^2 575,132 \gg \chi_{20; 0,2\%}^2 = 45,31$. І оскільки СП описуються за допомогою рангів ХРН, то утворюється матриця витрат, з якої, враховуючи специфіку застосування критерію Вальда, витікає така ГСП:

$$\begin{aligned} H_3 \underset{W}{\succ} H_{19} \underset{W}{\succ} H_2 \underset{W}{\succ} H_{18} \underset{W}{\succ} H_{12} \underset{W}{\approx} H_{16} \underset{W}{\succ} H_1 \underset{W}{\succ} H_8 \underset{W}{\succ} H_7 \underset{W}{\approx} H_{11} \underset{W}{\approx} H_{13} \underset{W}{\succ} \\ \underset{W}{\succ} H_4 \underset{W}{\succ} H_{15} \underset{W}{\succ} H_{10} \underset{W}{\succ} H_{17} \underset{W}{\succ} H_6 \underset{W}{\succ} H_5 \underset{W}{\approx} H_9 \underset{W}{\approx} H_{14} \underset{W}{\approx} H_{20} \underset{W}{\approx} H_{21} \end{aligned}, \quad (5)$$

де $\underset{W}{\succ}$, $\underset{W}{\approx}$ – позначки переваги і адекватності ХРН у ГСП, що визначена

за допомогою критерію Вальда.

Як можна побачити з ГСП (5) 10 з 21 (61,9%) ХРН викликають труднощі під час їх розрізнення, а саме: одна діада (H_{12} і H_{16}), одна тріада (H_7 , H_{11} і H_{13}) і одна пента рис (H_5 , H_{14} , H_{20} і H_{21}), що мають однакові (міддл) ранги. Звідси постає питання кваліметрії невизначеності думок експертів при побудові ГСП. Його вирішення полягає у наступному [6; 19].

У відому формулу обчислення коефіцієнта множинної рангової кореляції Кендалла [5-8; 18; 19] входить показник, що оцінює ступінь невизначеності думок респондентів через кількість нерозрізнених (міддл) рангів:

$$R_j = \sum_j (r_{ij}^3 - r_j), \quad (6)$$

Узявши його за основу, отримуємо такий нормований показник невизначеності будь-якої СП:

$$R^* = \frac{R}{R_{max}}, \quad (7)$$

де R_{max} – максимальна (абсолютна) невизначеність, яка встановлюється за умов, що у СП усі впорядковані альтернативи є нерозрізненими, тобто мають однаковий усереднений ранг. Для нашого конкретного випадку, що пов'язаний з $n=21$ ХРН, маємо таке:

$$R_{max} = n^3 - n = R_{max}^{n=21} = 21^3 - 21 = 9240; \quad (8)$$

R – показник невизначеності (нерозрізненості) альтернатив, що впорядковуються, який обчислюється по аналогії з (6). У нашому випадку, спираючись на ГСП (6), маємо: $R_W = (2^3 - 2) + (3^3 - 3) + (5^3 - 5) = 150$.

Тоді згідно з формулою (7) отримуємо:

$$R_W^* = \frac{R_W}{R_{max}} = \frac{150}{9240} = 0,0162. \quad (9)$$

Зрозуміло, що показник невизначеності альтернатив (7) змінюється у межах $R^* = [0, 1]$. Чим більше його абсолютне значення, тим гірша розрізненість альтернатив у СП. У даному випадку емпіричне значення показника невизначеності складає менше 2 % від його абсолютної величини.

У табл. 2 подані оцінки показників невизначеності (нерозрізненості) ХРН за умов, що критерій Вальда було застосовано і для формування ГСП для усієї вихідної вибірки $m=179$ студентів.

Таблиця 2

Порівняні показники невизначеності групових систем переваг при застосуванні класичних критеріїв прийняття рішень

Характеристика вибірки	Показник невизначеності групової системи переваг, визначеної за допомогою критерію		
	Вальда	Севіджа	Байсса-Лапласа
1	2	3	4
вихідна, $m=179$	0,8636	0,7403	0
остаточна, $m=35$	0,0162	0,0104	0

З порівняльного аналізу витікає, що невизначеність альтернатив-ХРН в ГСП (1), оцінювана за показником (7), зменшилася у СП (5) майже в 53,3 (!) разів, що переконливо свідчить про ефективність застосованої багатокрокової процедури виявлення та відкидання маргінальних думок респондентів.

При застосуванні критерію Севіджа була отримана така ГСП, у якій мінімізуються відхилення в думках усіх респондентів. Причому вона є у 1,56 разів є більш визначеною за показником (7), ніж СП (5), що отримана за допомогою критерію Вальда. При цьому також показник невизначеності, що було отри-

мано для вихідної вибірки обстежених студентів ($m=179$) покращився у 71,2 (!) рази. Порівняння СП, що були отримані за допомогою критеріїв Вальда і Севіджа вказує на їх близькість, оскільки коефіцієнт рангової кореляції Спірмена дорівнює майже абсолютної величини: $R_S^{W-S} = 0,9951$. ГСП, отримана за допомогою критерію Байєса-Лапласа, повторює ту, що було отримано за допомогою стратегії підсумовування та усереднення рангів. При цьому встановлено її високий збіг з ГСП, що були отримані за допомогою критерію Вальда ($R_S^{W/B-L} = 0,8958$) та Севіджа ($R_S^{S/B-L} = 0,8935$). І можна зробити опосередкований висновок, що СП (13) та (20) також є статистично вірогідними.

Висновки. Узагальнюючи отримані та подані нові наукові результати насамперед варто констатувати факт розширення методології ЕП шляхом застосування класичних критеріїв ПР для непараметричної побудови ГСП, що відкриває також можливість оцінки їх ризику-невизначеності. До окремих частинних результатів варто віднести наступні.

1. ГСП, побудовані за допомогою класичних критеріїв ПР, мають таку якісну характеристику ризикованості за допомогою: критерію Вальда – позбавлені ризику; критерію Севіджа – мають мінімізований ризик; критерію Байєса-Лапласа – ризиковані. Однак в останньому випадку можливо оцінити ступінь узгодженості ГСП за допомогою коефіцієнта конкордації за Кендалом та виявленням його статистичної вірогідності на заданому рівні значущості.

Обчислені значення коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена свідчать, що ГСП, побудовані за допомогою критерію Вальда та Севіджа, мають високий ступінь збігу як між собою, так і з ГСП, побудованою за допомогою критерію Байєса-Лапласа, що дозволяє опосередковано розповсюдити й на них висновок про узгодженість ГСП.

2. Введено нормований показник оцінки ступеня невизначеності (нерозрізненості) альтернатив в ГСП. Значення показника зменшилося в десятки разів унаслідок реалізації багатокрокової процедури виявлення та позбавлення від маргінальних думок.

3. Усі попередні висновки базуються на результатах досліджень з виявлення ГСП студентів на множині ХРН і підтверджуються ними.

4. Подальші дослідження з непараметричного визначення ГСП варто провести в напрямі застосування з відповідною метою медіани Кемені.

Список літератури

1. Эдвардс У. Принятие решений / У. Эдвардс // Человеческий фактор. В 6-ти т. Т.3. Моделирование деятельности, профессиональное обучение и отбор операторов. – Часть I. – Модели психической деятельности. – М.: Мир, 1991. – С. 5–89.
2. Ходаков В. Є. Вступ до комп'ютерних наук: Навч. посібн. / В. Є. Ходаков, Н. В. Пилипенко, Н. А. Соколова; За ред. В. Є. Ходакова. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 496 с.
3. Шапиро Д. И. Принятие решений в системах организационного управления: Использование расплывчатых категорий / Д. И. Шапиро. – М.:

Энергоатомиздат, 1983. – 184 с.

4. Борисов А. Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьева и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.

5. Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. / Под общ. ред В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова // Эффективность технических систем. – М.: Машиностроение, 1988. – Т. 3. – 328 с.

6. Камишин В. В. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу: Монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. – К.: ІОД НАПН України, 2012. – 270 с.

7. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

8. Блюмберг В. А. Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блюмберг, В. Ф. Глущенко. – Л.: Лениздат, 1982. – 160 с.

9. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок: Пер. с англ. / Дж. Тейлор. – М.: Мир, 1985. – 272 с.

10. Львовский Б. Н. Статистические методы построения эмпирических формул / Б. Н. Львовский. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.

11. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий; Под ред. Б. В. Бирюкова; Пер. с польск. Г. Е. Минца, В. Н. Поруса. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с.

12. Трофімов Ю. Л. Психологія: Підручн. / Ю. Л. Трофімов, В. В. Рибалка, П. А. Гончарук та ін.; За ред. чл.-кор. АПН України Ю. Л. Трофімова. – К.: Либідь, 2005. – 560 с.

13. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; Под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского; Пер. с англ. Н. И. Ринго. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

14. Shaw M. Group dynamics: the psychology of small group behavior / M. Shaw. – New York: McGraw-Hill, 1981.

15. Карпов А. В. Методологические основы психологии принятия решений: Монография / А. В. Карпов. – М.: ИП РАН, 1999. – 210 с.

16. Training Manual. Doc. ICAO 7192-AN/857. Part A-1. General Considerations. – Montreal, Canada, 1975. – 58 p.

17. Модернізація вищої освіти України і Болонський процес / Уклад. М. Ф. Степко, Я. Я. Болюбаш, К. М. Левківський, Ю. В. Сухарніков; Відп. ред. М. Ф. Степко. – К.: Освіта України, 2004. – 60 с.

18. Тарасов В. А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: Теория, синтез, эффективность / В. А. Тарасов, Б. М. Герасимов, И. А. Левин, В. А. Корнейчук. – К.: МАКИС, 2007. – 336 с.

19. Рева А. Н. Эмпирические модели оценки риска-неопределенности групповых систем предпочтений авиадиспетчеров / А. Н. Рева, Б. М. Мирзоев, Ш. Ш. Насиров, С. В. Недбай // Elmi məsmuələr: Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasinin, – Bakı, iyul – sentyabr 2012. – Cild. 14. – № 3. – С. 46-60.

А.А. Тюгашев, д.т.н. (Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева, Россия, Самара)

НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АВИАКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Доклад посвящен ситуации с созданием бортового программного обеспечения в авиакосмической отрасли, описаны имеющиеся проблемы и показаны пути их решения

В настоящее время актуальной задачей является повышение надежности и качества авиакосмической техники, включая системы управления и их программное обеспечение [3]. Как показывает практика, одной из главных причин аварий, потери дорогостоящих аппаратов, в которых воплощен труд многотысячных, зачастую - международных коллективов, являются сбои и ошибки функционирования систем управления; к критическим последствиям приводят ошибки и низкий уровень отказоустойчивости бортового программного обеспечения, на которое возлагается в настоящее время непосредственное решение задач управления. По многим оценкам [4], именно построение комплекса программного обеспечения – наземного и бортового, является критическим путем на сетевом графике работ по созданию современных авиакосмических комплексов. При этом стоимость программного обеспечения системы управления может превосходить стоимость аппаратного обеспечения на порядок и более. Объем используемых программ достигает десятков миллионов строк исходного кода. Успешная и своевременная реализация проектов в сфере создания современного сложного программного обеспечения – весьма сложная проблема даже для опытных высококвалифицированных коллективов, не всегда успешно решаемая [5, 9, 11].

Можно выделить следующие современные тенденции при создании систем управления авиакосмическими комплексами: упор при построении системы управления на бортовые цифровые вычислительные машины (БЦВМ); перенос «центра тяжести» в принятии решений с Земли на борт; возрастающий объем и сложность бортового программного обеспечения; необходимость согласованной работы большого числа приборов, датчиков, исполнительных механизмов, функциональных программных модулей.

Наиболее широко на практике применяется подход к обеспечению надежности, основанный на многоэтапной отладке и испытаниях управляющего программного обеспечения. Сначала проводится, как правило, автономная отладка, затем проверка функционирования управляющего программного обеспечения (ПО) во взаимодействии со специально созданными программными моделями бортовых систем и параметров движения летательного аппарата, и на заключительном этапе комплексной отладки – совместно с реальной БВС и бортовой аппаратурой [5, 6].

Несмотря на это, существующие методы и технологии не позволяют гарантировать необходимый уровень надежности, отказоустойчивости и безопасности. Причины сложившейся ситуации: зависимость от уникального опыта и квалификации конкретного разработчика; переход на новые вычислительные платформы (в том числе зарубежные); недопонимание между специалистами по бортовым системам, проектантами, программистами; большой объем программной документации, требующий актуализации наряду с ПО; противоречивость требований к управляемому ПО. Подчеркнем, что тестирование ПО не может дать необходимых гарантий качества и надежности в принципе, что отмечалось еще классиками программирования [2].

Необходима разработка и внедрение в авиакосмической отрасли комплекса мер для преодоления сложившегося кризиса, качественного увеличения уровня надежности, безопасности и отказоустойчивости ПО и на этой основе – отказоустойчивости и надежности изделий в целом с соответствующим повышением вероятности успешного выполнения целевых задач.

На основании проведенного анализа, изучения отечественного и зарубежного опыта, современных достижений информатики и программирования, выделим следующие пути повышения качества и надежности ПО в авиакосмической отрасли: совершенствование процессов разработки ПО – обеспечение качества за счет использования современных методик, языков и инструментов; создание методик и языков для строгой, непротиворечивой и полной спецификации требований; автоматизация тестирования с обеспечением требуемой полноты покрытия; автоматическая генерация программ, заведомо соответствующих спецификации (где это возможно); формальные методы верификации со строгим доказательством свойств; использование проверки моделей (*model checking*).

Для проведения в жизнь перечисленных методов необходимы разработка и внедрение на предприятиях отрасли специализированных методик спецификации, синтеза и верификации программного обеспечения, поддерживаемых специализированными инструментальными программными средствами. Примером работ в направлении построения подобных средств автоматизации может служить программный комплекс ГРАФКОНТ/ГЕОЗ, созданный в Самарском государственном аэрокосмическом университете по заказу ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» [4, 8]. Программный комплекс включает следующие основные модули и средства: транслятор с проблемно-ориентированного языка спецификаций управляющих алгоритмов реального времени; визуальный конструктор циклограмм управляющих алгоритмов; визуальный конструктор управляющей программы комплексного функционирования; генератор управляющей программы на языках ассемблер и Си (может параметрически настраиваться на другие языки программирования); генератор таблицы возможных вариантов исполнения управляющего алгоритма; генератор отладочных заданий для каждого варианта исполнения; генератор таблицы управляющих и информационных связей управляющей программы.

Среди других работ в данной области можно назвать технологию ГРАФИТ-ФЛОКС, используемую успешно в НПЦ АП им. Н.А. Пилюгина, на протяжении ряда лет, в том числе в проектах «Морской старт», РБ «Бриз-М»,

РБ «Фрегат» [1, 7]. Технология использует визуальный конструктор процедурной части управляющих программ ГРАФИТ и табличный процессор декларативной части ФЛОКС. Комплексную автоматизированную методику создания БПО внедрило в производственный процесс в настоящее время МОКБ «Марс». Весьма значительных успехов в совершенствовании технологии создания управляющих программ для своих космических аппаратов достигло ОАО «ИСС», см. работы А.А. Колташева и В.В. Хартова [6, 10]. Важнейшими принципами при этом стали использование нескольких слоев программного обеспечения с выделением платформенно-независимого промежуточного слоя, использование и бортовых интеллектуальных интерпретаторов СЕАНС и ДКД, реализующих автономное управление КА. При написании бортовых программ используется язык Модуля-2 со строгой статической типизацией, жесткими нормами модульности и структурного программирования, позволяющие снизить количество ошибок в БПО.

В качестве направлений перспективных работ в настоящее время целесообразными представляются следующие.

Первое направление связано с созданием теоретического и методологического фундамента для качественного совершенствования процессов разработки БПО за счёт внедрения и развития современных достижений науки и практики программной инженерии, таких как высокоуровневые языки спецификаций, проектирования, моделирования, программирования, в том числе визуальные; формальные методы спецификации требований к ПО систем управления, верификации и валидации ПО, аттестации ПО на соответствие требованиям, гарантирующие качество ПО в противоположность традиционному тестированию; развитие технологическое ПО – инструменты автоматизации, поддерживающие ПО на всех этапах жизненного цикла.

Использование автоматизированных средств разработки ПО в отрасли даст возможность обеспечить гарантированный уровень качества ПО (его надёжности, отказоустойчивости и безопасности), снижение влияния человеческого фактора на качество ПО, автоматическую генерацию программной документации, автоматизацию генерации полного набора тестов с учетом внутренней структуры программ, технологичность и единообразие процессов создания ПО, сокращение сроков и трудозатрат.

Второе направление – развитие и совершенствование нормативных основ в области процессов создания БПО в виде рекомендаций, требований, отраслевых стандартов. Примером успешно работающего аналога может служить международный стандарт DO-178 и его отечественная версия ГОСТ Р 51904-2002 «Программное обеспечение встроенных систем. Общие требования к разработке и документированию», введенная в действие с июня 2002 года. Можно привести и пример «Стандарты кодирования на языке С++ при создании бортового ПО» истребителя пятого поколения F-35.

Наконец, третьим направлением работ является создание, наполнение и развитие учебно-методической базы знаний в сфере создания БПО для обеспечения кадровой преемственности. Данная база знаний предназначена для парирования кадровых проблем (естественный уход квалифицированных кадров старшего поколения и низкое качество подготовки молодых специалистов); обес-

печения необходимого уровня качества подготовки персонала и сокращения сроков такой подготовки; аттестации персонала; сохранения опыта, накопленного в отрасли за десятилетия (и предотвращения реальной угрозы его невозполнимой утраты) и пополнения этого опыта современными достижениями науки и практики; обеспечения основы взаимодействия с системой высшего и специального образования.

Список литературы

1. *БАЛТРУШАЙТИС В.В.* «ГРАФИТ-ФЛОКС» – технология разработки программного обеспечения бортовых вычислительных машин // Тезисы докл. Межд. научно-техн. конф., посвященной 90-летию со дня рождения акад. Н.А. Пилюгина. – М.: НПЦ АП, 1998. – С. 79–81.
2. *ДЕЙКСТРА Э. В.* Навстречу корректным программам. – Grenoble. Mathematics Technological University, 1967.
3. *ИЛЬИН И.А., ЕРМАКОВ И.Е., ТЮГАШЕВ А.А.* Создание единой отраслевой САПР ПО как основное условие предотвращения кризиса управляющего ПО в космической отрасли // Актуальные проблемы российской космонавтики: Труды XXXVI Академических чтений по космонавтике, Москва, январь 2012 г. – С. 468.
4. *КАЛЕНТЬЕВ А.А., ТЮГАШЕВ А.А.* ИПИ/CALS технологии в жизненном цикле комплексных программ управления. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2006.
5. *КИРИЛИН А.Н., АХМЕТОВ Р.Н., СОЛЛОГУБ А.В., МАКАРОВ В.П.* Методы обеспечения живучести низкоорбитальных автоматических КА зондирования Земли: математические модели, компьютерные технологии. – М.: Машиностроение, 2010. – 384 с.
6. *КОЛТАШЕВ А.А.* Эффективная технология управления циклом жизни бортового программного обеспечения спутников связи и навигации // Авиакосмическое приборостроение. – 2006. – №12. – С. 20–25.
7. *ПАРОНДЖАНОВ В.Д.* Развитие системного обеспечения вычислительных комплексов при отработке систем управления ракет-носителей и космических аппаратов / В кн.: XXII научные чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства. Тезисы докл. – М.: ИИЕТ РАН, 1998. – С.14–15.
8. *ТЮГАШЕВ А.А.* Интегрированная среда для проектирования управляющих алгоритмов реального времени // Известия российской академии наук: Теория и процессы управления. – 2006. – №2. – С. 128–141.
9. Управление космическими аппаратами зондирования Земли: компьютерные технологии / Д.И. Козлов, Г.П. Аншаков, Я.А. Мостовой, А.В. Соллогуб. – М.: Машиностроение, 1998. – 368 с.
10. *ХАРТОВ В. В.* Автономное управление космическими аппаратами связи, ретрансляции и навигации // Авиакосмическое приборостроение. – 2006. – №6. – С. 29–33.
11. *BROOKSE F.* No Silver Bullet – Essence and Accident in Software Engineering // Proceedings of the IFIP 10th World Computing Conference, Dublin, Ireland, September 1-5, 1986– P. 1069–1076.

*V.N. Azarskov Dr., Engineering Sciences L.S. Zhiteckii PhD, Engineering Sciences
(National Aviation University, Ukraine, Kiev)*

MODERN CONTROL THEORY APPLIED TO INVENTORY CONTROL FOR A MANUFACTURING SYSTEM

This paper deals with controlling the in-process inventories for the manufacturing system of a typical machine-building enterprise which includes the machining, the transport, the storage bunker and the assembly line. To this end, the modern control theory concepts are used. Within these concepts, the inventory control problem as the so-called ℓ_1 optimization problem is stated and solved. Based on the developed results, a new reorder police allowing to improve the behavior of the inventory control system is advanced. A simulation example is provided to demonstrate the advantage of this policy

1. INTRODUCTION

The in-process inventory control problem stated several decades ago, in particular, in Buchan and Koenigsberg (1963) remains a topic of considerable and widespread interest up to now. This problem is important from both theoretical and practical point of view. It has been studied by many researches and many works has been reported in the literature. Different approaches have been advanced to analyze and synthesize the inventory control for production systems.

Since the pioneering works (Simon, 1952; Yokoyama, 1955), the classical control theory becomes a tool to dealing with the control of manufacturing systems containing the in-process inventories. A significant breakthrough in this research area has been made in Axsater (1985), Kuntsevich (1973), Shin *et al.* (2008), Skurikhin (1972), Wiendahl and Breithaupt (2000) who studied the dynamic processes arising in typical production control systems. Their approaches were extended in Azarskov *et al.* (2006) and in Zhiteckii *et al.* (2007). Recently, different techniques inspired by novel results which has been achieved in the modern control theory, have been developed to tackle the manufacturing control problems. Among them they include linear programming and dynamic programming, robust and adaptive control concepts, genetic algorithms, etc. (Aharon *et al.*, 2009; Bauso *et al.*, 2006; Boukas, 2006; Grubbstrom and Wikner, 1996; Hennem, 2003; Hoberg *et al.*, 2007; Ignaciuk and Bartoszewic, 2010; Kostić, 2009; Rodrigues and Boukas, 2006; Taleizadeh *et al.*, 2009; Towill *et al.*, 1997).

The main contribution of this paper is in employing modern control theory approaches to improve the performance of the in-process inventory control for a manufacturing system. These approaches allow deriving a new order policy for maintaining the product store at a desired level.

2. DESCRIPTION OF A BASIC INVENTORY CONTROL SYSTEM

2.1 Mathematical Model

Consider the system for controlling the so-called in-process inventory (Buchan and Koenigsberg, 1963, Chapt. 22) of a typical machine-building enterprise whose production line includes the machining, the transport, the storage and the

assembly line depicted diagrammatically in Fig. 1. This control system operates as follows. At the start $t = t_n := nT_0$ of each n th scheduled time interval $[t_n, t_{n+1}]$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) having the same duration T_0 equal to $T_0 = t_{n+1} - t_n$, the decision-making system sends the request about the current product stock level $H(t_n) := H_n$. After the receipt of this information, the deviation

$$e_n := r^0 - H_n \quad (\text{in units}) \quad (1)$$

of H_n from the required level of safety stock value, r^0 , is determined. Next, it places the order (reorder), θ_n , defining the product volume to be produce during the planning interval $t_n \leq t \leq t_{n+1}$ in accordance with the rule

$$\theta_n = \begin{cases} \theta_{\max} & \text{if } \theta_n^c > \theta_{\max}, \\ \theta_n^c & \text{if } 0 \leq \theta_n^c \leq \theta_{\max}, \\ 0 & \text{if } \theta_n^c < 0, \end{cases} \quad (\text{in units}) \quad (2)$$

where θ_{\max} denotes maximum order size which might be satisfied at $t \in [t_n, t_{n+1}]$ by introducing all available manufacturing capacity, and θ_n^c is defined by a given order policy. Usually (Kuntsevich, 1973; Skurikhin, 1972) θ_n^c is specified by

$$\theta_n^c = e_n \quad (\text{in units}). \quad (3)$$

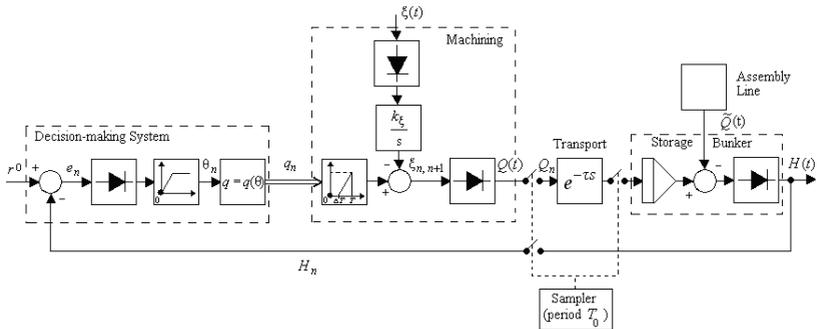


Fig. 1. Configuration of the inventory control system

The expression (2) together with (1) and (3) implies that if $H_n > r^0$ then $\theta_n = 0$ because the order quantity θ_n cannot be negative. Note that (3) corresponds to the simplest order policy.

Based on the value of θ_n , the decision-making system determines the production capacity q_n necessary to produce the order quantity θ_n . This capacity may be expressed as

$$q_n = q(\theta_n) \quad (4)$$

with some vector-valued operator q . Equation (4) gives formally an operation schedule for each machine.

The product fabricated by machining to the end of time interval $[t_n, t_{n+1}]$ is

$$Q_{n+1} = P_{n, n+1}(q_n) - \xi_{n, n+1} \quad (\text{in units}) \quad (5)$$

where $P_{n, n+1}$ represents, in general, the time-varying operator, and $\xi_{n, n+1}$ may be understood as an additive non-negative noise ($\xi_{n, n+1} \geq 0$) caused by the machine failure during a time range $\Delta T \leq \Delta T_{\max} < T_0$.

As in Azarskov *et al.* (2006), Skurikhin (1972) and Zhiteckii *et al.* (2007), we assume that all the product whose quantity Q_{n+1} is delivered through the intermediate transport to the storage at the time instant $t = t_{n+1} + \tau$ with some time delay $\tau < T_0$. The product is taken from the storage bunker on the demands coming from the assembly line with a rate $k(t) \geq 0$. Thus, for all time the stock level $H(t)$ varies so that it decreases “continuously” until the lot of size Q_{n+1} arrives to the storage when $H(t)$ increases step-wise. Fig. 2 illustrates such a typical inventory history over the time interval $[t_{n+1}, t_{n+2}]$.

The lot size $\nabla \tilde{Q}_{n+1, n+2}$ taken on the demand of the assembly line from storage bunker during the period $t_{n+1} \leq t \leq t_{n+2}$ is

$$\nabla \tilde{Q}_{n+1, n+2} = \int_{t_{n+1}}^{t_{n+2}} k(t) dt \quad (\text{in units}) \quad (6)$$

where $k(t) = 0$ if only $H(t) = 0$ because $H(t)$ cannot be negative. Then the inventory level H_{n+2} at the time instant $t = (n+2)T_0$ will be given as

$$H_{n+2} = H_{n-1} - \nabla \tilde{Q}_{n+1, n+2} + Q_{n+1} \quad (7)$$

with $\nabla \tilde{Q}_{n+1, n+2}$ determined by (6).

Equations (1)–(7) define the mathematical model of the in-process inventory control system.

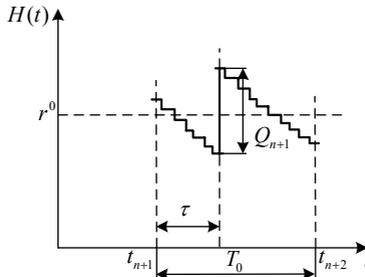


Fig. 2. Inventory level

2.2 Features of Control System

The block diagram of the inventory control system described above is shown in Fig. 3. It is the feedback sampled-data system that includes the design-making system (DMS), which is the controller with the parts 1 and 2 forming $\{\theta_n\}$ and $\{q_n\}$, respectively, and also the plant consisting of the machining (M), the transport (T) and the storage bunker (SB). The storage bunker as a part of this plant is subjected to the external disturbance $\tilde{Q}(t)$ going from the assembly lime (AL). Obviously, $\tilde{Q}(t)$ may be represented as follows:

$$\tilde{Q}(t) := \int_0^t k(t) dt = \sum_{i=1}^n \nabla \tilde{Q}_{i+1, i+2} + \int_{t_n}^t k(t) dt, \quad nT_0 \leq t \leq (n+1)T_0.$$

It is assumed that its first differences $\nabla \tilde{Q}_{n+i, n+i+1}$ can exactly be predicted for each fixed $n = 1, 2, \dots$ and two i s as some $\nabla \tilde{Q}[n+i, n+i+1]$ ($i = 1, 2$).

Note that the storage bunker operates as an accumulator (the discrete integrator) whose output $H(t)$ is equal to

$$H(t) := H_0 + \sum_{i=1}^{n-1} Q_i - \int_{t_n}^t k(t) dt \quad t \in [nT_0, nT_0 + \tau).$$

where H_0 denotes the initial inventory level.

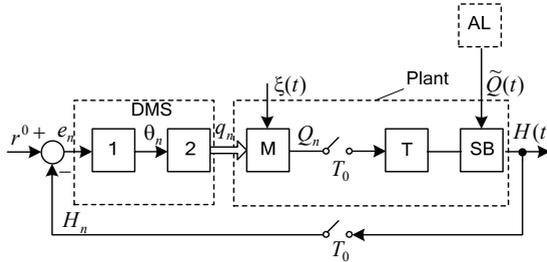


Fig. 3. Block diagram of inventory control system

From (5) together with (4) it follows that

$$Q_{n+1} = P_{n, n+1}(q_n(\theta_n)) - \xi_{n, n+1} \quad (8)$$

leading, in actual case, to

$$Q_{n+1} \neq \theta_n$$

even when $\xi_{n, n+1} = 0$ because of the absence of the exact machining model. Defining the time-varying coefficient

$$\gamma_n := \frac{P_{n, n+1}(q_n(\theta_n))}{\theta_n} \leq 1 \quad (9)$$

rewrite (8) as

$$Q_{n+1} = \gamma_n Q_n - \xi_{n, n+1}. \quad (10)$$

In the ideal case when there is no machine failure ($\xi_{n, n+1} \equiv 0$), and the production model is known exactly implying $\gamma_n \equiv 1$, one has $\theta_{n+1} \equiv \theta_n$. For the better understanding of these cases, they are demonstrated in Fig. 4.

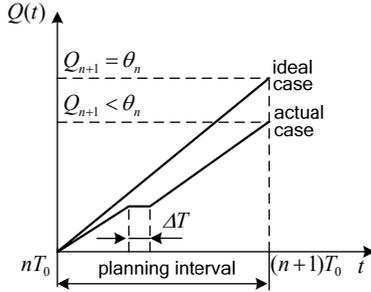


Fig. 4. Production processes

Suppose that γ_n given by (9) is a random coefficient which has possibly non-stochastic nature (Zhiteckii, 1996) and changes at the interval

$$\underline{\gamma} \leq \gamma_n \leq 1 \quad (11)$$

with an unknown lower bound $\underline{\gamma}$. Further, let

$$0 \leq \xi_{n, n+1} \leq \bar{\xi}, \quad (12)$$

where $\bar{\xi}$ representing the upper bound on $\xi_{n, n+1}$ is assumed to be known. Then (10) together with (11) and (12) yields

$$Q_{n+1} = \gamma \theta_n - \frac{1}{2} \bar{\xi} + v_{n, n+1}, \quad (13)$$

where γ is a constant and $v_{n, n+1}$ denotes an equivalent (virtual) “symmetrical” noise satisfying

$$|v_{n, n+1}| \leq \varepsilon \quad (14)$$

with

$$\varepsilon \leq \frac{1}{2} (1 - \underline{\gamma}) \theta_{\max} + \frac{1}{2} \bar{\xi}. \quad (15)$$

Fig. 5 illustrates the features of (13), (14).

Thus, the inventory control system described in previous subsection is a sampled-data system with the random (possibly non-stochastic) parameters. Moreover, this system is nonlinear due to the fact that $\theta_n \geq 0$ and $H(t) \geq 0$. The production capacity q_n and the inventory level $H(t)$ play here the role of the control input and the system output, respectively.

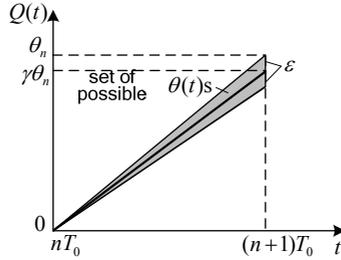


Fig. 5. Interpretation of production processes

2.3 Control Objective

Introduce the control performance index

$$J = \lim_{n \rightarrow \infty} \sup |e_n| \quad (16)$$

which evaluates the ultimate behaviour of the control system (1)–(7) for all sufficiently large n . Since the sequence $\{e_n\} := e_1, e_2, \dots$ cannot be unbounded, implying $\{e_n\} \in \ell_\infty$, J will define the so-called the semi-norm $\|e\|_{ss}$ of $\{e_n\}$ in the ℓ_∞ space (Sanchez-Pena and Szanier, 1998).

The control problem is to devise the reorder policy which yields $\{\theta_n\} := \theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots$ minimizing J according to

$$\|e_n\|_\infty \rightarrow \min \quad (17)$$

provided that the uncertainties of the forms (11), (12) may be present.

3. PRELIMINARIES

Exploiting the classical control theory, one of the authors (Skurikhin, 1972) has established that the simplest order policy defined in (3) leads to appearing the oscillations of the inventory level with the period T whose value is determined as

$$T = 2\pi T_0 / \arccos(1/2\sqrt{\gamma}). \quad (18)$$

From (18) it immediately follows that if γ is close to 1, then T is approximately equal to the six planning intervals ($T \approx 6T_0$).

To suppress the inventory oscillations, a basic decision-making system needs to be improved. It turns out that such an improvement is allowable by utilizing some result derived from the modern control theory including the robust control and ℓ_1 optimization, which can be found, e.g., in Sanchez-Pena and Szanier (1998).

4. MAIN RESULT

4.1 Ideal Case

Suppose for the time being that γ in (13) is known exactly. In this case, the optimal reorder policy allowed to minimize the performance index J given in (16) is established in the next theorem.

Theorem 1. Let γ be known and $\nabla\tilde{Q}[n, n+1] = \nabla\tilde{Q}_{n, n+1}$, $\nabla\tilde{Q}[n+1, n+2] = \nabla\tilde{Q}_{n+1, n+2}$. Then, J is minimized by choosing

$$\theta_n^c = (e_n + \nabla\tilde{Q}[n, n+1] + \nabla\tilde{Q}[n+1, n+2] - \gamma\theta_{n-1}) / \gamma \quad (19)$$

so that the control objective (17) is achieved with

$$\|e_n\|_\infty \leq 2\varepsilon. \quad (20)$$

Proof. The result can be obtained following the standard steps to derive the control law for controlling a discrete-time system with the time delay and bounded disturbances. (Due to the space limitation, details are omitted.)

Equation (19) describes a new order policy. To implement this policy, the additional inner feedback and the two-step-ahead predictor are required (see Fig. 6).

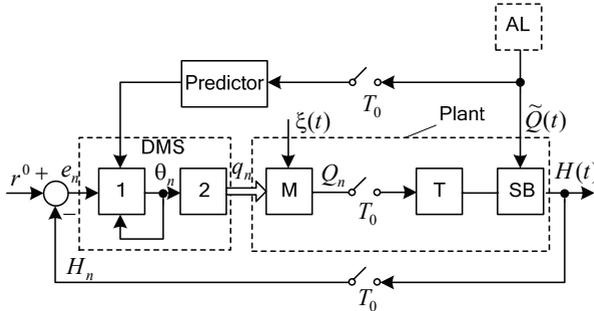


Fig. 6. Block diagram of improved of inventory control system

4.2 Actual Case

Assume that γ is unknown whereas its lower bound $\underline{\gamma}$ is known as yet.

Consider the order policy

$$\theta_n^c = (e_n + \nabla\tilde{Q}[n, n+1] + \nabla\tilde{Q}[n+1, n+2] - \tilde{\gamma}\theta_{n-1}) / \tilde{\gamma} \quad (21)$$

replacing γ by a $\tilde{\gamma} \in [\underline{\gamma}, 1]$. Then the following preliminary results hold.

Theorem 2. The closed-loop system (1), (4)–(7) with $\theta_n = \theta_n^c$ in which θ_n^c is calculated by (21) has the property that

$$\|e_n\|_{ss} \leq \|W_{\nabla\tilde{Q}/e}\|_1 \|\nabla\tilde{Q}\|_\infty. \quad (22)$$

In this expression,

$$\|W_{\nabla\tilde{Q}/e}\|_1 = |1 - \eta|(2 - \eta)^{-1} \quad (23)$$

represent the ℓ_1 norm of the transfer function from $\nabla\tilde{Q}$ to e defined as

$$W_{\nabla\tilde{Q}/e}(z^{-1}) = \frac{(1+z^{-1})(1-\eta)}{1-(1-\eta)z^{-2}},$$

where z^{-1} is the inverse shift operator and $\eta = \gamma/\tilde{\gamma}$. $\|\nabla\tilde{Q}\|_{\infty}$ denotes the ℓ_{∞} norm of $\{\nabla\tilde{Q}_n\} := \nabla\tilde{Q}_1, \nabla\tilde{Q}_2, \dots$ given by

$$\|\nabla\tilde{Q}\|_{\infty} := \sup_{1 \leq n < \infty} |\nabla\tilde{Q}_n|.$$

Corollary. The closed-loop system described in Theorem 2 is stable if and only if

$$0 < \eta < 2. \quad (24)$$

Due to the space limitation, the proofs of Theorem 2 and Corollary based on combining classical and modern control theory concepts are omitted.

From (22) it can be observed that the problem (17) reduces to the ℓ_1 optimization problem. Under the constraints $\gamma, \tilde{\gamma} \in [\underline{\gamma}, 1]$, it can be reformulated as a minimax problem solved in the following two sequential ways:

1. Taking (22) to (24) into account, maximize

$$|1 - \gamma/\tilde{\gamma}|(2 - \gamma/\tilde{\gamma})^{-1}$$

in γ from the range $\underline{\gamma} \leq \gamma \leq 1$ for each fixed $\tilde{\gamma} \in [\underline{\gamma}, 1]$.

2. Minimize the results thus obtained in $\tilde{\gamma}$ at $[\underline{\gamma}, 1]$.

This leads to establishing the basic result summarized in the following theorem.

Theorem 3. Let θ_n^c be determined as in (21) Then $\|e_n\|_{\infty}$ induced by $\{\theta_n\}$ in the closed-loop system (1), (4)–(7) for $\theta_n = \theta_n^c$ achieves its minimum value by choosing $\tilde{\gamma} = \tilde{\gamma}^{\text{opt}}$ where

$$\tilde{\gamma}^{\text{opt}} = \arg \min_{\underline{\gamma} \leq \tilde{\gamma} \leq 1} \max_{\underline{\gamma} \leq \gamma \leq 1} |1 - \gamma/\tilde{\gamma}|(2 - \gamma/\tilde{\gamma})^{-1}. \quad (25)$$

Remark. The controller utilizing the decision-making rule (21) with $\tilde{\gamma} = \tilde{\gamma}^{\text{opt}}$ under the uncertainly $\gamma \in [\underline{\gamma}, 1]$ may be interpreted as robust optimal.

Simulation Example. Let $\underline{\gamma} = 0.7$. Then (25) gives $\tilde{\gamma}^{\text{opt}} \approx 0.82$. With this $\tilde{\gamma}^{\text{opt}}$, the behaviour of the inventory control system is described in (1), (2), (4), (7) together with (21) is shown in Fig. 7.

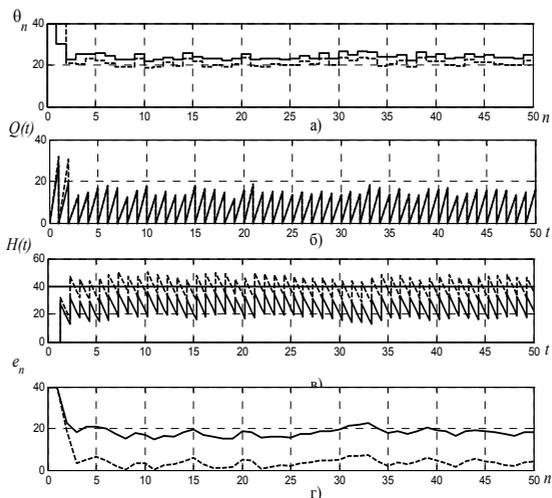


Fig. 7. The performance of the inventory control system with $\tilde{\gamma} = \tilde{\gamma}^{\text{opt}} \approx 0,82$ (dashed line)

and with $\tilde{\gamma} \neq \tilde{\gamma}^{\text{opt}}$ (solid line)

It is seen that the improved order policy allows to suppress the inventory and also the manufacturing capacity oscillations.

5. CONCLUDING REMARK

The inventory control system can be improved later by utilizing some adaptive approaches advanced by one of the authors (Zhiteckii. 1996).

REFERENCES

1. Aharon B.-T. Robust multi-echelon multi-period inventory control /B.-T. Aharon, G. Boaz, S. Shimrit // European Journal of Operational Research. – 2009.– 199, N 3. – P. 922–935.
2. Axsater S. Control theory concepts in production and inventory control /S. Axsater // Int. J. Syst. Sci. – 1985. – 16, N 2. – P. 161–169.
3. Azarskov V. N. On a decision-making problem within the man-machine control system of an enterprise /V. N. Azarskov, L. S. Zhiteckii, R. O. Lupoi, O. O. Oliinyk // Kibernetika i Vychislitel'naya Tekhnika. – 2006. – 151. – P. 49–59 (in Russian).
4. Bauso D. Robust control strategies for multi-inventory systems with average flow constraints /D. Bauso, F. Blanchini, R. Pesenti // Automatica. – 2006. – 42, N 8. – P. 1255–1266.
5. Boukas E. K. Manufacturing systems: LMI approach /E. K. Boukas // IEEE Trans. Autom. Contr. – 2006. – 51, N 6. – P.1014–1018.
6. Buchan J Scientific Inventory Management /J. Buchan, E. Koenigsberg Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. 1963.

7. Grubbstrom R. W. Inventory trigger control policies developed in terms of control theory /R. W. Grubbstrom, J. Wikner // *Int. J. Prod. Econ.* –1996. – 154. – P. 397–406.
8. Hennet, J. C. A bimodal scheme for multi-stage production and inventory control /J. C. Hennet // *Automatica.* –2003. – 39. – P. 793–805.
9. Hoberg K. Analyzing the effect of the inventory policy on order and inventory variability with linear control theory /K. Hoberg, J. R., Bradley, U. W. Thonemann // *European Journal of Operational Research.* – 2007. – 176, N 3. – P. 1620–1642.
10. Ignaciuk P. Linear-quadratic optimal control strategy for periodic-review inventory systems / P. Ignaciuk, A. Bartoszewicz // *Automatica.* –2010. – 46, N 12. – P. 1982–1993.
11. Kostić K. Inventory control as a discrete system control for the fixed-order quantity system /K. Kostić // *Applied Mathematical Modelling.* – 2009. – 33, N 11. – P. 4201–4214.
12. Kuntsevich V. M. On a problem of control in the automated control systems of enterprises /V. M. Kuntsevich// *Upravlyayushchie Sistemy i Mashiny.* – 1973. – N 5. – P. 14–15 (in Russian).
13. Rodrigues L. Piecewise-linear controller synthesis with applications to inventory control of switched production systems /L. Rodrigues, E. K. Boukas // *Automatica.* – 2006. – 42, N 8. – P. 1245–1254.
14. Sanchez-Pena R. *Robust Systems: Theory and Applications* /R. Sanchez-Pena, M. Szanier Wiley, New-York. – 1998.
15. Shin J. Analytical design of a proportional controller for constrained optimal regulatory control of inventory loop /J. Shin, J. Lee, S. Park, K.-K. Koo, M. Lee // *Control Engineering Practice.* – 2008. – 16, N 11. – P. 1391–1397.
16. Simon H. A. On the application of servomechanism theory in the study of production control /H. A. Simon // *Economitra.* – 1952. – 20. – P. 247–268.
17. Skurikhin V. I. On dynamical processes arising in the automated control systems of enterprises /V. I. Skurikhin // *Upravlyayushchie Sistemy i Mashiny.* 1972. – N 1. – P. 35–41 (in Russian).
18. Taleizadeh A. A. A hybrid method of Pareto, TOPSIS and genetic algorithm to optimize multi-product multi-constraint inventory control systems with random fuzzy replenishments /A. A. Taleizadeh, S. T. A. Niaki, M.-B. Aryanezhad // *Mathematical and Computer Modelling.* – 2009. – 49, N 5–6. – P. 1044–1057.
19. Towill D. R. Analysis and design of an adaptive minimum reasonable inventory control system /D. R. Towill, G. N. Evans, P. Cheema // *Prod. Planning Control.* – 1997. – 8, N 6. – P. 545–557.
20. Wiendahl H. Automatic production control applying control theory /H. Wiendahl, W. Breithaupt // *Int. J. Prod. Econ.* – 2000. – N 63. – P. 33–46.
21. Yokoyama T. A note on discrete servo theory in inventory control /T. Yokoyama // *Industrial Administration Research Memorandum.* – 1955. – 1, N 3. – P. 1–3.
22. Zhiteckii L. S. Adaptive control of systems subjected to bounded disturbances /L. S. Zhiteckii // *In Bounding Approaches to System Identification* (M. Milanese etc., eds.). – 1996. – Chapt. 24. – P. 383–407. Plenum Press, New York.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ БІОНІКИ ПРИ СТВОРЕННІ ГІБРИДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Проаналізовано можливість застосування закономірностей та даних, отриманих в ході деяких біофізичних експериментів з дослідження нейронів мозку для створення гібридних технічних систем.

Проблематика створення гібридних технічних систем, тобто технічних систем, які поєднують як технічні елементи, так і елементи біологічного походження, привертає увагу інженерів та дослідників-науковців протягом останніх десятиріч. На різних етапах розвитку науки і техніки існували різні підходи до вирішення таких проблем. В останні роки особливої актуальності набувають роботи, що ґрунтуються на результатах досліджень з біофізики та біохімії молекулярних структур та процесів, оскільки такі результати можуть бути застосовані для створення молекулярних пристроїв та систем, даючи розвиток нанотехнологіям, або гібридних технічних систем, у яких технічна та біологічна компоненти з успіхом поєднані на молекулярному рівні. Практичними результатами таких робіт може бути успішне вирішення проблем вживлення технічних елементів у тіло пацієнта замість ушкоджених органів, перехід до створення роботів з біонічними елементами, розробка наноелементів пам'яті для комп'ютерів майбутнього, інші.

Актуальність робіт по створенню гібридних технічних систем з елементами біологічного (Б) походження на основі досліджень з біофізики та біохімії молекулярних природних структур обумовлена тим, що деякі технології, застосовані у технічних системах, інформаційних системах (ІС) досягли насичення. Застосування результатів досліджень нанобіоніки, як вважають, допомагає розв'язати проблеми, що виникли, замінивши традиційні матеріали в елементах цих систем на молекули та молекулярні комплекси Б походження. При розробці нових зразків технічних систем згідно підходам біоніки можливе внесення у технічні системи (в тому числі технічні інформаційні системи - тІС) елементів Б молекулярної природи (натуральних інформаційних систем - нІС) з утворенням гібридних систем. Інкорпорованими в гібридні системи можуть бути функціонально важливі молекулярні комплекси, фрагменти штучних аналогів Б систем тощо, які можуть виконувати потрібні функції. Дослідженими нами елементами, які могли б у майбутньому вбудовані в технічні системи, є Б нейрони мозку та їх складові елементи, наприклад, молекулярні каналорецепторні комплекси (КРК) з фрагментів поверхневих мембран нейронів (МН) за умови керованого їх застосування. Таку можливість створюють результати багаторічних досліджень трансмембранних електричних хемокерованих струмів (ТЕХ-струмів) через такі молекулярні структури. Крім того, Б нейрони є найдосконалішими логічними елементами, з усіх відомих на тепер систем найкраще реалізують пам'ять (досліджували нейрони гіпокампа –

«структури пам'яті»), а молекулярні компоненти МН безпосередньо приймають участь як у цих процесах, так і у процесах прийому-передачі інформації у вигляді електричних сигналів.

Мета. Метою роботи є біофізичне дослідження біооб'єктів (нейронів) та аналіз отриманих результатів із тим, щоб використати ці експериментальні дані для створення новітніх гібридних технічних систем.

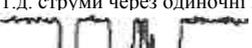
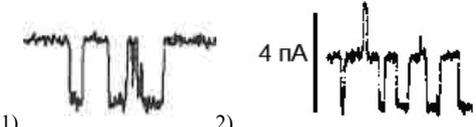
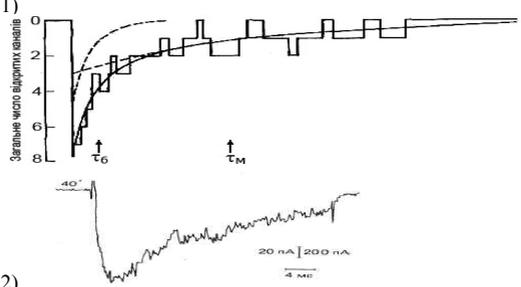
Основна частина. Деякі перспективи застосування досліджень ТЕХ-струмів на нейронах ГМС Результати досліджень виникнення електричних імпульсів на нейронах головного мозку ссавців (ГМС) у відповідь на електричний подразнюючий імпульс (електроактивовані струми), або у відповідь на хімічний подразнюючий вплив (хемоактивовані струми), на нашу думку, можуть бути застосовані при вирішенні деяких задач при створенні окремих вузлів комп'ютерів або інших технічних пристроїв майбутнього. В наших експериментах з використанням методки фіксації потенціалу на мембрані нейрону, що описана у [1-3], ми реєстрували трансмембранні електричні хемокеровані (ТЕХ) струми у відповідь на дію агоністів глутамата (Глу) та кайната (КК). Такі ТЕХ-струми могли бути заблокованими або модифікованими внаслідок дії на них блокаторами, що первинно були отриманими з біоорганізмів - аранеїд [3]. У зведеній таблиці 1 є дані щодо деяких ефектів, зареєстрованих під час електрофізіологічних експериментів, описаних раніше у ряді керівництв та статей [1-3].

Аналіз даних експериментів з реєстрації ТЕХ-струмів та дії на них блокаторами. В табл. 1 наведені дані експериментів автора та дані з [1-3]. Дані, отримані нами при дослідженні електричних властивостей мембран нейронів, дозволяють створити модель пристрою з біологічних молекул для генерації електричних імпульсів різноманітної, наперед заданої форми та наперед заданими електричними характеристиками.

Таблиця 1.

Деякі перспективи застосування досліджень ТЕХ-струмів на нейронах

№ з/п	Об'єкт	Зареєстрований ефект	Фізичні механізми, що лежать в основі ефекту
1	Мембрани нейронів	<p>На мембранах нейронів виникають імпульси струмів $I_{\text{мем}}$. Форму імпульсів можна задавати експериментально хемоактивацією різними агентами.</p> <p>Імпульси можна задавати одиночними, (довільно та цілеспрямовано):</p> <p>1.а. кайнатактивованій струм $I_{\text{КК}}$ – <i>прямокутний стрибок</i></p>  <p>1.б. глутаматактивованій струм $I_{\text{Глу}}$ – <i>пилкоподібний трикутний імпульс</i></p> 	<p>Активация-деактивация трансмембранных каналов хемоактивованных різними агоністами, модифікація трансмембранных струмів $I_{\text{мем}}$ антагоністами. Дії хімічними агентами (антагоністами-антагоністами)</p>

	<p>Імпульси можна задавати <i>періодичними</i> І. в. каінатактивованій струм $I_{КА}$, його інактивация ток- сином (Тх) аранеїд – прямокутний ступінчатий ім- пульс $I_{КК+}$ (Тх)</p>  <p>І. г. гліцинактивованій струм $I_{Глі}$</p>  <p>І. д. струми через одиночні канали (<i>випадкові події</i>)</p> 	<p>змінюють структуру молекули хеморептор- ного комплек- су (КРК).</p>
2	<p>Струми $I_{КК}$, $I_{Глу}$: дія токсинами на них</p> <p>Дія токсинами аранеїд (Тх) на $I_{КК}$ та $I_{Глу}$: «Виключення» (по необхідності) трансмембранних струмів $I_{Мем}$, створення імпульсів заданих форм (зворотне/незворотне)</p> 	<p>Модифікація структури молекули КРК під час експериментів</p>
3	<p>Струми через одиночні канали</p> <p>Отримання мініатюрних імпульсів прямокутної форми (пА) при patch-clamp ресстрації.</p> 	<p>Одиничний акт роботи молекули КРК</p>
4	<p>Струми через одиночні канали</p> <p>Статистична сума струмів одиночних каналів (1) дає сумарний імпульс струму $I_{Мем}$, пА (2), що ресструється експериментально</p> 	<p>Сумарний транс- мембранний струм $I_{Мем}$, утворений сумою елементарних струмів через одиночні канали</p>

При аналізі цих даних видно, що проведені досліди демонструють можливість створення умов для керованої роботи деяких біологічних макромолекул (глутаматного канало-рецепторного комплексу (гКРК), токсинів, інших молекул) [3]. В колонці зліва наведено назву біологічного об'єкту, на якому зареєстровано певне явище. Так, ряд явищ зареєстровано на мембрані ней-

рона, в нашому випадку – нейрона гіпокампа (наприклад, поле 1 табл. 1). В *центральной колонці* перелічені ефекти, які були зареєстровані на відповідному об'єкті (наприклад, поле 1 табл. 1– 1.а, 1.б, 1.в, 1.г, 1.д). Оскільки ефекти – 1.а, 1.б, 1.в, 1.г, 1.д – ми створювали цілеспрямовано в експериментальних умовах і вони були повторюваними, то в майбутньому їх також можна буде повторювати у відповідних штучно створених елементах нанопристроїв, створених за принципами біоніки. Так, можна генерувати імпульси трикутної форми при аплікації агоністів глутамата ($I_{\text{Глу}}$), гліцина ($I_{\text{Гли}}$) або ГАМК ($I_{\text{ГАМК}}$). Відповідно, штучні елементи зможуть генерувати імпульси прямокутної форми, якщо штучні гКРК активувати кайнатом (КК, $I_{\text{КК}}$). Для того, щоб імпульс прямокутної форми мав задану тривалість, в потрібний момент необхідно або припинити дію КК (відмити агоніст), або подіяти специфічним блокатором-токсисом (поля 1.в та 2, табл. 1), наприклад, токсисом аранеїд. В *колонці справа* наведені фізичні механізми, що лежать в основі відповідного ефекту. Відповідно, можна утворювати не тільки *одиначні імпульси*, але і *періодичні сигнали* (меандр, пілкоподібна серія імпульсів тощо) (поле 1 табл. 1– 1.в, 1.г), та відкривання *одиначних каналів* (поле 1–1.е та поле 2 таблиці 1).

Висновки

1. Існує ряд елементів біологічного походження, які на сьогодні представляють інтерес з точки зору техніки, а саме створення гібридних технічних систем.
2. Досліджені нами об'єкти (нейрони гіпокампа) давно досліджуються з використанням відповідно розроблених технічних пристроїв, установок, в яких електричні процеси на біооб'єктах добре взяті під контроль. Можна говорити про створення біотехнічних комплексів для проведення експериментів.
3. Такі біотехнічні комплекси можна розглядати як уже створені біонічні гібридні пристрої, які можуть виконувати нові функції, задані поєднанням біологічних та технічних елементів.
4. В таких біотехнічних комплексах електричні сигнали від біоелемента можуть виконувати свою власну роль, як вхідні сигнали, що подаються на наступний за ними технічний елемент. Так біологічні та технічні елементи поєднуються воедино, завдяки їх електрофізичній природі. При цьому біооб'єкти виступають, як самостійні елементи біотехнічної системи, а не тільки як об'єкти експериментальних досліджень [1-3].

Список літератури

1. Костюк П. Г., Крышталь О. А. Механизмы электрической возбудимости нервной клетки. – М. : Наука, 1981. – 204 с.
2. Сигворе Ф., Сакман Б., Неер Э. и др. Регистрация одиночных каналов. – М. : Мир, 1987. – 448 с.
3. Akaike N., Kawai N., Kiskin N. et al. Spider toxin blocks excitatory amino – acid responses in isolated hippocampal pyramidal neurons. – Neurosci. Lett., v. 79, 1987, p. 326–330.

*A.V. Goncharenko, PhD, Engineering Sciences
(National Aviation University, Ukraine, Kyiv)*

HORIZONTAL FLIGHT FOR MAXIMAL DISTANCE AT PRESENCE OF CONFLICT BEHAVIOR (CONTROL) OF THE AIRCRAFT CONTROL SYSTEM ACTIVE ELEMENT

Theses of this report are dedicated to scientific explanation of making control decisions in the so-called active systems. On the example of an aviation transportation system, it is shown the application of the subjective entropy extremizing principle, suggested by professor Kasianov V.A. (National Aviation University, Kyiv, Ukraine), to the solution of the problem of an aircraft maximal distance horizontal flight.

Horizontal flights of maximal distance and duration are important operational parameters of an aircraft equipped with any type of powerplant [1]. It is undoubtedly that the maximal distance of the horizontal flight exists objectively.

On the basis of the theoretical results achieved by our predecessors [2], for the horizontal flight with the maximal distance for an aircraft equipped with the sky rocket engine [2, § 5, P. 212, (48)]:

$$f = \left(\frac{A}{B} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot v^2 \cdot \left[\frac{v + V_r}{(2n-1)V_r + (n-1)v} \right]^{\frac{1}{n}}, \quad (1)$$

where f – function, which is being varied, or the free/loosened function, – the law of the airplane mass change [2, § 5, P. 198]; A and B – constants, being determined by the expressions [2, § 5, P. 202]; n – some certain constant [2, § 5, P. 199]; v – speed of the flying object center of masses, it is assumed, that when the fuel is being burnt, the center of masses of the aircraft has no displacement relatively to its fuselage hull, hence, the vector differential equation of the center of masses motion will not be different from the equation of the material point with the changeable mass motion, that is from the equation by **I.V. Mescherskiy (1893-1897)** [2, P. 7, § 5, P. 199], **T. Levi-Civita (1928)** [2, P. 9, 11, 12, § 1, P. 19, (13)]; V_r – effective relative speed of the burning products flowing out from the nozzle of the reactive (jet) engine, being $V_r = \text{const}$ [2, § 5, P. 199]; we elaborate methodic [3-9] for estimation the system's active element controlling influence upon the choice of the optimal operational mode.

Already developed elements of the general methodic imply compilation more general operational control functionals of the types of [5, P. 119, (3.38)]:

$$\Phi_{\pi} = - \sum_{i=1}^N \pi_i \ln \pi_i - \beta \sum_{i=1}^N \pi_i F_i + \gamma \left[\sum_{i=1}^N \pi_i - 1 \right], \quad (2)$$

where π_i – function of the individual's subjective preferences of the i^{th} achievable alternative; N – number of the achievable alternatives; β – structural parameter;

F_i – function, related to the i^{th} achievable alternative; γ – structural parameter; the structural parameters β and γ can be considered in different situations as Lagrange coefficients, weight coefficients or endogenous parameters that represent some certain properties of the individual's psych; [7, P. 57, (1), (2)]:

$$\Phi_{\pi} = \int_{t_0}^{t_1} \left(- \sum_{i=1}^N \pi_i(t) \ln \pi_i(t) + \beta \sum_{i=1}^N \pi_i(t) F_i + \gamma \left[\sum_{i=1}^N \pi_i(t) - 1 \right] \right) dt, \quad (3)$$

where t – time.

For now, we combine the subjective entropy extfimization principle (2), (3) with the results obtained as the development of (1), in the view of

$$L = \int_{M_0}^{M_E} - \frac{2\eta Q \rho v^2 S}{C_{x_0} (\rho v^2 S)^2 + b(2mg)^2} dm, \quad (4)$$

where L – distance of the flight; M_0 , M_E – mass of the flying apparatus at the initial and terminal point of the active segment of the horizontal flight, that is at the beginning and end of the engine run; η – efficiency (coefficient of the useful action) of the propulsive complex; Q – low calorific value of the fuel by its working mass; ρ – density of the air at the given altitude; S – character square area of the flying object [2, § 5, P. 199]; C_{x_0} – value of the head resistance force coefficient at the value of the lifting force when it equals zero; b – some stable value which is being determined within the given diapason of speeds from the blowings in wind tunnels; m – mass of the flying apparatus; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$;

$$v_L(m) = \sqrt[4]{4 \frac{bm^2g^2}{C_{x_0}\rho^2S^2}}, \quad (5)$$

where $v_L(m)$ – extremal (optimal speed) of the functional (4), as the function of the aircraft changeable mass found on conditions of the Euler's-Lagrange's equation compliance for (4); into the functionals of more general form, for example, for two reachable alternative speeds of the horizontal flight:

$$\Phi_{\pi} = \int_{M_0}^{M_E} \left\{ - \sum_{i=1}^{N=2} \pi_i \ln \pi_i - \beta \left[\pi_1 \frac{2\eta Q \rho v_{\text{opt}}^2 S}{C_{x_0} (\rho v_{\text{opt}}^2 S)^2 + b(2mg)^2} + \right. \right. \\ \left. \left. + \pi_2 \frac{2\eta Q \rho v^2 S}{C_{x_0} (\rho v^2 S)^2 + b(2mg)^2} \right] + \gamma \left[\sum_{i=1}^{N=2} \pi_i - 1 \right] \right\} dm, \quad (6)$$

where v_{opt} – unknown optimal speed of the horizontal flight with regards to the distance (length) of the flight; v – arbitrary chosen function of speed.

On conditions of the Euler's-Lagrange's equations system compliance for (6), we get canonical distributions for functions of preferences π_i (the extremals), and for the optimal speed of the horizontal flight of the maximal distance v_{opt} (also the extremal), we find the expression which is identical to (5).

Calculation experiments illustrated in fig. 1, 2 demonstrate positive conflictability of the "right" alternative, even if there is no extremal amongst them. The conflictability can be evaluated with the use of the hybrid model of the relative pseudo-entropy function researched in some detailed particular applications in the papers [8, 9] for the reliability and safety issues. There is an opinion that conflicts might have positive as well as negative functions.

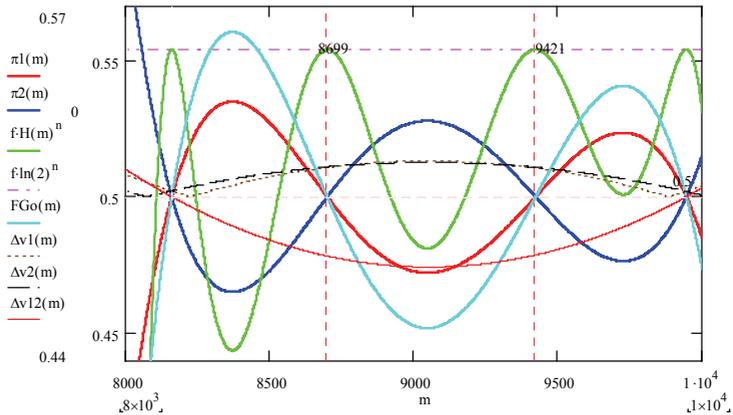


Fig. 1. Controlling operational modes preferences and subjective entropy formed by the effectiveness functions

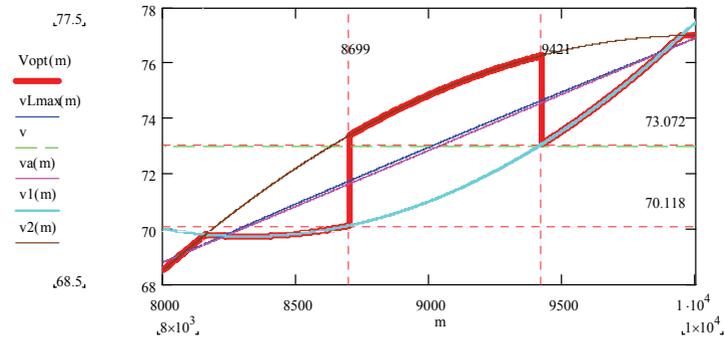


Fig. 2. Variants of the horizontal flight speeds

In fig. 1, it is noticeable four maxima of entropy $H(m)$ at the values of knots of $FGo(m) = 0.5 + 0.108(F_1 - F_2) = 0.5$ and intersections of π_i . Also, in fig. 1, there

are functions: $\Delta v_i(m) = 0.5 + |v_{\max} - v_i|/150$, where v_{\max} – extremal speed of the flight, unreachable for this problem setting; $\Delta v_{12}(m) = 0.5 + (v_1 - v_2)/150$.

In fig. 2 we can observe shifts in operational modes at the knots only if $\Delta v_{12}(m) \neq 0.5$ but $FGo(m) = 0.5$.

Conclusions. The postulated in the subjective analysis principle of the individual's subjective preferences entropy extremization alone allows finding optimality in the control of alternative choice without any preconditions and even without knowing the extremal one.

Since the subjective entropy extremization principle allows; independently on the conditions of transversality, Weierstrass-Erdmann, principle of maximum by L.S. Pontryagin (USSR), as well as principle of optimality by R. Bellman (USA); finding the extremals, their optimal conjunctions of all kinds: either breaks with shifts, or both at smooth and corner points, for closed and restricted areas; stipulated by compliance with the only a priory condition of the Euler-Lagrange equations; it is suggested to call this principle by the name of its author, professor Vladimir Aleksandrovich Kasianov, National Aviation University (Kyiv, Ukraine).

References

1. Kroes M.J. Aircraft powerplants. 7th ed. / M.J. Kroes, T.W. Wild. – New York, New York, USA: GLENCOE Macmillan/McGraw-Hill, International Editions, 1994. – 694 p.
2. Космодемьянский А.А. Курс теоретической механики. Часть II / А.А. Космодемьянский. – М.: Просвещение, 1966. – 398 с.
3. Касьянов В.А. Моделирование полета: монография / В.А. Касьянов. – К.: НАУ, 2004. – 400 с.
4. Kasianov V. Subjective entropy of preferences: monograph / V. Kasianov. – Warsaw: Institute of aviation, 2013. – 450 p.
5. Касьянов В.А. Субъективный анализ: монография / В.А. Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512 с.
6. Касьянов В.А. Элементы субъективного анализа: монография / В.А. Касьянов. – К.: НАУ, 2003. – 224 с.
7. Kasyanov V.O. Variational principle in the problem of ship propulsion and power plant operation with respect to subjective preferences / V.O. Kasyanov, A.V. Goncharenko // Науковий вісник Херсонської державної морської академії: Науковий журнал. – Херсон: Видавництво ХДМА, 2012. – № 2(7). – С. 56-61.
8. Goncharenko A.V. Mathematical modeling of the ship's main engine random operational process / A. V. Goncharenko // Двигатели внутреннего сгорания : Научно-технический журнал. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2012. – № 2. – С. 117-125.
9. Goncharenko A.V. Measures for estimating transport vessels operators' subjective preferences uncertainty / A.V. Goncharenko // Науковий вісник Херсонської державної морської академії: Науковий журнал. – Херсон: Видавництво ХДМА, 2012. – № 1(6). – С. 59-69.

*В.Н. Азарсков, докт. техн. наук Д.В. Грищак, канд. техн. наук, Д.Д. Грищак
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВБЛИЗИ ВОЗМУЩАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Предлагается двухшаговый гибридный асимптотический подход на основе методов возмущений и фазовых интегралов (метод WKBJ) для получения приближенного аналитического решения нелинейной задачи о колебаниях летательного аппарата вблизи возмущаемой поверхности. Задача сводится к необходимости интегрирования сингулярного нелинейного дифференциального уравнения с переменными во времени периодическими коэффициентами при заданных начальных условиях.

Как известно [1], в связи с влиянием регулярно-возмущаемой (в частности водной) поверхности летательный аппарат (ЛА) при определенных режимах движения совершает вынужденные колебания как в плоскости тангажа, так и в области крена. Особый интерес с точки зрения возникновения динамических эффектов представляет случай совместных колебаний при полете под произвольным углом φ к волне. Механическим аналогом данного динамического процесса может служить модель колебаний математического маятника с колеблющейся по заданному закону точкой подвеса и длиной, являющейся функцией времени. Следует отметить, что существующие решения, как правило, сводятся к решению уравнения Матье-Хилла при условиях, что момент восстанавливающих сил носит нелинейный (в частности кубический) характер [3], а безразмерная амплитуда параметрического возбуждения является величиной малой.

В данной работе на основе гибридного асимптотического подхода [3-5] предлагается приближенное аналитическое решение задачи динамики ЛА вблизи возмущаемой поверхности в случаях, когда момент восстанавливающих сил носит нелинейный характер порядка m , а безразмерная амплитуда возмущения μ может быть величиной и не малой, т.к. в этом случае возможно ухудшение динамических характеристик летательных аппаратов.

Постановка задачи. Основное дифференциальное уравнение. Для крейсерского полета ЛА типа «Утка» расчетная схема динамики процесса движения в предположении, что основное влияние на переходные процессы в плоскости крена оказывает заднее несущее крыло, представляется в виде [1] рис. 1.

На схеме (рис.1) приняты обозначения: $OXYZ$ – инерциальная система координат, движущаяся со скоростью ЛА V равномерно, прямолинейно и поступательно; $oxyz$ – жестко связанная с аппаратом система координат.

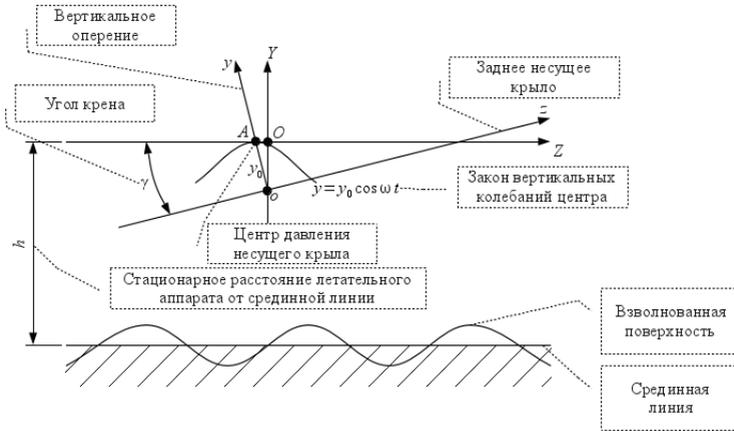


Рис. 1. Расчетная схема динамики ЛА вблизи взволнованной поверхности

В отличие от [1], где предполагается нелинейность момента восстанавливающих сил кубической, будем предполагать нелинейность порядка m . В этом случае дифференциальное уравнение, описывающее бортовую качку ЛА принимает вид

$$I_x \ddot{\gamma}(t) + n\dot{\gamma}(t) + c_{11}\gamma(t) + c_{22}\gamma^m(t) = 0, \quad (1)$$

где c_{11} , c_{22} определяются выражениями из [1]:

$$\begin{aligned} c_{11} &= c_1 + c_2; & c_{22} &= c_1 3l_1^2 / (7h_1^2) + c_2 3l_2^2 / (7h_2^2); \\ c_1 &= 2\alpha_1 q l_1^3 / [5\bar{h}_1^2 (1 + 6/\lambda_1^2)]; \\ c_2 &= 2\alpha_2 q l_2^2 / [5\bar{h}_2^2 (1 + 6/\lambda_2^2)]; \end{aligned} \quad (2)$$

q – скоростной напор; l_1 , l_2 – полуразмахи крыльев; \bar{h}_1 , \bar{h}_2 – относительные расстояния крыльев от экрана; λ_1 , λ_2 – относительные удлинения; α_1 , α_2 – числовые коэффициенты, n – суммарный коэффициент демпфирования.

Полагая

$$h_1 = h_2 = h^* = h + I_0 \cos \omega t \quad (3)$$

с учетом периодических добавок вертикальных колебаний ЛА в плоскости тангажа, и введя безразмерное время

$$2\tau = \omega t, \quad (4)$$

получено основное уравнение задачи в форме:

$$\frac{d^2\gamma}{d\tau^2} + \nu \frac{d\gamma}{d\tau} + (a - 2\mu \cos 2\tau)\gamma + \eta\gamma^m = 0, \quad (5)$$

где

$$\nu = 2n/(I_x\omega); \quad a = 4c_{11}/(I_x\omega^2); \quad \eta = 4c_{22}/(I_x\omega^2); \quad \mu = aI_0/h = ka. \quad (6)$$

В общем случае уравнение (5) может быть представлено в виде:

$$\varepsilon^2 \gamma''(\tau) + \bar{v} \gamma'(\tau) + b(\tau) \gamma(\tau) + \bar{\eta} \gamma^m(\tau) = 0, \quad (7)$$

где

$$\left(\cdot \right)' = \frac{d(\cdot)}{d\tau}; \quad b(\tau) = \frac{a}{\mu} - 2 \cos 2\tau; \quad \varepsilon^2 = \frac{1}{\mu}; \quad \bar{v} = \frac{v}{\mu}; \quad \bar{\eta} = \frac{\eta}{\mu}; \quad (8)$$

ε и $\bar{\eta}$ – скалярные параметры.

Уравнение (7), описывающее процесс, является сингулярным (в случае малости ε и больших значений μ) нелинейным дифференциальным уравнением с переменным по времени коэффициентом $b(\tau)$. Решение задачи сводится, как правило [2, 4, 5], к определению областей устойчивости с помощью диаграммы Айнса-Стретта при известном аналитическом решении. В общем случае уравнение (7) не имеет аналитического точного решения. Обычно в этих случаях используются прямые численные методы интегрирования либо асимптотические подходы.

В данной работе используется гибридный асимптотический подход на основе метода возмущений по параметру $\bar{\eta}$ и метода фазовых интегралов (метод WKB) по параметру ε [6-8]. Результирующее решение имеет форму суммы, где каждый член состоит из двух функций согласно методу возмущений (по скалярному параметру при нелинейной составляющей исходного уравнения) и WKB-приближения, эффективного при интегрировании сингулярных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами.

Гибридное асимптотическое решение. В соответствии с решениями уравнения (7) на основе гибридного подхода [5] имеем

$$\gamma(\tau) = E(\tau) \left\{ \sin I(\tau) [c_1 + \bar{c}_1(G(\gamma_0))] + \cos I(\tau) [c_2 + \bar{c}_2(G(\gamma_0))] \right\}, \quad (9)$$

где

$$\begin{aligned} E(\tau) &= \exp \int -\frac{\bar{v}}{2} d\tau; \quad I(\tau) = \int \varepsilon^{-1} Q(\tau)^{1/2} d\tau; \\ Q(\tau) &= \left[-\frac{\bar{v}^2}{4} + b(\tau) \right]; \\ \bar{c}_1 &= -\bar{\eta} \int \frac{\cos I(\tau) G(\gamma_0)}{\exp \int -\frac{\bar{v}}{2} d\tau \cdot I'(\tau)}; \\ \bar{c}_2 &= +\bar{\eta} \int \frac{\sin I(\tau) G(\gamma_0)}{\exp \int -\frac{\bar{v}}{2} d\tau \cdot I'(\tau)}; \end{aligned} \quad (10)$$

$$G(\gamma_0) = [\gamma_0]^m; \quad \gamma_0 = E(\tau) [c_1 \sin I(\tau) + c_2 \cos I(\tau)].$$

В качестве примера принимаются начальные условия задачи в виде

$$\begin{aligned} \gamma(0) &= 1, \\ \gamma'(0) &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Основные составляющие решения (9) представляются соотношениями:

$$E(\tau) = \exp\left[-\frac{\bar{v}}{2}\tau\right]; \quad Q(\tau) = \exp\left[-\frac{\bar{v}^2}{4} + \frac{a}{\mu} - 2\cos 2\tau\right];$$

$$I(\tau) = \varepsilon^{-1} \int \left[-\frac{v^2}{4} + \frac{a}{\mu} - 2\cos 2\tau\right]^{1/2} d\tau.$$

Анализ численных результатов. Для определения соответствия предложенного приближенного аналитического решения результатам прямого численного интегрирования исходного уравнения приняты следующие параметры:

$$\mu = 10; \quad \varepsilon = (10^{-1})^{0,5} = 0,316; \quad v = 1; \quad a = 1; \quad \bar{v} = \frac{v}{\mu} = 0,1. \quad (12)$$

При этом решение линейной задачи при начальных условиях (11) может быть представлено в виде:

$$\gamma_0(t) = \cos t + 5,0674 \sin t \sin 2t. \quad (13)$$

Результаты численной реализации при заданных исходных данных (12) представлены на рис. 2-3.

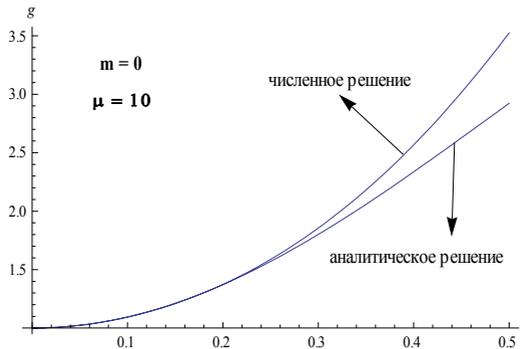


Рис.2. Сравнение аналитического и численного решений линейной задачи

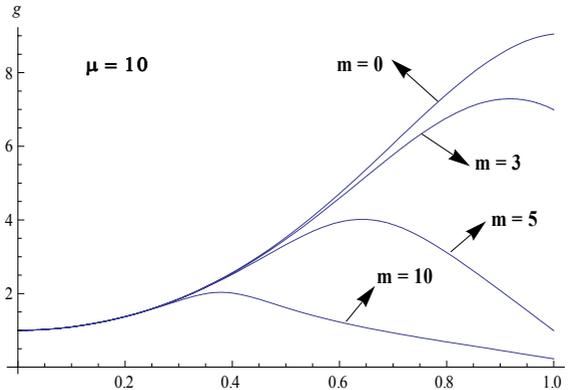


Рис. 3. Сравнение численных решений для различной степени нелинейности

Выводы

На основе гибридного асимптотического подхода предложено приближенное аналитическое решение нелинейной задачи динамики летательного аппарата вблизи возмущаемой поверхности. Как показало сравнение результатов на основе предложенного аналитического решения и прямого численного интегрирования исходного уравнения, решение задачи существенным образом зависит от степени m ее нелинейности и величины безразмерной амплитуды возмущения μ . На определенном интервале изменения параметра времени поведение исследуемой системы не чувствительно к показателю нелинейности m . Для расширения диапазона изменения скалярных параметров асимптотического разложения представляется перспективным использование гибридного ВКБ-Галеркин метода (внутренняя асимптотика) на базе метода возмущений (внешняя асимптотика).

Предложенный в работе гибридный асимптотический подход может быть эффективным и в случаях, когда расстояние h летательного аппарата от средней линии волны является функцией времени (наличие переменного коэффициента при нелинейной составляющей) и переменности коэффициента демпфирования n , что является перспективным для дальнейших исследований динамической устойчивости ЛА вблизи возмущаемой поверхности.

Список литературы

1. *Ольков В. В., Гусев И. Н.* Динамическая устойчивость летательного аппарата вблизи взволнованной поверхности / В. В. Ольков, И. Н. Гусев // В кн. «Методы возмущений в механике». – Новосибирск: изд-во «Наука», Сибирское отделение, 1982. – С. 105-111.
2. *Пановко Я. Т., Губанова И. И.* Устойчивость и колебания упругих систем / Я. Т. Пановко, И. И. Губанова. – М.: Наука, 1964, – 355 с.
3. *Гусев И. Н.* Переходные режимы движения летательного аппарата в плоскости крена / И. Н. Гусев // В кн. «Методы возмущений в механике», Иркутск, 1979. – С. 171-180.

4. *Болотин В. В.* Динамическая устойчивость упругих систем / В. В. Болотин. – М.: Гостехиздат, 1956. – 504 с.

5. *Голоскоков Е. Г., Филиппов А. П.* Нестационарные колебания деформируемых систем / Е. Г. Голоскоков, А. П. Филиппов. – К.: Наукова думка, 1977. – 244 с.

6. *Gristchak V. Z., Kabak V. N.* Double Asymptotic Method for Nonlinear Forced Oscillations Problems of Mechanical Systems with Time Dependent Parameters / V. Z. Gristchak, V. N. Kabak // Technische Mechanik, Band 16, Heft 4, 1996, pp. 285-296.

7. *Gristchak V. Z., Ganilova O. A.* Application of a Hybrid WKB-Galerkin Method in Control of the Dynamic Instability of a Piezolaminated Imperfect Column / V. Z. Gristchak, O. A. Ganilova // Technische Mechanik, №26(2), 2006, pp. 106-116.

8. *Грищак В. З.* Гібридні асимптотичні методи та техніка їх застосування / В. З. Грищак. – Запоріжжя: ЗНУ, 2009. – 225 с.

МЕТОД СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ

Розглядається можливість виявлення, ідентифікації і контролю космічних апаратів по паразитному випромінюванню постійно функціонуючих блоків бортової апаратури за допомогою наземних радіотехнічних комплексів системи спостереження та розпізнавання космічних апаратів.

В умовах розпаду системи контролю космічного простору колишнього СРСР і зростання кількості зарубіжних орбітальних угруповань космічних апаратів (КА) для України стає актуальним завдання створення системи ідентифікації КА, що знаходяться в зоні видимості національних засобів.

Для створення бортових комплексів ідентифікації [1,3] потрібні досить великі техніко-економічні витрати, обумовлені перш за все необхідністю виведення декількох десятків КА різної орбітальної побудови. Тому створення таких комплексів у найближчий час не передбачається.

Перевагою лазерних і оптичних комплексів є забезпечення великої дальності дії, високої розрізненості здатності і точності вимірювання координат з скритністю в роботі і практичною несхильністю до різного виду організованих перешкод. У той же час залежність від метеоумов роботи і часу доби не дозволяє забезпечувати постійний контроль космічного простору і ідентифікувати КА [3,4].

Існуючі національні спеціалізовані комплекси спостереження космічних апаратів забезпечують порівняно низьку скритність та оперативність обробки отриманої інформації, обслуговують фіксовані зони території держави, що приводить до появи "дір" в полі контролю. При цьому ці комплекси дорогі у виготовленні і експлуатації [3].

Активні і пасивні комплекси радіолокацій обмежено придатні до задач ідентифікації КА. Ці комплекси можуть бути застосовані тільки для виявлення космічних об'єктів [2].

Ідентифікація активних КА, тобто КА з працюючими передаючими пристроями під час прольоту в зоні радіовидимості національних радіотехнічних комплексів (РТК), не є складною задачею [1]. Проте, для більшості космічних систем оборонного призначення особливою характеристикою їх функціонування є скритність. Це перш за все пояснює відключення бортових передаючих пристроїв КА зовні зони радіовидимості своїх РТК. Ця обставина значно затрудняє ідентифікацію цих КА над територією інших держав.

На основі проведеного вище аналізу представляється доцільним розробити універсальний комплекс спостереження, який був би вільним від недоліків відомих комплексів. Базою такого комплексу може служити наземний радіотехнічний комплекс з повноповоротними антенними пристроями [5]. Даний підхід дозволить створити в порівнянні з відомими більш економічний комплекс, що забезпечує всепогодну фіксацію КА зі всіх напрямів прольоту. При

цьому як показники, що спостерігаються, доцільно використовувати результати постійно функціонуючих блоків бортової апаратури (ББА) КА, вибравши їх характеристиками неконтрольовані випромінювання (НКВ), що "просочуються" через антенні системи КА. Зокрема, у якості таких блоків можуть використовуватися гетеродини і задаючі генератори приймального тракту бортової апаратури КА.

Проведемо аналіз характеристик нестабільності частоти НКВ. Задаючий генератор КА забезпечує формування коливань, які після множення є опорними для гетеродинів приймального тракту. Нестабільність визначається [7] величиною

$$\varepsilon_f = \frac{f_r(t+T) - f_r(t)}{f_0} = \frac{\Delta f_r(t)}{f_0} \quad (1)$$

де $\Delta f_r(t)$ – зміна частоти генератора; f_0 – номінальне значення частоти; T – інтервал часу між моментами вимірювання частоти; r – номер інтервалу усереднювання при зміні частоти.

При цьому відносну нестабільність визначимо через фазу сигналу опорного генератора. Якщо сигнал, що приймається радіотехнічною станцією (РТС) представлений у вигляді

$$S(t) = E(t) \cos[2\pi f_0 t + \varphi(t)],$$

де $E(t)$ – огибаюча, тоді значення відносної нестабільності визначається таким чином:

$$\varepsilon_\varphi = \frac{\varphi(t+T) - \varphi(t)}{2\pi f_0 T} \quad (2)$$

На практиці застосовують і спектральне визначення нестабільності, розглядаючи щільність потужностей і фази або частоти сигналу генератора. Спектральна щільність потужностей при цьому визначається виразом

$$F_\varepsilon = 4 \int_0^\infty R_\varepsilon(r) \cos(2\pi fr) dr \quad (3)$$

де $R_\varepsilon(r)$ - функція автокореляції.

Щільність розподілу потужності процесу нестабільності надзвичайно складно оцінити безпосередніми вимірюваннями, оскільки її складові малі в порівнянні з потужністю складової основної частоти [8]. Більш доступними є вимірювання тимчасових характеристик нестабільності частоти. Умовно джерела нестабільності можна класифікувати по наступних ознаках: систематичні зміни частоти, викликані старінням матеріалу резонатора (довготривала нестабільність); детерміновані періодичні відхилення; зміни частоти за рахунок випадкових функцій, обумовлені застосуванням в апаратурі електронних компонентів (короткочасна нестабільність).

Оцінимо можливість прийому даних сигналів. З рівняння радіолокації відомо [6], що:

$$P_c = \frac{P_n G_n}{4\pi H^2} A = \frac{Q_n A}{4\pi H^2} \quad (4)$$

де P_c – потужність радіосигналу, що приймається, Вт; A – ефективна площа антени наземної системи; P_n – потужність випромінюваного радіосигналу, Вт; G_n – коефіцієнт посилення бортової апаратури; H – висота орбіти КА, км; $Q_n = P_n \cdot G_n$ – коефіцієнт космічного апарату.

Основне угруповання КА розміщене на висотах від 200 до 40000 км [1,3]. При цьому значення потужності паразитного випромінювання БА складає величину порядку $1,2 \cdot 10^{-5}$ Вт [2], а коефіцієнт посилення бортової антени 1000 [5]. Враховуючи вище вираз (4) отримаємо значення висоти орбіти КА, що ідентифікуються, для наземних комплексів з різною ефективною площею антенних пристроїв

Аналіз існуючих національних технічних комплексів (табл.1) показує на можливість використання існуючих в цих комплексах антенних засобів для задач ідентифікації КА. Крім цього даний аналіз дозволяє зробити висновок про доцільність використання РТ-70 з чутливістю приймального тракту 10^{-11} [5] для ідентифікації КА, що знаходяться на орбітах порядку 150 000 км.

Таблиця 1

Ефективна площа антенних засобів основних радіотехнічних наземних комплексів системи спостереження та розпізнавання КА

Антенні засоби	Діапазони, що використовуються	Ефективна площа м ²
АДУ-1000	дм	900
	сумісний:	
РТ-32	дм	650
	см	450
	дм	422
РТ-70	см	407
	18 см.	2450
	6 см.	2800
	5 см.	2750
	3,55 см.	2450
	1,35 см.	1700
	0,82 см.	850

Висновки

Таким чином проведені вище дослідження визначають передумови для створення адаптивної системи ідентифікації та розпізнавання космічних апаратів.

Дані результати можуть бути використані і для контролю космічного простору, а також для задач перевірки працездатності окремих блоків БА національних КА.

Список літератури

1. Инженерный справочник по космической технике / Под ред. А.В.Солодова.- М.: Воениздат, 1969.- 696 с.
2. Справочник по радиолокации. Радиолокационные устройства и системы . Том 3 / Под ред.А.С.Виницкого. - М.: Сов. радио, 1978.-528 с.
3. Космическое оружие: дилемма безопасности / Под ред. Е.П.Велихова, Р.З.Сагдеева, А.А.Кокошина. - М.: Мир, 1986. - 182 с.
4. Проектирование оптических систем / Под ред. Р.Шеннона. - М.: Мир, 1983.-420с.
5. Радиосистемы межпланетных космических аппаратов / Под ред. А.С. Виницкого. - М.: Радио и связь, 1993. - 328 с.
6. Радиотехнические системы / Под ред. Ю.М.Казаринова. - М.: Высшая школа, 1990. - 496 с.
7. Бендат Дж., Пирсол А. Применения корреляционного и спектрального анализа. - М.: Мир, 1983.
8. Воронов А.А. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость. - М.: Наука, 1979.

Л.А. Давлетишина, аспирант (Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Россия, г. Казань)

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ СИСТЕМ С ЛИНЕЙНЫМИ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ

Предлагаются определение скользящего режима на подвижном многообразии, вывод уравнений для данного режима в системах с линейными нестационарными объектами и методы формирования разрывного векторного управления и его многообразия скольжения. Воспроизводятся желаемые модельные движения при постоянном воздействии ограниченных неопределенных возмущений (внешних и параметрических), удовлетворяющих условиям инвариантности. Результаты применены в стабилизации бокового движения самолета.

Рассматривается система с неопределенностями $\Delta A \neq 0$, $F \neq 0$

$$\dot{x} = (A(t) + \Delta A(t))x + B(t)u + D(t)F(t) \quad (1)$$

приводимая в скользящий режим на многообразии

$$S(s = s_1, \dots, s_m)^T = C(t)x = 0 \quad (2)$$

Задачи: 1. Дать метод вывода уравнений скользящего режима на многообразии $S(2)$. 2. Получить алгоритм разрывного векторного управления, обеспечивающего приведение системы (1) в скользящий режим на многообразии $S(2)$. 3. Дать методы построения таких многообразий $S(2)$, в скользящих режимах по которым при $\Delta A \neq 0$, $F \neq 0$ воспроизводятся желаемые модельные движения (движение системы (1) с заданным управлением при отсутствии возмущений). 4. Применить результаты в оптимальной стабилизации бокового движения самолета при возмущениях.

1. Скользящий режим на многообразии $S(2)$ определяется как движение $x(t)$ в системе (1) с управлением

$$u_{СК} = K_{СК}(t)x, \text{ при котором}$$

$$s_j(t) = c_j^T(t)x(t) = 0. \quad (3)$$

Доказано, что при данном определении уравнения скользящего режима на пересечении подвижных гиперплоскостей с векторами $c_j(t)$, то есть на многообразии $S(2)$, описывается системой

$$\dot{x} = [A(t) - B(t)(C(t)B(t))^{-1}(\dot{C}(t) + C(t)A(t))]x. \quad (4)$$

2. Разрывное управление находится в виде суммы $u = u_0 + u_{\Delta A} + u_F$, где u_0 , $u_{\Delta A}$, u_F - слагаемые управления, приводящие систему (1) в сколь-

зкий режим (4) соответственно при отсутствии возмущений и преодолевающие влияние $\Delta A, F$ [1]:

$$u_0 = (CB)^{-1}(K_g g + K_s s - CAx - \dot{C}x), \quad u_{\Delta A} = (CB)^{-1}u_{\Delta A}^*, \quad u_F = (CB)^{-1}u_F^*, \quad (5)$$

где $u_{\Delta A}^* = (u_{\Delta A,1}^*, \dots, u_{\Delta A,m}^*)^T$, $u_F^* = (u_{F,1}^*, \dots, u_{F,m}^*)^T$. Составляющие $u_{\Delta A,j}^*, u_{F,j}^*$

$$\text{определяются как: } u_{\Delta A,j}^* = \sum_{i=1}^n K_{\Delta A,j,i} x_i, \quad u_{F,j}^* = \sum_{i=1}^l K_{F,j,i} (CB)_j \Lambda_D^i.$$

3. Доказано, что для воспроизведения в системе (1) с неопределенными возмущениями $\Delta A, F$ при разрывном управлении $u = u_0 + u_{\Delta A} + u_F$ (5) в скользящем режиме на многообразии S (2), желаемого модельного (в частности, оптимального по минимуму интеграла от квадрата ошибки [2]) движения системы (1) с управлением $u = u_{onm} = K_{onm}x$ при $\Delta A \equiv 0, F \equiv 0$ необходимо и достаточно матрицу $C = (C^1, E)$ многообразия S (2) определять из системы:

$$\begin{aligned} \dot{C}^1 = & -[C^1 \begin{pmatrix} A_{11} + B_1 K_{onm}^1 \\ A_{21} + B_2 K_{onm}^1 \end{pmatrix} + A_{21} + B_2 K_{onm}^1] C^1, \\ & + [C^1 \begin{pmatrix} A_{12} + B_1 K_{onm}^2 \\ A_{22} + B_2 K_{onm}^2 \end{pmatrix} + A_{22} + B_2 K_{onm}^2] C^1, \end{aligned}$$

при начальных условиях $C^1(t_0)$, удовлетворяющих равенству $C(t_0)x(t_0) = 0$.

4. Исследована математическая модель колебаний самолета относительно оси рыскания в плотных слоях атмосферы (без учета действия боковой аэродинамической силы [3]) с учетом инерционности электропривода – рулевой машинки, охваченной жесткой обратной связью [4]:

$$\begin{aligned} \ddot{\Psi} + (m_0 + \Delta m_0)\dot{\Psi} + (m_1 + \Delta m_1)\Psi &= -m_2\delta + f, \\ T\dot{\delta} + \delta &= Ku. \end{aligned} \quad (6)$$

Результаты моделирования данной системы с учетом ограниченных неопределенностей в координатах отклонения угла рыскания Ψ и двух его производных практически тождественно совпадают с оптимальным движением при отсутствии возмущений, то есть при управлении $u = u_{onm} = K_{onm}x$ и $\Delta A \equiv 0, F \equiv 0$, где за элементы матрицы K_{onm} приняты коэффициенты оптимального управления: $u_{onm} = K_{10}x_1 + K_{20}x_2 + K_{30}x_3$, $x_1 = \Psi$, $x_2 = \dot{\Psi}$, $x_3 = \ddot{\Psi}$, найденного по методу стандартных коэффициентов [2].

На рис. 1 и 2 показаны процессы практически тождественного воспроизведения отклонения по углу рыскания $x_1 = \Psi$ в исходной разрывной системе и в системе скользящего режима при неопределенных возмущениях $\Delta m_0, \Delta m_1, f$ оптимального модельного процесса по данному отклонению.

Заметим, что при стремлении $x_i(t)$ к нулю, коэффициенты $c_i(t)$ могут стремиться по модулю к бесконечности [5]. В этой связи в случае большого времени переходного процесса данное обстоятельство может привести к уста-

новившимся ошибкам и в координатах состояния $x_i(t)$, так как большие значения $|c_i(t)|$ приводят к перегрузке ПК и к погрешностям вычислений. Одним из способов устранения таких больших значений $|c_i(t)|$ является одновременное их деление на число большее единицы через равные промежутки времени на переходном процессе, либо при достижении одним из значений $|c_i(t)|$ допустимого большого значения. Ориентация плоскости в фазовом пространстве при этом не изменяется. Процессы изменения коэффициентов $c_i, i = \overline{1,3}$, за время переходного процесса представлены на рис. 3, из которых следует, что они не имеют характер схождения к постоянному значению, но и не принимают больших значений, которые могли бы привести к значительным погрешностям в вычислениях. Вместе с тем это обстоятельство не гарантирует того, что с течением времени, при $t > t_{nn}$, где t_{nn} - время переходного процесса, $c_i, i = \overline{1,3}$, не будут по модулю нарастать до больших по модулю значений. Для гарантии их не возрастания предлагается определить число точек равновесия на фазовой плоскости координат c_1, c_2 в системе уравнений по их определению и исследовать устойчивость каждой из этих точек.

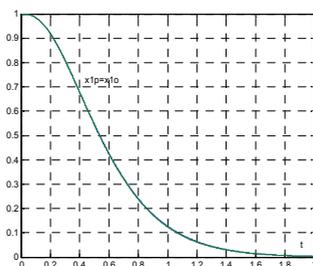


Рис.1. Процесс изменения координат разрывной и модельной оптимальной систем.

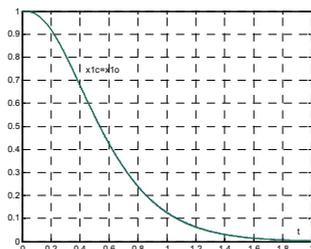


Рис.2. Процесс изменения координат модельной системы и системы скользящего режима.

Таким образом, показан метод вывода уравнений скользящего режима на многообразии переключений структур; получен алгоритм разрывного векторного управления, обеспечивающего приведение системы в скользящий режим не только в номинальном варианте системы, но и при действии неопределенных ограниченных возмущений; дан метод построения многообразий, скользящие режимы по которым в условиях неопределенных возмущений практически тождественно воспроизводят движение системы с управлением, определяемым по любому из трех известных принципов, включая и комбинированное, при отсутствии возмущений. Результаты исследований нашли эффективное применение в решении задачи оптимальной стабилизации бокового движения самолета при постоянном ограниченном действии неопределенных возмущений.

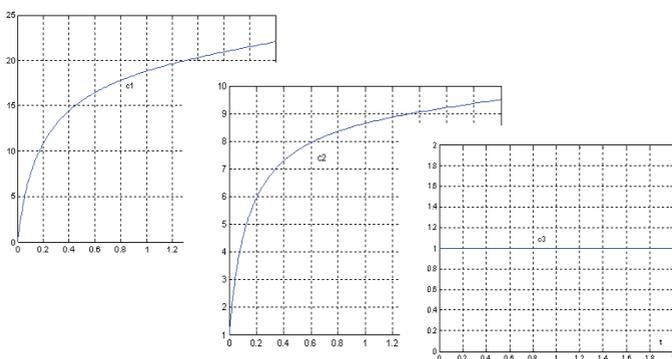


Рис.3. Процесс изменения коэффициентов c_1, c_2, c_3 гиперплоскости скольжения S .

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 12-01-97021-а.

Список литературы

1. Мещанов А.С. Приведение на подвижное многообразие скольжения систем с линейными нестационарными объектами в общем случае входа неопределенных возмущений.– Авиакосмическое приборостроение, № 5, 2008.- С. 16-20.
2. Кузков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства. М: Машиностроение, 1976. 184 с.
3. Боднер В.А. Теория автоматического управления полетом. М.: Наука, 1964. 700 с.
4. Павлов В.А., Понырко С.А., Хованский Ю.М. Стабилизация летательных аппаратов и автопилоты. М.: Высшая школа, 1984. 484 с.
5. Мещанов А.С., Давлетшина Л.А. Методы синтеза многообразий скольжения по различным моделям систем с линейными объектами при возмущениях. Вестник КГТУ, 2012, № 4, вып.2. С.270-280.

Л.А. Давлетишина, аспирант (Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ, Россия, г. Казань)

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ПРИ ВОЗМУЩЕНИЯХ НА СКОЛЬЗЯЩЕМ РЕЖИМЕ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ

Рассматривается следящая система оптического прибора за целью. В управлении для приведения системы в скользящий режим предлагается компенсация номинальных и превышение неопределенных ограниченных возмущений. Во избежание в системе частот близких к частотам резонансных пиков с одновременным поддержанием нулевой статической ошибки с высокой точностью предлагается регулирование параметров колебаний разрывного управления.

Синтезируется следящая система оптического прибора за целью со ступенчатым моментом нагрузки $f(t) = M_c \cdot 1(t)$, $M_c = const$, приведенным к валу двигателя, и задающим воздействием $Y = at \cdot 1(t)$, $a = const$. В прямую цепь системы входят механический дифференциал - элемент сравнения, управляющее устройство (УУ), генератор, двигатель постоянного тока и редуктор с передаточными функциями $W_{Г(P)} = K_{Г} / (T_{Г}P + 1)$, $W_{Д(P)} = K_{Д} / [P(T_{Д}P + 1)]$, $W_{Р} = K_{Р}$, в обратной связи $W_{ОС} = K_{ОС}$. Известно, что линейное управление сопряжено с не нулевыми скоростью и статической ошибками, а также колебательным в общем случае характером процесса слежения по ошибке $\delta(t) = Y(t) - K_{ОС}\alpha_1(t)$, где $\alpha_1(t)$ - регулируемая величина (угол поворота платформы с прибором). В этой связи управление предлагается формировать разрывным и применить принцип компенсации по моменту нагрузки. Во избежание частот близких к частотам резонансных пиков и для поддержания нулевой статической ошибки с высокой точностью предлагается метод регулирования параметров колебаний [1].

Задачи. Найти такие разрывные управления U , чтобы: 1) время переходного процесса t_{nn} не превышало одной секунды, $t_{nn} \leq 1$ с; установившаяся ошибка $\delta(\infty)$ и перерегулирование $\sigma\%$ были нулевыми; затухание ошибки $\delta(t)$ на большей части времени t_{nn} (в скользящем режиме) осуществлялось до нулевых значений по экспоненте; 2) частота установившихся колебаний разрывных управлений принимала значения в достаточно широком допустимой области, допускающей уход из зоны опасных частот, без изменения перечисленных прямых показателей качества; 3) показатели качества переходных процессов не ухудшались и система являлась астатической при действии на систему не типовых ограниченных неопределенных возмущений, удовлетворяющих условиям инвариантности к ним скользящего режима на плоскости переключений; 4) результаты численного моделирования следящей системы соответствовали поставленным задачам 1) -3).

С учетом обозначений $x_1 = \delta$, $x_2 = \dot{\delta} = \dot{x}_1$, $x_3 = \dot{x}_2 = \ddot{\delta}$, приходим к

системе:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2; \quad \dot{x}_2 = x_3; \\ \dot{x}_3 &= -(a_2/a_0)x_2 - (a_1/a_0)x_3 - (K_{раз}/a_0)U + (K_{OC}K_{Д}^f/a_0)M_C + aa_2/a_0, \end{aligned} \quad (1)$$

где $K_{раз} = K_{OC}K_{Г}K_{Д}K_{Р}$. Управление U задаем в виде суммы

$$U = U_P + U_{ном}, \quad (2)$$

в которой управление

$$U_{ном} = \left(K_{OC}K_{Д}^f M_C + aa_2 \right) / K_{раз} \quad (3)$$

компенсирует два последних слагаемых в третьем уравнении системы (1), а разрывное управление U_P формируется в виде [2]

$$U_P = (\kappa_g g + \kappa_s s - c^T Ax) / (c^T b) = \begin{cases} U_P^+ = (\kappa_g^+ g + \kappa_s^+ s - c^T Ax) / (c^T b) & \text{при } sg > 0, \\ U_P^- = (\kappa_g^- g + \kappa_s^- s - c^T Ax) / (c^T b) & \text{при } sg \leq 0, \end{cases}$$

где $g = d_1 x_1 + d_2 x_2 + d_3 x_3$, $s = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3$, функция S определяет плоскость скольжения, а g вспомогательную плоскость переключений. Коэффициенты κ_g , κ_s (далее κ) наделяются для регулирования параметров установившихся колебаний управления U_P вторым уровнем разрывности [1]:

$$\kappa^\pm = \bar{\sigma}^\pm \quad \text{при } |s| \geq \Delta s; \quad \kappa^\pm = m \bar{\sigma}^\pm s^k \text{sign } s \quad \text{при } |s| < \Delta s; \quad (4)$$

где $0 < \Delta s < \Delta s^*$, $\Delta s^* > 0$; $1 > m > 0$; $k = 1, 3, 5, \dots$; $\bar{\sigma}^+ < 0$, $\bar{\sigma}^- > 0$ при $\kappa = \kappa_g$; $\bar{\sigma}^+ < 0$, $\bar{\sigma}^- < 0$ при $\kappa = \kappa_s$.

Проведено численное моделирование системы (1) с управлением U (1)-(4) при различных значениях $\bar{\sigma}^\pm$, Δs^* , k и фиксированных значениях параметров генератора, двигателя, обратной связи, заданной входной скорости и момента сопротивления системы:

$$K_{Г} = 2; K_{Д} = 0,5 \text{ рад/с}; K_{Д}^f = 0,0005 \text{ (рад/с)/Нм}; K_{OC} = 50;$$

$$K_{раз} = K_{OC}K_{Г}K_{Д}K_{Р} = 62,5; T_{Г} = 0,5 \text{ с}; T_{Д} = 0,3 \text{ с}; a = 0,052 \text{ рад/с}; M_C = 2000 \text{ Нм}.$$

Результаты моделирования полностью согласуются с поставленными задачами 1), 2). Для решения задачи 3) предлагается алгоритм построения разрывного управления на скользких режимах с наиболее полным учетом ограниченных неопределенных возмущений по параметрам и внешним возмущающим воздействиям, обладающего минимальным числом логических переключающих устройств (ЛПУ) по номинальной составляющей. В результате учета неопределенных ограниченных возмущений (с символом Δ) по отношению к номинальным значениям (с индексом 0)

$$K_{Г} = K_{Г0} + \Delta K_{Г}(t); K_{Д} = K_{Д0} + \Delta K_{Д}(t), \text{ рад/с}; K_{Д}^f = K_{Д0}^f + \Delta K_{Д}^f(t), \text{ рад/с/Нм}; \quad (5)$$

$$K_{раз} = K_{раз0} + \Delta K_{раз}(t); T_{Г} = T_{Г0} + \Delta T_{Г}, \text{ с}; T_{Д} = T_{Д0} + \Delta T_{Д}, \text{ с}; M_C = M_{C0} + \Delta M_C, \text{ Нм}$$

система уравнений по ошибке x_1 и ее производным принимает вид

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \quad \dot{x}_2 = x_3, \\ \dot{x}_3 &= -(1/a_{00} + \Delta a_{20})x_2 - (a_{10}/a_{00} + \Delta a_{10})x_3 - (K_{раз0}/a_{00} + \Delta K_U)U + \\ &+ (K_{ОС}K_{Д0}^f/a_{00} + \Delta K_{M_C})M_C + (K_{ОС}K_{pTГ0}K_{Д0}^f/a_{00} + \Delta K_{\Delta \dot{M}_C})\Delta \dot{M}_C + \\ &+ (1/a_{00} + \Delta a_{20})a. \end{aligned} \quad (6)$$

Управление находится в виде суммы

$$U = U_0 + U_{\Delta}, \quad (7)$$

где $U_0 = U_p + U_{ном}$ является управлением, найденным для номинальной (не содержащей неопределенности Δ) системы с одним ЛПУ по методу работы [2], а U_{Δ} предназначено для преодоления (превышения) возможного неблагоприятного воздействия неопределенностей на процесс приведения системы (6) на плоскость скольжения $S(s = C^T x = C_1 x_1 + C_2 x_2 + C_3 x_3 = 0)$, $C_3 = 1$, и находится по достаточному условию $\dot{s}s < 0$, $\dot{s} = \dot{s}_0 + \dot{s}_{\Delta}$, попадания изображающей точки системы на данную плоскость S , где \dot{s}_0 находится для номинальной системы (1) (при нулевых неопределенностях), а \dot{s}_{Δ} включает в себя только те слагаемые, которые содержат неопределенности, и управление U_{Δ} . Результаты численного моделирования представлены для конкретного сочетания неопределенных возмущений: $\Delta M_C(t) = 0,1M_{C0} = 200, Нм$; $\Delta K_{Г}(t) = \Delta T_{Д} = \Delta K_{Д} = \Delta K_{Д}^f = \Delta a_{20} = \Delta a_{10} = \Delta K_{M_C} = \Delta K_{\Delta \dot{M}_C} = \Delta \dot{M}_C = 0$, $a = 0,052 \text{ рад/с}$.

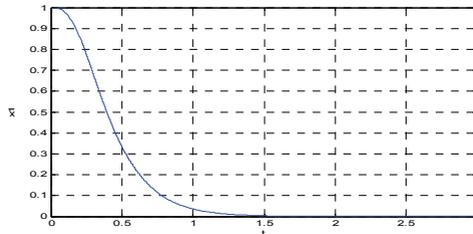


Рис.1 Процесс управления по координате ошибки $x_1 = \delta$.

На рис.1 показан при задающем воздействии $y = at1(t)$ переходный процесс, из которого непосредственно следует, что он качественно и практически количественно совпадают с процессом, полученным по системе (1) без неопределенных возмущений и обладают нулевым перерегулированием и нулевой установившейся ошибкой. Данное свойство астатизма выполняется и для различных не типовых ограниченных неопределенных возмущений.

Перечисленные показатели качества при $\Delta s = 0$ практически сохраняются и при значительных (на два порядка) изменениях значений параметров σ^\pm с регулированием частоты установившихся колебаний разрывного управления от 3,33 Гц до 50 Гц при незначительной (порядка 10^{-7} В) амплитуде, но сопровождаются увеличением модуля управления U_p и интеграла от этого модуля за время переходного процесса (отражающего энергетические затраты на управление). С введением в условиях (4) полосы $\Delta s \neq 0$ с момента выполнения неравенства $|s| \leq \Delta s$ сигнал разрывного управления является монотонным без каких-либо колебаний (нулевые частота, амплитуда и смещение). Нулевые перерегулирование и установившаяся ошибка переходного процесса сохраняются, но с увеличением значения Δs , до 0,1, время переходного процесса t_{mn} незначительно, на 0,1 с, увеличивается.

Таким образом, регулирование частоты и монотонность процессов по управлению позволяют синтезированной следящей системе уйти вместе с ее элементами из зоны опасных (резонансных) частот, либо обеспечить повышенную точность слежения оптического прибора ЛА за целью за счет монотонности сигнала разрывного управления в полосе $|s| \leq \Delta s$. Для выполнения данных свойств в системе (6) необходимо применение методов идентификация неопределенных возмущений с последующей их компенсацией [3]. Управление U увеличивается на такой же порядок, на какой увеличивается значение модуля параметра σ^\pm и в системе (1) при начальных условиях $t_0 = 0$; $x_1(t_0) = 0,1 \text{ рад}$; $x_2(t_0) = x_3(t_0) = 0$ не превышает 1,225 В и имеет установившееся значение 0,66 В в силу не нулевых неопределенных возмущений.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 12-01-97021-а).

Список литературы

1. Мещанов А.С. Метод эквивалентных преобразований для управления спутником наблюдения инерционными приводами при неопределенности. Изв. вузов. Авиационная техника. 2008, № 3 С. 24-30.
2. Мещанов А.С. Уравнения скольжения на подвижных многообразиях и синтез векторных управлений для нелинейных объектов при неопределенных возмущениях. Вестник КГТУ им.А.Н. Туполева. 2008, № 2, С. 51-56.
3. Мещанов А.С., Давлетшина Л.А. Идентификация неопределенностей на скользящих режимах в многомерных системах с линейным объектом. Материалы конференция «Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах» (УТЭОСС-2012). 9-11 октября 2012 г., г. Санкт-Петербург: ГНЦ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2012. - С.443-446.

Н.К. Печурин, д.т.н.

(Институт компьютерных информационных технологий НАУ, Киев),

Л.П. Кондратова, к.т.н., С.Н. Печурин, к.т.н.

(УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ», Киев)

АНАЛОГОВЫЕ И ЦИФРОВЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

Представлено сравнение методов аналогового и цифрового моделирования навигационной системы, описываемой системой дифференциальных уравнений, относительно точности и времени вычислений.

Беспроводные сети стандарта IEEE 802.11 представляются в классе систем с самоорганизующейся структурой, атрибутом которых является управление [1]. Задачи управления такими системами описываются дифференциальными уравнениями (системами дифференциальных уравнений) в нормальной форме Коши, для решения которых предназначены как численные методы решения, реализуемые на ЦВМ, так и методы аналогового моделирования. Указанные классы аппаратных средств характеризуются множеством параметров, определяющих их выгодное отличие, которое включает быстродействие, точность решения, наличие программного обеспечения. Для цифрового моделирования наиболее широко используются численные методы Рунге-Кутта, погрешность которых составляет $O(h^p)$ в зависимости от шага h интегрирования (p – порядок точности) [2]. Технология аналогового моделирования предусматривает переход в дифференциальных уравнениях к машинным переменным на основе соотношений подобия заданием коэффициентов масштабирования из условия [3]: $m_x \leq \frac{U_m}{|x_m|}$, где U_m , x_m – соответственно мак-

симальные значения напряжения на выходе операционного усилителя и моделируемой переменной. Определение параметров соотношений подобия представляет один из факторов, обуславливающих погрешность вычислений в машинной модели. Использование уменьшенной шкалы напряжения в аналогово-вычислительных комплексах (АВК) 3-го поколения обеспечивает уменьшение погрешности интегрирования. Длительность решения дифференциальных уравнений на указанных АВК достигает значений 3,6 нс - 0,9 нс, соизмеримых с быстродействием вычислительного комплекса на базе процессора с тактовой частотой до 1,0 ГГц.

Рассмотрен пример задачи навигации, решение которой состоит в определении закона движения материальной точки (МТ) по заданным силам и массе. Начальными условиями движения МТ определяются ее координаты в начале движения и проекции скорости на оси координат. Движение МТ с начальными условиями представляется в соответствии с законом Ньютона системой дифференциальных уравнений в виде:

$$m \cdot \ddot{x} = -R, \quad m \cdot \ddot{y} = -m \cdot g, \quad (1)$$

$$x|_{t=0} = 0, \quad y|_{t=0} = h, \quad \dot{x}|_{t=0} = V_0, \quad \dot{y}|_{t=0} = 0,$$

где m , R , h , V_0 - масса МТ, сила сопротивления среды, высота над поверхностью земли и горизонтально направленная скорость в момент времени t_0 ; причем для силы сопротивления R вводятся допущения линейной $R = k \cdot V$ и квадратичной $R = k \cdot V^2$ зависимостей от скорости V : (k - коэффициент пропорциональности).

Численное решение системы (1) дифференциальных уравнений получено в интервале времени $t \in [0,1]$ с использованием метода Рунге-Кутты 4-го порядка; шаг интегрирования $h = 0,02$. Результаты вычислений представлены в таблице.

Таблица

Результаты численного решения системы дифференциальных уравнений (1)

Вид зависимости R	Значение момента времени t	Значение координаты x	Значение относительной погрешности ε_x в %	Значение проекции скорости v_x	Значение относительной погрешности ε_{v_x} в %
$R = k \cdot V$	0,5632	0,2636	0,27	0,4359	0,903
	0,6382	0,2959	0,376	0,4274	1,45
	1,0	0,4431	0,92	0,3862	3,03
$R = k \cdot V^2$	0,5632	0,2752	0,053	0,4771	0,209
	0,6382	0,3108	0,096	0,4741	0,252
	1,0	0,4797	0,213	0,4594	0,65

Решение системы дифференциальных уравнений (1) с использованием аналоговых средств предполагает приведение ее к машинному виду. Масштабные коэффициенты для системы (1) определяются как $M_t^x = \frac{k}{m}$, $M_t^y = \sqrt{g}$, $M_y = \frac{100}{h}$. Для линейной зависимости $R = k \cdot V$ система уравнений (1) преобразуется к виду:

$$\frac{d^2 X}{d\tau^2} = -\frac{dX}{d\tau}, \quad \frac{d^2 Y}{d\tau^2} = -\frac{100}{h}. \quad (2)$$

Начальные условия для системы машинных уравнений (2) определяются как:

$$\frac{dX}{d\tau}|_{\tau=0} = \frac{50m}{k}, \quad X|_{\tau=0} = 0, \quad \frac{dY}{d\tau}|_{\tau=0} = 0, \quad Y|_{\tau=0} = 100.$$

Для квадратичной зависимости $R = k \cdot V^2$ система уравнений (1) преобразуется к виду:

$$\frac{d^2 X}{d\tau^2} = -\frac{k \cdot V_0}{50 m} \cdot \left(\frac{dX}{d\tau}\right)^2, \quad \frac{d^2 Y}{d\tau^2} = -\frac{100}{h}. \quad (3)$$

В соответствии с полученными значениями для аналогового моделирования систем уравнений (2) и (3) составляются схемы набора данных уравнений, представленные соответственно на рис.1 и рис.2.

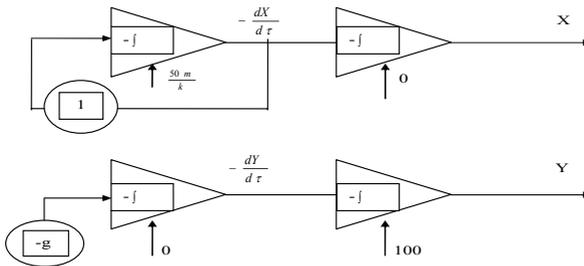


Рис.1. Схема набора решения системы дифференциальных уравнений (2) с линейной зависимостью $R = k \cdot V$.

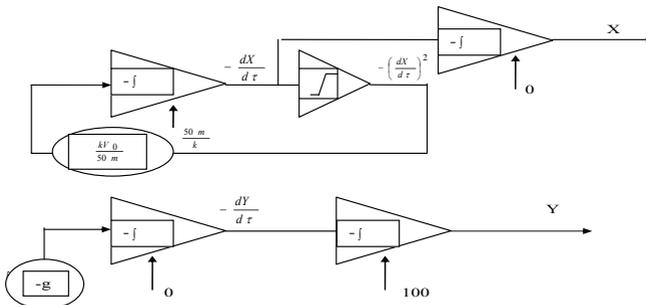


Рис.2. Схема набора решения системы дифференциальных уравнений (3) с квадратичной зависимостью $R = k \cdot V^2$.

Точность моделирования с использованием аналоговых средств по схемам, приведенным на рис.1 и рис.2, оценивается выражением $\varepsilon_m = \sum_{i=1}^{k_s} \varepsilon_i \cdot n_i$

(ε_i, n_i - погрешность и число решающих элементов i -го типа, k_s - число типов решающих элементов). Коэффициенты передачи в уравнениях систем (2), (3)

принимают значения, соответствующие требуемому значению в интервале $[0,1; 10]$. Для различных типов аналоговых средств значение ε_m достигает значений в интервале $[0,2; 3,0]\%$ (см. [4]), не превысивших значений ε_x и ε_{y_x} , полученных численным методом.

Выводы

В примере задачи навигации с системой дифференциальных уравнений 2-го порядка, погрешность вычислений, полученная с использованием аналогового моделирования, не превысила значения ошибки аппроксимации при использовании метода Рунге-Кутты 4-го порядка. Время моделирования на аналого-вычислительных комплексах 3-го поколения, разработка которых приходится на 70-90-е годы XX столетия, соизмеримо с быстродействием компьютера с тактовой частотой до 1,0 ГГц.

Список литературы

1. Рошан П. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11 / Рошан П., Лиэри Дж. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 304 с. – ISBN 5-8459-0701-2.
2. Мышенков В.И. Численные методы. Ч.2. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений: Уч. пособие // Мышенков В.И., Мышенков Е.В. –М.: МГУЛ, 2005. – 109 с.
3. Бабаков М.Ф. Методы машинного моделирования в проектировании электронной аппаратуры: Уч. пособие // Бабаков М.Ф., Попов А.В. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет «Харьковский авиационный институт». – 2001. – 90 с.
4. Беляков В. Г. Аналоговые машины, разработанные в НИИСчетмаше Режим доступа: <http://housea.ru/index.php/computer/50395>. - Copyright, 2010.

¹⁾ С.В. Жук, С.М. Кадочніков, М.Л. Денисов,

²⁾ В.В. Юхачов, ¹⁾ В.М. Тягур, к.т.н.

¹⁾ КП СПБ «Арсенал», Україна, м. Київ, ²⁾ ДП «ОАЗ», Україна, м. Одеса)

БОРТОВИЙ ТРЕНАЖЕРНИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗІ УЧБОВОГО ЛІТАКА Л-39 ДЛЯ ВПС УКРАЇНИ ТА СИСТЕМА КОЛІМАТОРНОЇ ІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ЛІТАКА АН-70

В роботі розглянуті питання створення, модернізації та застосування бортового тренажерного комплексу на базі учбового літака Л-39 для ВПС України та системи коліматорної індикації для літака Ан-70.

Бортний тренажерний комплекс для ВПС України на базі учбового літака Л-39

Сучасним елементом підготовки льотного складу Військово-повітряних Сил в додаток до наземних тренажерів, є бортові тренажерні комплекси на базі учбово-бойових літаків типу Л-39, Як-130.

В КП СПБ «Арсенал» створено бортовий тренажерний комплекс БТК-39 для розміщення на учбовому літаку Л-39.

Комплекс БТК-39 призначений для навчання пілотів літаків МіГ-29 та Су-27. Комплекс повністю імітує режими роботи вказаних літаків та фонову повітряну обстановку.



Загальна комплектація БТК-39

Комплекс БТК-39 призначений для:

- забезпечення навчання льотного складу навичкам пілотування за інформацією, що виводиться на ИЛС;
- імітації оглядової, прицільної та тактичної обстановки, яка виводиться на ИЛС і ИПВ літаків МіГ-29, Су-27;
- забезпечення навчання льотного складу застосуванню озброєння у польоті з імітацією бойового застосування по повітряним цілям (псевдоцілям) і по реальним наземним цілям без застосування авіаційних засобів ураження (АЗУ);
- застосування штатного озброєння літака Л-39М по наземним цілям (НРС, АБ) з максимально можливим використанням алгоритмів прицілювання літаків МіГ-29, Су-27.

Система БТК-39 проходить льотні випробування.

Система коліматорної індикації СКІ-77 літака АН-70

Система СКІ-77 призначена для відображення екіпажу літака (командиру та помічника командира) на фоні закабінного простору пілотажно-навігаційної інформації на етапах польоту, при яких необхідно активне спостереження за закабінним простором.

СКІ-77 дозволяє здійснювати керування літаком на етапах зльоту, посадки на необладнаних системами інструментальної посадки літовищах, літовищах з «короткою» ВПС, політ вночі і у складних погодних умовах, політ на малих висотах, дозаправку літака у повітрі, гарантовану якість пілотування екіпажем середньої кваліфікації, підвищує безпеку польоту.

	Основні технічні характеристики
Форма представлення символів	- Графічне "електронне" зображення, монохромне, зеленого кольору.
Метод формування	- функціональне відхилення променя
Яркостний контраст зображення символів, не нижче	- 0,2 на зовнішньому фоні з яскравістю до 30000 кд/м ²
Рівномірність яскравості зображення в усьому діапазоні регулювання, по всій площині, не нижче	- 1:3
Коефіцієнт інтегрованого світлопропускання у видимій області спектру, не нижче, %	- 70
Поле зору, по вертикалі та горизонталі ... °,	- 20x30
Розмір вихідного окуляра, мм	- 45x90
Вид інформаційного обміну	- послідовний код по ГОСТ 26765.52-87



Загальний вигляд SKI-77

Розробка проведена на сучасній елементній базі, відповідає кращим світовим зразкам.

Для виробництва оптичних компонентів системи створено відповідні технологічні процеси для наявного в КП СПБ «Арсенал» оптичного виробництва, що відповідає сучасним вимогам до нього.

Висновки.

1. Розроблений тренажерний комплекс на базі учбового літака Л-39 забезпечує тренування навчального складу по застосуванню озброєння з імітацією бойового застосування по повітряним і наземним цілям з максимально можливим використанням алгоритмів прицілювання літаків МіГ-29 та Су-27, які знаходяться на озброєнні ВПС України.
2. Система коліаторної індикації СКІ-77, що призначена для оснащення вітчизняного літака Ан-70, забезпечує пілотаж і керування літаком з короткою дистанцією зльоту і посадки на необладнаних системами інструментальної посадки літовищах, в т.ч. вночі і в ускладнених погодних умовах, політ на малих висотах, дозаправку літака у повітрі та виконання інших польотних завдань екіпажем середньої кваліфікації з дотриманням умов безаварійної експлуатації літака.

¹⁾ М.І. Лихоліт, д.т.н., С.І. Черняк, д.т.н.,
О.І. Гринкін, О.І. Федюшин, ²⁾ В.М. Кальонон

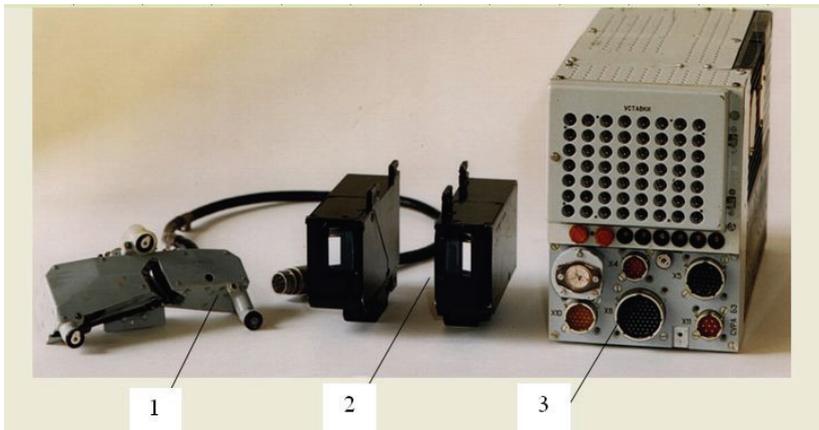
⁽¹⁾ КП СПБ «Арсенал», Україна, м. Київ, ²⁾ ДП «МіГремонт», Україна, м. Запоріжжя)

ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ АВІАЦІЙНІ ПРИЛАДИ ЦІЛЕВКАЗУВАННЯ І ІНДИКАЦІЇ НА БАЗІ НСЦ «СУРА» («СУРА-І») ТА ПРИЦІЛИ ДЛЯ ВИНИЩУВАЛЬНО-ШТУРМОВОЇ АВІАЦІЇ

В роботі надається інформація про розроблені в КП СПБ «Арсенал» нашоломні системи цілевказування та індикації типу НСЦ «СУРА» та «СУРА-І», які застосовуються в літаках типу Су-27СМ, Су-30 (всі модифікації), Су-35. А також інформація про розроблені і модернізовані для військових літаків та гелікоптерів оптико-електронні авіаційні приціли винищувально-штурмової авіації (типу АСП-17БЦ, АСП-17БЦ8, АСП-17ВП) для модернізованих систем прицілювання літаків Су-17М3, Су-25 та гелікоптера Мі-24.

Нашоломна система цілевказування та індикації на базі НСЦ "Сура" ("Сура-І")

Нашоломна система цілевказування (НСЦ) СУРА призначена для визначення кутових координат лінії візування (ЛВ) повітряної цілі, що візуально спостерігається і супроводжується поворотом голови льотчика, в системі координат літака.



Загальний вигляд НСЦ СУРА

1 – Нашоломний візор випромінювач; 2 – Оптико-локаційні блоки ОЛБ-Л, ОЛБ-П;
3 – Блок електронний.

Система експлуатується на літаках Су-27СМ, Су-30 (всі модифікації), Су-35 в багатьох країнах світу.

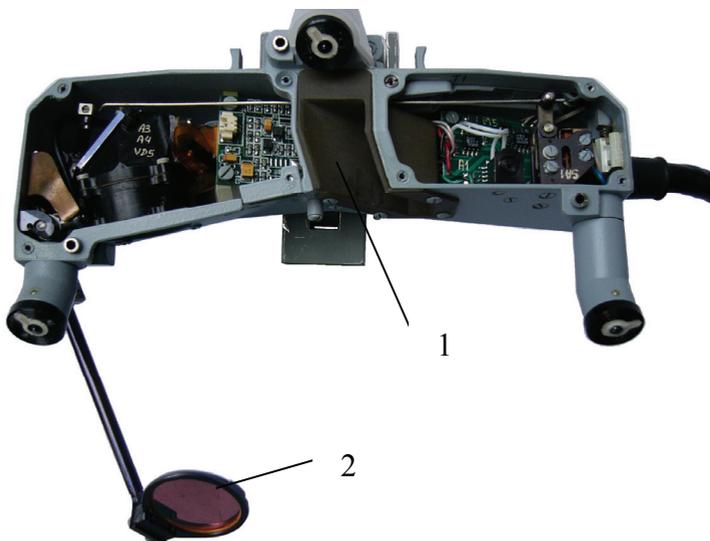
За допомогою цієї системи в ближньому повітряному бою здійснюється цілевказування ракетам «повітря-повітря» з тепловими головками самонаведення, а також керування бортовими оглядово-супроводжувальними системами (РЛС, тепловеленгатор) та рухомою гарматою.

НСЦ СУРА забезпечує вимірювання і видачу кутових координат ЛВ з похибкою по складовим (кут місця) Φ_z і Φ_y (азимут) не більше $32'$ в зоні що відповідає круговому тілесному куту з плоским кутом при вершині $\pm 60^\circ$, який обмежений по куту місця вгору 45° і вниз мінус 20° .

Система «Сура-І» створена як подальший розвиток НСЦ «Сура» в частині забезпечення пілота як прицільною так і пілотажно-навігаційною інформацією.

Задача модернізації НСЦ «Сура» полягала в модернізації нашоломного вузла пілота. При цьому габаритно-вагові характеристики цього вузла повинні бути збережені, так як їх зміна потребує атестації нашоломного вузла з безпеки катапультування пілота.

Ця задача була вирішена шляхом використання в якості формуючого елемента в колімаційній системі рідинно – кристалічного мікродісплея (РКД) КСД – QD05 – AA з роздільною здатністю 640x480 (фірма KOPIN, USA), та застосуванням спеціального дзеркального покриття для відображаючої поверхні (ВП) з використанням при виробництві технологій, що запропоновані авторами.



Загальний вигляд в розрізі нашоломного вузла
1- РКД, 2- ВП



Приклад інформації, що видається пілоту (швидкість, висота, відстань до цілі, напрямок на ціль, яка виявлена РЛС).

Для забезпечення виробництва (модернізації) НСЦ «Сура» в КП СПБ «Арсенал» освоєна технологія роботи з РКД.

Шляхи модернізації оптико-електронних авіаційних прицілів винищувально-штурмової авіації

В 79-80-х роках минулого століття ЦКБ «Арсенал» (нині КП СПБ «Арсенал») розробило та поставило на серійне виробництво ряд авіаційних прицілів, що експлуатуються на літаках Су-17М3, Су-22 (АСП-17БЦ), Су-25 (АСП-17БЦ8), гелікоптері Мі-24 (АСП-17ВП) на Україні та в багатьох країнах світу.

Приціли вирішують задачі прицілювання для застосування зброї по повітряним (гармата, кулемет, керовані ракети), та наземним (реактивні снаряди, гармата, звичайні та тормозні бомби) цілям.

Поява бистродіючої мікропроцесорної техніки, сучасних навігаційних датчиків (супутникова система навігації і т. ін.), зростаючі вимоги до ефективності застосування винищувальної та штурмової авіації обумовило рішення задачі модернізації цих прицілів, тим більш, що авіаційна техніка на якій встановлені приціли по льотним характеристикам ще багато років буде відповідати сучасним вимогам.

Суть модернізації прицілів літаків Су-17М3, Су-25 та гелікоптера Мі-24 заключається в заміні аналогового обчислювача на цифровий з введенням зв'язку з супутниковою навігаційною системою, з збереженням топології бортових зв'язків (для забезпечення модернізації на ремонтних базах МО України та інозамовника) та введення ефективних алгоритмів рішення навігаційних та балістичних задач.

Рішення задачі зовнішньої балістики представляє собою рішення системи диференціальних рівнянь.

$$\dot{V}_x = F_1(V_x, V_y, Y_g),$$

$$\dot{V}_y = F_2(V_x, V_y, Y_g),$$

$$\dot{X}_g = V_x,$$

$$\dot{Y}_g = V_y,$$

при наступних початкових умовах:

$$V_x(t=0) = V_1 \cos \lambda, V_y(t=0) = V_1 \sin \lambda, X_g(t=0) = 0, Y_g(t=0) = H_r,$$

Знайти аналітичне рішення задачі не представляється можливим. Тому був використаний різницевий метод розв'язання задачі – метод Рунге-Кутта 4-го порядку з адаптованим шагом інтегрування по швидкості та висоті кидання. Застосування методу Рунге-Кутта 4-го порядку дозволило мінімізувати методичну похибку до 10 м та 0,01 с обчислення вихідних характеристик T і A_0 , визначення яких проходить в кожному циклі обробки інформації.

Модернізація дозволяє підвищити ефективність застосування гармати та НРС на 30 %, а бомб більш ніж в 2 рази.

Модернізація пройшла успішні льотні випробування в застосуванні на літаках та гелікоптерах.

Висновки.

1. Розроблені і модернізовані в КП СПБ «Арсенал» нашоломні системи цілевказування НСЦ «СУРА» («СУРА-І») є одними з найкращих світових зразків авіаційних оптико-електронних систем даного класу і широко і високоефективно застосовуються в різних модифікаціях літаків серії «Су».

2. Модернізовані оптико-електронні авіаційні приціли серії АСП-17 (в модифікаціях) для винищувально-штурмової авіації і гелікоптерів завдяки заміні аналогового обчислювача на цифровий з можливістю поєднання з супутниковою навігаційною системою та введенням алгоритмів рішення навігаційних і бойових задач дозволяють підвищити ефективність застосування гарматного озброєння на 30%, а систем бомбометання – більш ніж вдвічі.

*О.А. Суценко к.т.н., А.А. Тунік д.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ВЕКТОРНА РОБАСТНА ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ІНЕРЦІАЛЬНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИБОРІВ НА РУХОМІЙ ОСНОВІ

The new procedure of the parametric robust optimization, which may be used for design of the control systems of wide class, is suggested.

На наш час набуває актуальності проблема синтезу систем інерціальної стабілізації інформаційно-вимірювальних пристроїв, що використовуються на рухомих об'єктах. Системи цього типу експлуатуються в складних умовах, що зумовлює необхідність одночасного забезпечення якості (точності) і робастності.

Для параметричної оптимізації системи необхідно обрати критерій, який би враховував різні аспекти її функціонування.

H_2 -норми являють собою квадратні корені інтегральних квадратичних критеріїв якості. У загальному випадку ці критерії мають вигляд:

- для детермінованих динамічних систем і сигналів [1]:

$$J_d = \int_0^{\infty} (\mathbf{x}^T \mathbf{Q} \mathbf{x} + \mathbf{u}^T \mathbf{R} \mathbf{u}) dt,$$

де \mathbf{Q}, \mathbf{R} – вагові матриці, які враховують вагу змінних стану та зовнішніх впливів;

- для стохастичних динамічних систем і сигналів [1]:

$$J_s = \int_0^{\infty} (M[\mathbf{x}^T \mathbf{Q} \mathbf{x} + \mathbf{u}^T \mathbf{R} \mathbf{u}]) dt,$$

де M – символ математичного очікування.

Для обчислення показників робастності систем стабілізації використовується H_{∞} -норма матричної функції комплементарної чутливості замкнутої системи [2]

$$H_{\infty} = \sup_{\omega \in [-\infty, \infty]} \bar{\sigma}(j\omega)$$

де $\bar{\sigma}$ – максимальне сингулярне число матричної передавальної функції $\Phi(j\omega)$ на частоті ω .

В процедурах синтезу робастних систем управління літальними апаратами широкого класу з успіхом використовується комплексний критерій “якість-робастність” [3]. Для системи досліджуваного класу пропонується використовувати критерій оптимізації вигляду

$$\begin{aligned}
J_{H_2/H_\infty} = & \lambda_2^{\text{nom d}} \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j, \omega)\|_2^{\text{nom d}} + \lambda_2^{\text{nom s}} \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j, \omega)\|_2^{\text{nom s}} + \\
& + \lambda_\infty^{\text{nom}} \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j, \omega)\|_\infty^{\text{nom}} + \sum_{i=1}^n \lambda_{2_i}^{\text{par d}} \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j, \omega)\|_{2_i}^{\text{par d}} + \quad (1) \\
& + \sum_{i=1}^n \lambda_{2_i}^{\text{par s}} \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j, \omega)\|_{2_i}^{\text{par s}} + \sum_{i=1}^n \lambda_{\infty_i}^{\text{par}} \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j, \omega)\|_{\infty_i}^{\text{par}} + PF,
\end{aligned}$$

де $\|\cdot\|_2^{\text{nom d}}$, $\|\cdot\|_2^{\text{nom s}}$, $\|\cdot\|_{2_i}^{\text{par d}}$, $\|\cdot\|_{2_i}^{\text{par s}}$ – H_2 -норми передавальних функцій системи, номінальної та збуреної параметричними структурованими збуреннями для детермінованого і стохастичного випадків; $\|\cdot\|_\infty^{\text{nom}}$, $\|\cdot\|_{\infty_i}^{\text{par}}$ – H_∞ -норми передавальних функцій системи, номінальної та збуреної параметричними структурованими збуреннями;

$\lambda_2^{\text{nom d}}$, $\lambda_2^{\text{nom s}}$, $\lambda_\infty^{\text{nom}}$, $\lambda_{2_i}^{\text{par d}}$, $\lambda_{2_i}^{\text{par s}}$, $\lambda_{\infty_i}^{\text{par}}$ – вагові коефіцієнти відповідних норм; n – кількість моделей системи, збуреної параметричними структурованими збуреннями; PF – штрафна функція, що забезпечує виконання умов стійкості системи в процесі оптимізації; \mathbf{K} – вектор параметрів регулятора, що підлягають оптимізації; n – кількість параметрично збурених моделей.

Урахування у комплексному показнику оптимізації H_∞ -норм параметрично збурених моделей гарантує певну нечутливість синтезованої системи до змінювань параметрів у діапазоні допустимих значень. Відомо [4], що вимоги до точності управління (якості) та робастності є взаємно суперечливими. Тому задача оптимального H_2/H_∞ -синтезу системи стабілізації полягає у відшуванні компромісу між точністю та робастністю системи. Цей компроміс може бути досягнутий за рахунок використання комплексного критерію із змінюваними ваговими коефіцієнтами (1), вираз для якого дозволяє зменшувати або збільшувати міру точності та робастності залежно від аналізу характеристик синтезованої системи.

Метою робастної параметричної оптимізації є мінімізація критерію (1) для різних комбінацій чисельних значень параметрів системи. При цьому необхідно забезпечити знаходження вектору змінних стану у просторі станів у межах, які визначаються ТЗ.

Відповідно до визначення Б.Т. Поляка і П.С. Щербакова [5] ця задача відноситься до «трудних» задач теорії управління. Відповідно до визначення [5] ці задачі характеризуються неопуклістю і NP -складністю. Ці обставини роблять неможливим отримання точного рішення оптимізаційної задачі, якого у низці випадків просто не існує. Тим не менш відмова від пошуку точного рішення призводить до необхідності пошуку рішення, яке задовольняє вихідним даним попереднього проектування і є ефективним з точки зору проектувальника.

З урахуванням вище викладених обставин критерій (1) являє собою скаляризацію векторного критерію [3] за допомогою вагових коефіцієнтів λ , які в теорії багатокритеріальної оптимізації називаються коефіцієнтами важ-

ливості локальних критеріїв. У зв'язку з цим доцільно розглянути більш детально критерій H_2/H_∞ (1) під кутом зору багатокритеріальної оптимізації.

З урахуванням зазначеної вище властивості суперечливості локальних критеріїв, що входять до виразу (1) представимо ці локальні критерії у вигляді груп:

$$J_{H_2}^d = \begin{bmatrix} \lambda_2^{\text{nom } d} & \lambda_{21}^{\text{par } d} & \dots & \lambda_{2n}^{\text{par } d} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega)^{\text{nom } d}\|_2 \\ \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega)_1^{\text{par } d}\|_2 \\ \dots \\ \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega)_n^{\text{par } d}\|_2 \end{bmatrix}; \quad (2)$$

$$J_{H_2}^s = \begin{bmatrix} \lambda_2^{\text{nom } s} & \lambda_{21}^{\text{par } s} & \dots & \lambda_{2n}^{\text{par } s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega)^{\text{nom } s}\|_2 \\ \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega)_1^{\text{par } s}\|_2 \\ \dots \\ \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega)_n^{\text{par } s}\|_2 \end{bmatrix}; \quad (3)$$

$$J_{H_2}^s = \begin{bmatrix} \lambda_\infty^{\text{nom } s} & \lambda_{1\infty}^{\text{par } s} & \dots & \lambda_{n\infty}^{\text{par } s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega)^{\text{nom}}\|_\infty \\ \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega)_1^{\text{par}}\|_\infty \\ \dots \\ \|\Phi(\mathbf{K}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega)_n^{\text{par}}\|_\infty \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Використовуючи вираз (2) – (4), можна переписати критерій (1) у вигляді

$$J_{H_2/H_\infty} = \lambda_d J_{H_2}^d + \lambda_s J_{H_2}^s + \lambda_\infty J_\infty + PF, \quad ,$$

$$\text{де } \lambda_d^\Gamma = \begin{bmatrix} \lambda_2^{\text{nom } d} & \lambda_{21}^{\text{par } d} & \dots & \lambda_{2n}^{\text{par } d} \end{bmatrix}, \lambda_s^\Gamma = \begin{bmatrix} \lambda_2^{\text{nom } s} & \lambda_{21}^{\text{par } s} & \dots & \lambda_{2n}^{\text{par } s} \end{bmatrix};$$

$$J_\infty^\Gamma = \begin{bmatrix} \lambda_\infty^{\text{nom } s} & \lambda_{1\infty}^{\text{par } s} & \dots & \lambda_{n\infty}^{\text{par } s} \end{bmatrix}, \quad \Gamma \text{ означає транспонування.}$$

Позначимо через K_p Парето-оптимальне рішення задачі проектування регулятора з вектором настроювальних параметрів \mathbf{K} . Тоді задачу проектування H_2/H_∞ -регулятора для платформи, стабілізованої в інерціальному просторі, можна сформулювати наступним чином.

$$K_p = \arg \min_p J_{H_2/H_\infty}(\mathbf{K}, \mathbf{Q}, \mathbf{R}, \Lambda, \mathbf{x}, \mathbf{u}, j\omega) \quad (5)$$

$$x_i < x_{i0}, \quad i = 1, \dots, n; \quad u_j < u_{j0}, \quad j = 1, \dots, m \quad (6)$$

$$\mathbf{K} \in D, \quad D: \text{Re}[\text{eig}_i(\mathbf{I} + \mathbf{L}(s))] < 0, \quad \forall i \in 1, \dots, n_0 \quad (7)$$

тут $\mathbf{L}(s) = \mathbf{P}(s)\mathbf{W}(s)$; $\mathbf{P}(s)$ – регулятор; $\mathbf{W}(s)$ – передавальна функція об'єкта з урахуванням виконавчого механізму та об'єкта стабілізації, D являє собою область стійкості у просторі параметрів, n_0 – порядок системи диференціальних рівнянь у формі Коші.

При цьому обмеження (7) визначаються умовами стійкості замкнутої системи, а (6) – технічними вимогами на проєктований регулятор.

Процес пошуку рішення являє собою процедуру багатократного виконання мінімізації критерію (1) одним з відомих методів. Як такий метод може бути використаний метод Нелдера-Міда або генетичний алгоритм, переваги якого полягають у можливості відшукування глобального мінімуму у кожному конкретному випадку.

Евристична процедура багатокритеріальної оптимізації розділяється на два етапи.

На першому етапі знаходиться рішення, прийнятне з точки зору технічних вимог до регулятора. На цьому етапі компонентам вектора Λ привласнюються одиничні значення. Для фіксованих значень елементів матриць \mathbf{Q} і \mathbf{R} проводиться процедура мінімізації одним з вищезгаданих методів мінімізації скалярного критерію. Після виконання кожної процедури мінімізації перевіряється виконання обмежень (6). Якщо вони не виконуються, проводиться збільшення вагових коефіцієнтів q_i (для конкретної компоненти $x_i > x_{i0}$) і r_j (для $u_j > u_{j0}$). На другому етапі при фіксованих значеннях елементів матриць \mathbf{Q} і \mathbf{R} , визначених на попередньому етапі, проводиться варіювання коефіцієнтів вагових критеріїв, визначаємих вектором Λ .

Висновок

Вперше розроблено метод розв'язання задач багатокритеріального синтезу робастних систем інерціальної стабілізації інформаційно-вимірювальних пристроїв на рухомій основі, який засновано на ідеї використання векторної параметричної H_2/H_∞ оптимізації з метою забезпечення експлуатаційних характеристик систем під дією параметричних та зовнішніх збурень. В процедурі враховано наявність обмежень на фазові координати, зумовлених технічними вимогами, та необхідність виконання умов стійкості системи. Використання процедури дозволяє здійснювати модернізацію існуючих систем інерціальної стабілізації інформаційно-вимірювальних пристроїв.

Список літератури

1. Квакернаак Х. Линейные оптимальные системы управления / Х. Квакернаак, Р. Сиван. – М.: Мир, 1977. – 464 с.
2. Skogestad S. Multivariable Feedback Control / Skogestad S., Postlethwaite I. – New York.: John Wiley, 1997. – 559 p.
1. Tunik A. A. Parametric Optimization Procedure for Robust Flight Control System Design. KSAS International Journal / A. A. Tunik, H. Rye, H. C. Lee. – Nov.2001. – Vol.2. – No.2. – P. 95 – 107.
2. Kwakernaak H. Robust Control and H_∞ -Optimization / H. Kwakernaak // Automatica. – 1993. – Vol. 29. – No 2. – P. 255 – 273.
3. Поляк Б. Т. Трудные задачи линейной теории управления. Некоторые подходы к решению. Автоматика и телемеханика / Б. Т. Поляк, П. С. Щербатов. – 2005. – № 5. – С. 7 – 46.

*А.Б. Зюзіна-Зінченко, аспірантка, С.В. Ковальський, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ

Розглянуто можливості безкоштовного програмного забезпечення для проектування напівпровідникових систем освітлення за рахунок оцінки їх основних параметрів та теплового моделювання. Наведені переваги та недоліки програмних пакетів Usable Light Tool, LED Reliability Tool, Product Characterization Tool та QLed.

Постановка проблеми. З розвитком обчислювальної техніки та програмних засобів з'явилися нові можливості вирішення практичних завдань конструювання світлових приладів (СП). Цей процес має вирішальний вплив на економічність виробництва, експлуатацію та споживчі властивості СП.

Для мінімізації капітальних вкладень і витрат використовують спеціалізовані програмні пакети. Проте серед представлених на ринку пропозицій важко підібрати продукти доступні малим компаніям та підприємствам, що розвиваються, а також науковим установам.

Аналіз досліджень та публікацій. Найважливіші проблеми конструювання СП були опубліковані Ю.Б. Айзенбергом [1, с. 411-436; 2], В.В. Трембачем [3, с. 6-127] та Г.М. Кноррінгом [4, с. 251-280], а також в нормативних документах та стандартах [5-8].

Однак вищенаведені публікації призначені для традиційних джерел світла і не завжди придатні при конструюванні СП на основі СД. Серед останніх публікацій в світлотехнічній галузі можна виділити роботи, які використовуються для проектування саме світлодіодних СП [9-11].

Постановка завдання. В рамках даної статті будуть розглянуті можливості безкоштовних програмних пакетів комп'ютерного моделювання, які дозволяють оцінити основні параметри СД у складі СП в робочому режимі, виконати теплове моделювання.

В якості інструментів будуть розглянуті програмні пакети Usable Light Tool (ULT), LED Reliability Tool (LRT), Product Characterization Tool (PCT) та QLed.

Виклад основного матеріалу. Usable Light Tool (ULT) – інструмент, що дозволяє оцінити основні параметри світлодіода в робочому режимі [12].

Вибору моделі світлодіода та його колірної температури присвячені перші рядки робочого середовища програми. Рядок Optimization Algorithm Type задає одне з фіксованих значень робочого струму, яке також можна задати в графі Override (decrease) Max. Суг. і обрати тип алгоритму оптимізації за максимальним значенням робочого струму. В наступних графах вказується кількість СД в модулі (Number of Power LEDs) та значення температури навколишнього середовища (Ambient Temperature).

Подальший етап – визначення типу друкованої плати, а також встановлення значення термічного опору плати для даного світлодіода (Custom Circuit Board). Додатково можна вказати максимальне значення температури кристалу *Override Lumen Maint*. T_j , при досягненні якої автоматично будуть змінюватися інші дані, наприклад, почне знижуватись значення робочого струму [13].

Оперуючи функціями даного програмного пакету, можна досить точно (похибка даного інструменту складає не більше 12%) оцінити режим роботи світлодіодного модуля, на етапі його вибору. ПЗ розраховує значення наступних параметрів: ефективність світлодіода, споживана потужність, робоча температура кристалу, світловий потік та світлову віддачу. Результати можуть бути представлені в числовому або графічному вигляді.

LED Reliability Tool (LRT). LRT – інструмент, що дозволяє оцінити час напрацювання світлодіода на певне значення деградації світлової віддачі в робочих умовах [14].

Робоче середовище LRT складається з двох колонок для можливості порівняння двох режимів роботи СД. Перша графа в обох з них відповідає за вибір моделі СД, друга – за технологію виготовлення, яка використовується в обраній моделі: AlInGaP (алюміній, індій, галій, фосфор) та InGaN (індій, галій, азот).

Графа *Probability Distribution* визначає спосіб оцінки деградації по методу *Vxx, Lyy*. Далі в графі *Lifetime Parameter to Solve*, обирається один з трьох параметрів, який буде розраховуватись: час деградації (*lifetime*), оптимальна температура кристалу (*junction temperature*), значення струму (*forward current*).

Головна особливість ПЗ LRT – робота на базі залежності, отриманої в процесі вимірювань, а не за допомогою теоретичних розрахунків. Технологія оцінки деградації полягає в тому, що вказується час деградації частини світлодіодів з деякого лота (сегмента, партії), а не усереднена крива деградації без урахування розходження цього параметру між зразками. Результатом моделювання є графік деградації СД, тобто залежність терміну служби від температури кристала в робочій точці.

Product Characterization Tool (PCT). Програма PCT дозволяє розраховувати основні параметри як одного, так і масиву СД у складі СП, враховуючи початковий світловий потік обраного СД, температуру кристалу, струм живлення, ККД джерела живлення та ефективність оптичної системи. Програмний пакет надає можливість одночасно проводити розрахунки до трьох типів (моделей) СД [15].

Для зручності роботи з ПЗ розрахункові параметри поділено на групи:

- технічні характеристики одного СД: падіння напруги (LED VF), потужність (LED W), світловий потік (LED LM), світловіддачу (LED LM/W);
- технічні характеристики масиву СД у складі СП: світловий потік одного СД в масиві (SYS LM PER), загальну кількість СД (SYS#LED), загальну потужність (SYS W), загальний світловий потік (SYS LM TOT) та загальну ефективність (SYS LM W);
- вартісні характеристики одного або групи СД.

Програма PCT допомагає розробнику вибрати тип СД і оптимальний режим його роботи в кожному конкретному випадку без надмірної витрати часу. Однак, вона непридатна для аналізу роботи великих масивів джерел теплової потужності: її точність падає прямо пропорційно збільшенню масиву джерел тепла.

QLED. Програмний пакет QLED – потужний інструмент для проектування та теплового моделювання СП на основі СД в режимі реального часу. Програмне забезпечення може використовуватись для моделювання теплових систем різних рівнів: компонентів, плати або системи в цілому [16].

Робота QLED базується на методі кінцевих елементів [17]. Цей метод розрахунків є найбільш об'єктивним, оскільки він оперує тільки абсолютними фізичними величинами і законами теплообміну, дозволяє розробляти максимально ефективні конструкції, уникаючи перевитрат дорогих матеріалів.

Програмний пакет дає можливість користувачеві створювати широкий спектр моделей: від одного СД на стандартному тепловідводі до масиву СД на спеціальній платі в закритому корпусі з активним охолодженням.

QLED підтримує кілька варіантів моделювання параметрів світлодіодних систем освітлення [18]:

1. Увімкнення моделі на постійному струмі живлення.
2. Аналіз перехідних процесів (робота моделі на змінному струмі).
3. Оптимізація моделі (оптимізація параметрів при зміні однієї або кількох змінних з дотриманням певних граничних умов).
4. Параметризація даних (динамічна зміна одного або декількох параметрів, моніторинг та побудова моделі теплової поведінки системи без необхідності повторного запуску симуляції).

Серед особливостей ПЗ слід окремо виділити можливість моделювання опору контактів СД, процесів з активним охолодженням, створення детального звіту у форматі MS Word, RTF або HTML, який включає в себе всі компоненти моделі і описує їх термічну поведінку, розміри і т.д.

Висновки. Основними завданнями використання даного типу ПЗ є спрощення та прискорення процесу проектування, оптимізація конструкції та характеристик світлодіодних систем освітлення. В результаті значно зменшуються собівартість і строки виходу продукту на ринок.

Список використаних джерел

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б.Айзенберга / М. – Знак, 2006. – 972 с.
2. Айзенберг Ю.Б. Основы конструирования световых приборов : учебное пособие для вузов / Айзенберг Ю.Б. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 704 с.
3. Трёмбач В. В. Световые приборы: учеб. для вузов по спец. «Светотехника и источники света» / Трёмбач В. В. – [2е изд., перераб. и доп.] – М.: Высш. шк., 1990. – 463 с.
4. Кнорринг Г.М. Осветительные установки / Кнорринг Г.М. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. – 288 С.

5. Светильники. Общие технические условия: ГОСТ 17677-82 – ГОСТ 17677-82. – [Действует с 1983-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 71 с. – (Государственный стандарт).
6. Светильники для освещения жилых и общественных помещений. Общие технические условия: ГОСТ 8607-82 – ГОСТ 8607-82. – [Действует с 1984-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 15 с. – (Государственный стандарт).
7. Світильники. Частина 1. Загальні вимоги й випробування (IEC 60598-1:1999, IDT) : ДСТУ IEC 60598-1-2002. – [Чинний від 2004-01-07]. – К. : Держспоживстандарт України 2004. — 123 с. — (Стандарт на продукцію).
8. Светильники для производственных зданий. Общие технические условия: ДСТУ ГОСТ 15597:2008 – ДСТУ ГОСТ 15597:2008. – [Действует с 2009-01-02]. – К. : Держспоживстандарт України 2003. — 8 с. — (Стандарт на продукцію).
9. Шевченко В.О. Компютерне моделювання світлових приладів / В.О. Шевченко // Світло люкс. – 2012. – №1. – С. 56-59.
10. Романова Т.И. Моделирование характеристик и параметров световых приборов на основе светодиодных источников света малой мощности / Т.И. Романова // Світло люкс. – 2012. – №3. – С. 54-59.
11. Шевченко В.О. Моделювання світлодіодних світильників у MATLAB/ В.О. Шевченко // Світло люкс. – 2012. – №4. – С. 49-52.
12. Програмный пакет Usable Light Tool 2.2 [Електронний ресурс] // Future Lighting Solutions. – 2013. – Режим доступу: www1.futurelightingsolutions.com/ult/default.asp?type=services&name=usable .
13. Керівництво з використання програмного забезпечення Usable Light Tool 2.x [Електронний ресурс] // Future Lighting Solutions. – 2010. – Режим доступу: http://www1.futurelightingsolutions.com/ult/includes/ULT2_Tutorial.pdf
14. Програмный пакет LED Reliability Tool [Електронний ресурс] // Future Lighting Solutions. – 2013. – Режим доступу: www1.futurelightingsolutions.com/lrt/default.asp
15. Програмный пакет Product Characterization Tool [Електронний ресурс] // Cree, Inc. – 2013. – Режим доступу: www.pct.cree.com .
16. QLed: Thermal Design & Simulation Software [Електронний ресурс] // Future Lighting Solutions. – 2012. – Режим доступу: www1.futurelightingsolutions.com/qlcd/.
17. **Смирнов В.В.** Метод конечных элементов [Электронный ресурс] / **В.В.Смирнов** // **Бийский технологический институт**. – 2010. – Режим доступу: <http://www.exponenta.ru/educat/systemat/smirnov/main.asp>
18. QLED: New Thermal Design Possibilities [Електронний ресурс] // Future Lighting Solutions. – 2012. – Режим доступу: www.future-mag.com/0804/080434.asp

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ОПЕРАЦІЙНИМ МЕТОДОМ S-ПЕРЕТВОРЕНЬ

Розглянуто застосування операційного методу S-перетворень для вирішення нелінійних прикладних задач. Наведено приклад вирішення задачі коливального контуру з нелінійною смістю.

В основу операційного методу S-перетворень покладено використання методів поліноміальної апроксимації, де сигнал представляється на кінцевому інтервалі зміни аргументу узагальненим поліномом за деякою системою лінійно-незалежних базисних функцій [1]. Операційний метод S-перетворень добре розвинений для дослідження лінійних динамічних систем. Він дозволяє перейти від лінійних диференціальних до лінійних алгебраїчних рівнянь. Результат отримуємо у вигляді значень коефіцієнтів апроксимуючого поліноміального спектра та, використовуючи зворотнє перетворення, знаходимо апроксимаційний розв'язок рівняння.

Операційний метод S-перетворень вдосконалено для знаходження апроксимаційного розв'язку нелінійних диференціальних рівнянь цілого та дробового порядків [2]. Суть вдосконалення методу полягає у наступному.

Спочатку похідну найвищого порядку замінюємо новою функцією. Потім переходимо до операційної області, де операційним аналогом інтегрального рівняння буде векторно-матричне рівняння. Далі обчислюємо операційну матрицю інтегрування.

На відміну від розв'язання лінійних диференціальних рівнянь операційним методом неklasичного типу, для нелінійних рівнянь у вдосконаленому методі невідома функція записується у явному вигляді. Тобто невідома функція буде мати вигляд вектору невідомих коефіцієнтів.

Вектор невідомих коефіцієнтів підставляється у векторно-матричне рівняння та перемножується із знайденою матрицею інтегрування. Отримані при цьому вектори додаються і отримуємо систему нелінійних рівнянь.

Зручніше всього знаходити корені системи нелінійних алгебраїчних рівнянь методом Ньютона. Серед усіх коренів системи нелінійних рівнянь необхідно обирати тільки дійсні корені.

Знайшовши корені системи нелінійних алгебраїчних рівнянь, тобто знайшовши елементи вектору невідомих коефіцієнтів, в операційній області знаходимо зображення невідомої функції. Застосовуючи до знайденого зображення невідомої функції зворотнє операційне перетворення, отримуємо апроксимаційний розв'язок нелінійного диференціального рівняння.

Застосовуючи в якості системи базисних функцій локальні спектри Лежандра нульового порядку, апроксимація має розриви на границях підінтервалів розбиття аргументу сигналу. Точки перетину кривої з її апроксимацією знаходяться наближено посередині підінтервалів.

Тому при переході в операційну область отримуємо коефіцієнти апроксимуючого полінома, які будуть приблизно знаходитися посередині підінтервалів. Легко можна визначити значення абсцис середин підінтервалів.

Коефіцієнти апроксимуючого полінома та значення абсцис середин підінтервалів можна розглядати як дискретизований сигнал, тобто сигнал, заданий у вигляді таблиці. Приймаючи це до уваги, при переході в область оригіналів (при знаходженні апроксимаційного розв'язку рівняння) можна використати не локальну, а глобальну базисну функцію, наприклад, степеневу. І, отже, в результаті отримаємо апроксимаційний розв'язок нелінійного рівняння у вигляді полінома, який буде мати неперервний характер.

Аналогічним чином можна визначити апроксимаційний розв'язок нелінійного диференціального рівняння дробового порядку.

Наведемо приклад застосування операційного методу S-перетворень з відновленням сигналу за допомогою степеневі функції для дискретизованих систем для вирішення практичних задач.

Для нелінійного контуру, у якого резистивний та індуктивний елементи – лінійні, а ємнісний – нелінійний, рівняння стану буде описуватися рівнянням Дуффінга [3]. Якщо характеристика ємнісного елемента виражена кубічним поліномом, то рівняння стану буде мати вигляд:

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{b_1}{L} q + \frac{b_3}{L} q^3 = \frac{1}{L} u_0.$$

Нехай рівняння Дуффінга має наступний вигляд та доповнене початковими умовами:

$$y'' + 2y' + y + 8y^3 = e^{-3t}, \quad y(0) = \frac{1}{2}, \quad y'(0) = -\frac{1}{2}.$$

Точний розв'язок рівняння має вигляд: $y(t) = \frac{1}{2} e^{-t}$.

Знайдемо апроксимаційний розв'язок за допомогою вдосконаленого методу S-перетворення. Для цього заміняємо другу похідну невідомої функції новою функцією:

$$y''(t) = u(t), \quad y'(t) = y'_0 + \int_0^t u(\tau) d\tau, \quad y(t) = y_0 + y'_0 t + \int_0^t \int_0^t u(\tau) d\tau^2.$$

В операційній області рівняння буде мати вигляд:

$$\bar{U} + 2(y'_0 \bar{1} + \mathbf{P}^1 \cdot \bar{U}) + (y_0 \bar{1} + y'_0 \bar{t} + \mathbf{P}^2 \cdot \bar{U}) + 8(y_0 \bar{1} + y'_0 \bar{t} + \mathbf{P}^2 \cdot \bar{U})^3 = \bar{F}.$$

Розв'язуючи рівняння, отримуємо апроксимаційний розв'язок рівняння локальної при використанні системи базисних функцій порядку $m = 10$ (рис. 1, а), при використанні інтерполяційно-екстраполяційного методу (рис. 1, б) та при відновленні сигналу за допомогою степеневі функції для дискретизованих систем (рис. 1, в).

При відновленні сигналу за допомогою степеневі функції для дискретизованих систем програма у програмному середовищі Mathematica буде мати вигляд:

```

In[20]:= Y = F1 + P1.F2 + P2.U;
In[21]:= tt = Table[(i - 0.5) * h, {i, 1, m}]
Out[21]:= {0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.1, 1.3, 1.5, 1.7, 1.9}
In[22]:= a = tt[[1]]; b = tt[[m]];
In[23]:= s[t_, n_, T_] := (t - tt[[1]])^(n-1) / T;
In[24]:= S = Table[s[t, n, T], {n, 1, m}];
In[25]:= w := Table[S[[p]] /. t -> tt[[r]], {p, m}, {r, m}]
In[26]:= q1 := Y;
In[27]:= X = PseudoInverse[Transpose[w]].q1;
In[28]:= ya = X.S;

```

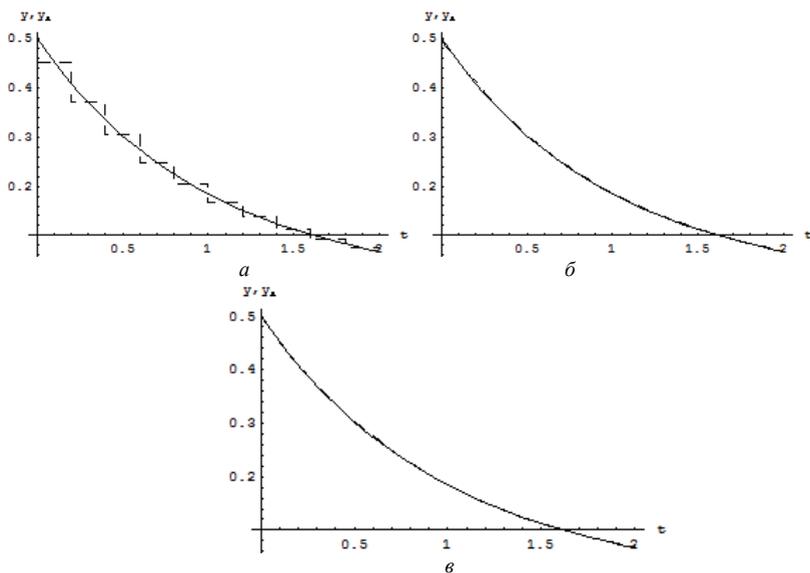


Рис. 1. Візуалізація розв'язку рівняння Дуффінга: *a* – апроксимаційного розв'язку при $m = 10$; *b* – інтерполяційно-екстраполяційним методом при $m = 10$; *c* – відновлення сигналу за степенною базисною функцією

На рис. 2 наведені відповідні графіки похибок.

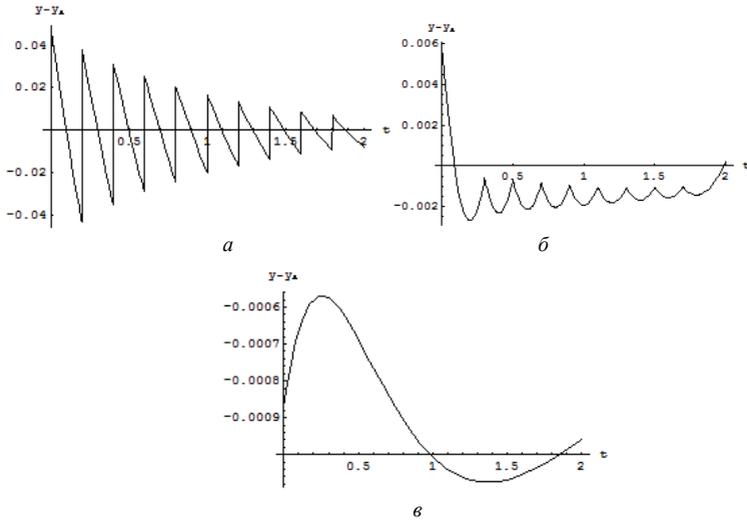


Рис. 2. Графіки похибок: *a* – апроксимаційного розв’язку при $m = 10$; *б* – інтерполяційно-екстраполяційним методом при $m = 10$; *в* – відновлення сигналу за степеневою базисною функцією

Висновки

Розглядаючи коефіцієнти апроксимуючого полінома та значення абсцис середин підінтервалів як дискретизований сигнал та при переході в область оригіналів використовуючи не локальну, а глобальну базисну функцію, підвищується точність знайдених аналітичних розв’язків нелінійних диференціальних рівнянь.

Список літератури

1. Васильєв В.В. Аналіз та математичне моделювання динамічних систем на базі неklasичних операційних числень. / В.В. Васильєв, Л.О. Сімак, О.А. Зеленков.; НАН України, Ін-т проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова, М-во освіти і науки України, Національний авіаційний університет. – К.: НАН України, 2006. – 184 с. – Бібліогр. в кінці гл. - ISBN 966-02-0964-9.
2. Киркач Е.В. Применение операционного метода неклассического типа для анализа переходных процессов в нелинейных динамических системах целого и дробного порядков / Киркач Е.В. // Електроніка та системи управління. – 2011. – № 2 (28). – С. 129 – 132.
3. Данилов Л.В., Огородников Е.Н. Теория нелинейных электрических цепей / Л.В. Данилов, П.Н. Матханов, Е.С. Филиппов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 256 с.: ил

*А.В. Васильев, канд. техн. наук,
В.В. Васильев, д-р техн. наук, чл.-кор. НАН Украины,
Л.А. Симак, д-р техн. наук
(Отделение гибридных моделирующих и управляющих систем
в энергетике ИПМЭ им. Г.Е. Тухова НАН Украины, г. Киев)*

ОПЕРАЦИОННЫЕ АНАЛОГИ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ДРОБНОГО ПОРЯДКА В МЕТОДЕ S-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Предложены операционные аналоги интегро-дифференциальных операторов переменного дробного порядка в рамках S-преобразования. Рассмотрены примеры применения операционных матриц интегрирования с переменным дробным порядком к интегрированию различных сигналов. Вычислительные эксперименты выполнены в программной среде системы Mathematica®.

Введение. Известно, что математическими моделями сложных динамических систем во фрактальных средах являются интегро-дифференциальные уравнения с производными и интегралами дробного порядка [2–4]. Развитие дробного исчисления (fractional calculus) и его применений к решению задач математической физики привело к разработке мультифизического подхода, при котором функции, характеризующие интенсивность одного физического поля, влияют на параметры других физических полей в рассматриваемой области пространства. Порядок интегро-дифференциальных операторов, как один из параметров, таким образом, также может меняться в зависимости от времени, пространственных переменных и функций интенсивности полей различной физической природы. Примером может служить динамическая система, описывающая процесс аномальной диффузии в пористой среде при учете меняющейся температуры или процессов старения. При подобном подходе естественно возникают математические модели дробной динамики систем в виде интегро-дифференциальных уравнений с дробными операторами, меняющимися по определенным законам [5–9]. Методы решения дифференциальных уравнений с производными и интегралами переменных дробных порядков в настоящее время интенсивно развиваются. В данной работе рассмотрены вопросы формирования операционных матриц интегрирования переменного дробного порядка в рамках аппроксимационно-операционного метода S-преобразования [1]. Работа построена следующим образом. Во втором разделе рассмотрены операции дробного дифференцирования по Капуто и Римана-Лиувилля и дробного интегрирования по Риману-Лиувиллю [2,4], порядки которых являются заданными функциями времени, определенными на промежутке времени развития исследуемого процесса, и получены выражения для операционных матриц интегрирования и дифференцирования переменного дробного порядка. В докладе рассмотрены примеры реализации таких матриц для S-преобразования с базисной системой на основе локальных полиномов

Лежандра и их применения для интегрирования различных функций. Вычислительные эксперименты выполнены в программной среде системы Mathematica® [10]. В выводах по работе приведен анализ полученных результатов и рекомендации по их использованию.

S-преобразование и операционные аналоги интегро-дифференциальных операторов переменного дробного порядка. В основе S- преобразования, как известно [1], лежит полиномиальная аппроксимация сигналов, основные соотношения которой образуют операционное исчисление специального вида:

$$\mathbf{X} = \left(\int_0^T \mathbf{S}(t) \cdot \mathbf{S}(t)^* dt \right)^{-1} \cdot \left(\int_0^T \mathbf{S}(t) \cdot x(t) dt \right), \quad (1)$$

$$x_a(t) = \mathbf{X}^* \cdot \mathbf{S}(t). \quad (2)$$

Прямое S-преобразование (1) сопоставляет сигналу $x(t)$ его операционное изображение в виде вектора коэффициентов аппроксимирующего полинома \mathbf{X} , тогда как обратное S-преобразование (2) восстанавливает сигнал в виде аппроксимации $x_a(t)$. Сигнал и система образующих функций $\mathbf{S}(t)$ определены на одном и том же интервале изменения аргумента $t \in [0, T)$. При применении S-преобразования к решению задач дробной динамики систем, математические модели которой являются интегро-дифференциальными уравнениями дробных порядков, решение задач динамики систем сводится к решению алгебраических уравнений в операционном пространстве, а переход в пространство оригиналов производится путем построения полиномов вида (2).

Важнейшими соотношениями для S-преобразования, как операционного метода, являются операционные аналоги математических операций интегрирования и дифференцирования дробных порядков [2–4]. К наиболее часто используемым операциям относятся интегрирование дробного порядка по Риману-Лиувиллю (3) и дифференцирование дробного порядка по Риману-Лиувиллю и Капуто (4), (5):

$$y(t) = \frac{1}{\Gamma(\delta)} \int_0^t (t - \phi)^{\delta-1} x(\phi) d\phi, \quad (3)$$

$$y(t) = \frac{d^n}{dt^n} \left(\frac{1}{\Gamma(n - \delta)} \int_0^t (t - \phi)^{n-\delta-1} x(\phi) d\phi \right), \quad n-1 < \delta < n, \quad (4)$$

$$y(t) = \frac{1}{\Gamma(n - \delta)} \int_0^t (t - \phi)^{n-\delta-1} \frac{d^n x(\phi)}{d\phi^n} d\phi, \quad n-1 < \delta < n. \quad (5)$$

При построении операционных аналогов операторов дробного дифференцирования и интегрирования, которыми, как известно, являются

матрицы, элементы которых зависят только от системы базисных функций интервала изменения аргумента и порядка оператора, следует иметь в виду, что столбцами этих матриц являются вектора коэффициентов аппроксимирующих полиномов для интегралов и (или) производных от функций базисной системы. Это позволяет сформировать следующие выражения для операционных матриц интегрирования и дифференцирования:

- операционная матрица интегрирования порядка ϵ по Риману-Лиувиллю:

$$\mathbf{P}_s^\epsilon = \mathbf{W}^{-1} \cdot \left(\int_0^T \left(\frac{1}{\Gamma(\epsilon)} \int_0^t (t - \phi)^{\epsilon-1} \mathbf{S}(t) d\phi \right) \cdot \mathbf{S}(t)^* dt \right), \quad (6)$$

- операционная матрица дифференцирования порядка $\bar{\epsilon}$ по Капуто:

$${}^C \mathbf{D}_s^{\bar{\epsilon}} = \mathbf{P}_s^{n-\bar{\epsilon}} \cdot \mathbf{D}_s^n, \quad (7)$$

- операционная матрица дифференцирования порядка $\bar{\epsilon}$ по Риману-Лиувиллю:

$${}^{RL} \mathbf{D}_s^{\bar{\epsilon}} = \mathbf{D}_s^n \cdot \mathbf{P}_s^{n-\bar{\epsilon}}, \quad (8)$$

В выражениях (6–8) приняты следующие обозначения:

$$\mathbf{W} = \int_0^T \mathbf{S}(t) \cdot \mathbf{S}(t)^* dt \text{ – операционная матрица аппроксимации,} \quad (9)$$

$$\mathbf{D}_s^n = \mathbf{W}^{-1} \cdot \left(\int_0^T \frac{d^n \mathbf{S}(t)}{dt^n} \cdot \mathbf{S}(t)^* dt \right) \text{ – операционная матрица}$$

дифференцирования порядка n . (10)

Операции дифференцирования и интегрирования матрично-векторных операндов выполняются поэлементно, * – символ транспонирования векторных величин. Предполагается также, что функции базисной системы допускают дифференцирование до порядка n .

Отличительной особенностью S-преобразования является то, что выражения операционных матриц дифференцирования и интегрирования дробных порядков, приведенные выше, допускают обобщение на случай, когда дробные порядки интегро-дифференциальных операторов становятся функциями времени или другого аргумента, зависящего от времени. Это позволяет без подробного вывода записать следующие выражения для операционных аналогов соответствующих операторов с переменными порядками:

$$\mathbf{P}_s^{\epsilon(t)} = \mathbf{W}^{-1} \cdot \left(\int_0^T \left(\frac{1}{\Gamma(\epsilon(t))} \int_0^t (t - \phi)^{\epsilon(t)-1} \mathbf{S}(\phi) d\phi \right) \cdot \mathbf{S}(t)^* dt \right), \quad (11)$$

$${}^C \mathbf{D}_s^{\bar{\epsilon}(t)} = \mathbf{P}_s^{n-\bar{\epsilon}(t)} \cdot \mathbf{D}_s^n, \quad (12)$$

$${}^R L \mathbf{D}_s^{\bar{\sigma}(t)} = \mathbf{D}_s^n \cdot \mathbf{P}_s^{n-\bar{\sigma}(t)}. \quad (13)$$

Выводы. Рассмотренные в работе выражения для операционных аналогов интегро-дифференциальных операторов дробного переменного порядка могут быть использованы при решении операционным методом S-преобразований интегро-дифференциальных уравнений дробного переменного порядка, которые возникают при моделировании задач дробной динамики систем в мультифизической постановке. Фрагменты программ, приведенные в примерах, допускают изменение формы интегрируемых сигналов, законов изменения дробных порядков операторов, порядка базисной системы и интервала исследования решений, что существенно расширяет область применимости метода S-преобразования.

Список литературы

1. Васильев В.В., Симак Л.А. Полиномиальная аппроксимация сигналов как операционное исчисление: применение к моделированию динамических систем дробного порядка / В.В.Васильев, Л.А.Симак // Информационные технологии, 2012. – № 3(187). – С. 55-60.
2. Учайкин В.В. Метод дробных производных. – Изд-во «АРТИШОК», Ульяновск, 2008. – 512 с.
3. Oldham К.В., Spanier J. The Fractional Calculus. – Academic Press, 1974. – 234 p.
4. Podlubny I. Fractional Differential Equations. – Academic Press, 1999. – 340 p.
5. Sheng Y., Chen Y.Q., Qiu T.S. Fractional Processes and Fractional- Order Signal Processing: Techniques and Applications. – Springer, 2012. – 294 p.
6. Sierociuk D., Podlubny I., Petras I. Experimental Evidence of Variable-order Behavior of Ladders and Nested Ladders // arXiv:1107.2575v3 [math.DS] 17 Jul 2011. – 8 p.
7. Sun H.G., Chen W., Chen Y.Q. Variable – order fractional differential operators in anomalous diffusion modeling //Physica A, 388, 2009. – P. 4586-4592.
8. Sun H.G., Chen W., Sheng H., Chen Y.Q. On mean square displacement behaviors of anomalous diffusion with variable and random orders // Physics Letters A, 374, 2010. – P.906-910.
9. Sun H.G, Sheng H., Chen Y.Q. ., Chen W. On Dynamic-order Fractional Dynamic System // Proc. Of FDA’ 10, Article no. FDA10-073. – 7 p.
10. Wolfram Stephen The Mathematica book / - Wolfram Media / Cambridge University Press, 1996. – 1403 p

ВИПРОМІНЕННЯ ФОТОННОГО КРИСТАЛУ ЗІ СКЛАДНОЮ КРУГОВОЮ СТРУКТУРОЮ

Запропоновано модель кругової структури на основі двовимірного фотонного кристалу, здатної виконувати частотну фільтрацію електромагнітних коливань

Дослідження вивчає розподіл електричного поля усередині кругової фотонно-кристальної структури та побудова математичної моделі фільтра на її основі у майбутньому

Фундаментальна теорія оптично-електронних пристроїв дана в [1]. Безпосередньо ФК й можливості їх використання викладено в [2;3].

Формулювання для рівнянь у часткових похідних (PDE). Спочатку зазначимо, що формулювання для високочастотних електромагнітних хвиль можуть бути отримані із законів Максвелла-Ампера та Фарадея [1]:

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

Використовуючи матеріальні рівняння для лінійного середовища $\mathbf{B} = \mu_0 \mu_r \mathbf{H} + \mathbf{B}_r$, та $\mathbf{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \mathbf{E} + \mathbf{D}_r$, та струм $\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$, ці рівняння перетворюються до форми

$$\nabla \times \mathbf{H} = \sigma \mathbf{E} + \frac{\partial \epsilon \mathbf{E}}{\partial t} \quad \nabla \times \mathbf{E} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$$

За допомогою рівнянь $\mu \mathbf{H} = \nabla \times \mathbf{A}$ та $\mathbf{E} = -\partial \mathbf{A} / \partial t$ можливо записати:

$$\mu_0 \sigma \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \epsilon \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \nabla \times (\mu_r^{-1} \nabla \times \mathbf{A}) = 0$$

Записуючи тепер поля в гармонічно-часовій формі (для 3D дослідження), отримуємо

$$\mathbf{E}(x, y, z, t) = \mathbf{E}_z(x, y, z) e^{j\omega t}$$

$$\mathbf{H}(x, y, z, t) = \mathbf{H}_z(x, y, z) e^{j\omega t}$$

Звідси випливають рівняння поля для електричної та магнітної складових:

$$\nabla \times (\mu_r^{-1} \nabla \times \mathbf{E}) - \omega^2 \epsilon_c \mathbf{E} = 0$$

$$\nabla \times (\epsilon_r^{-1} \nabla \times \mathbf{H}) - \omega^2 \mu \mathbf{H} = 0$$

де

$$\epsilon_c = \epsilon - j \frac{\sigma}{\omega}$$

комплексна магнітна проникність матеріалу, через який розповсюджується електромагнітна хвиля.

PDE формулювання для TE хвиль. Під час розповсюдження хвилі через xy -площину моделювання TE має лише одну складову електричного поля у z напрямку, а магнітне поле при цьому лежить у площині моделювання. Тому

$$\mathbf{E}(x, y, t) = E_z(x, y, t) \mathbf{e}_z = E_z(x, y) \mathbf{e}_z e^{j\omega t}$$

$$\mathbf{H}(x, y, t) = H_x(x, y, t) \mathbf{e}_x + H_y(x, y, t) \mathbf{e}_y = (H_x(x, y) \mathbf{e}_x + H_y(x, y) \mathbf{e}_y) e^{j\omega t}$$

де μ_r є тензором розмірності 2-на-2, а ϵ_{rzz} та σ_{zz} – означає відносну діелектричну проникність та провідність у напрямку z . Тоді рівняння

$$\nabla \times (\mu_r^{-1} \nabla \times \mathbf{E}) - k_0^2 \epsilon_{rc} \mathbf{E} = 0 \quad \text{де } \epsilon_{rc} = \epsilon_r - j \frac{\sigma}{\omega \epsilon_0}$$

може бути спрощено до скалярного для E_z :

$$-\nabla \cdot (\tilde{\mu}_r \nabla E_z) - \epsilon_{rzz} k_0^2 E_z = 0 \quad \text{де } \tilde{\mu}_r = \frac{\mu_r^T}{\det(\mu_r)}$$

Якщо використати співвідношення $\epsilon_r = n^2$, де n – індекс рефракції, можна переписати останнє рівняння наступним чином (поклавши що $\mu_r = 1$ та $\sigma = 1$)

$$-\nabla \cdot \nabla E_z - n_{zz}^2 k_0^2 E_z = 0$$

Хвильове число k_0 у вакуумі визначається співвідношенням:

$$k_0 = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = \omega / c_0$$

де c_0 є швидкість світла у вакуумі.

Коли ми переходимо у часову область, то робоче рівняння буде

$$\mu_0 \sigma \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} (\epsilon_r \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \mathbf{D}_r) + \nabla \times (\mu_r^{-1} (\nabla \times \mathbf{A} - \mathbf{B}_r)) = 0$$

Його можна спростити до наступної форми:

$$\mu_0 \sigma \frac{\partial A_z}{\partial t} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} (\epsilon_r \frac{\partial A_z}{\partial t} - \mathbf{D}_{rz}) + \nabla \times (\mu_r^{-1} (\nabla A_z - \mathbf{B}_r)) = 0$$

Тут матеріальні рівняння $\mathbf{B} = \mu_0 \mu_r \mathbf{H} + \mathbf{B}_r$ та $\mathbf{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \mathbf{E} + \mathbf{D}_r$.

Використовуючи співвідношення $\epsilon_r = n^2$, де n – індекс рефракції, рівняння можна переписати наступним чином

$$\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} (n^2 \frac{\partial A_z}{\partial t}) + \nabla \cdot (\nabla A_z - \mathbf{B}_r) = 0$$

Використовуючи індекс рефракції слід пам'ятати, що $\mu_r = 1$ й $\sigma = 1$ та користуватися лише матеріальними рівняннями для лінійних середовищ..

PDE формулювання для TM хвиль. Поля для даного режиму можна записати так:

$$\mathbf{H}(x, y, t) = H_z(x, y, t) \mathbf{e}_z = H_z(x, y) \mathbf{e}_z e^{j\omega t}$$

$$\mathbf{E}(x, y, t) = E_x(x, y, t)\mathbf{e}_x + E_y(x, y, t)\mathbf{e}_y = (E_x(x, y)\mathbf{e}_x + E_y(x, y)\mathbf{e}_y)e^{j\omega t}$$

При цьому ϵ_r та σ означають тензори розмірності 2-на-2, а μ_{rzz} є відносна магнітна проникність у напрямку z .

Гармонічно-часове рівняння для TM хвиль виглядає наступним чином

$$\nabla \times (\epsilon_{rc}^{-1} \nabla \times \mathbf{H}) - k_0^2 \mu_r \mathbf{H} = 0$$

та його можливо спростити до скалярного для H_z :

$$-\nabla \cdot (\tilde{\epsilon}_{rc} \nabla H_z) - \mu_{rzz} k_0^2 H_z = 0 \quad \text{де} \quad \tilde{\epsilon}_{rc} = \frac{\epsilon_{rc}^T}{\det(\epsilon_{rc})}$$

Або, позначивши $\epsilon_r = n^2$,

$$-\nabla \cdot (\tilde{n}^2 \nabla H_z) - k_0^2 H_z = 0$$

У часовій області рівняння для TM хвиль спрощуємо до

$$\mu_0 \sigma \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} (\epsilon_r \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \mathbf{D}_r) + \nabla \times (\mu_r^{-1} (\nabla \times \mathbf{A} - \mathbf{B}_r)) = 0$$

де $\mathbf{B} = \mu_0 \mu_r \mathbf{H} + \mathbf{B}_r$ та $\mathbf{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \mathbf{E} + \mathbf{D}_r$. Використовуючи поняття індекса рефракції, записують: $\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} (n^2 \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}) + \nabla \times (\nabla \times \mathbf{A}) = 0$

Кінцево-елементна модель. Кінцево-елементна модель фотонного кристалу (ФК) $25 \times 25 \mu\text{m}$ на основі складної кругової структури показана на рис. 1а). Вона складається з 65154 трикутних елементів. Круглі „колонки” (pillars) ФК – арсенід галію (GaAs). Простір між ними – повітря. Збуджувальна плоска хвиля $E_m = 1 \text{ В/м}$ входить у фотонний кристал з внутрішнього торця структури. Розраховану потужність на виході фільтра у 1-му квадранті дано на рис. 1 б).

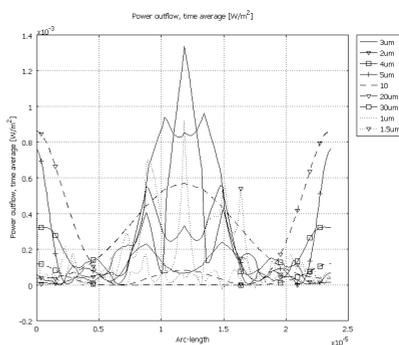
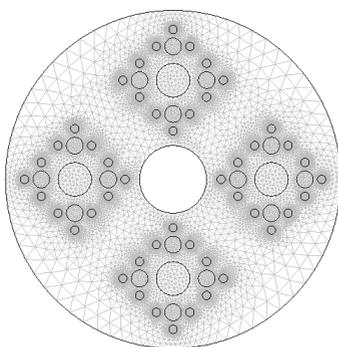


Рис. 1 а) Модель ФК б) Потужність на виході фільтра (1-30 μm)

Дослідження розповсюдження електромагнітного поля через фотонний кристал на різних довжинах хвиль. На рис. 2-5 показано розподіл

нормальної до спостерігача компоненти електричного поля у площині моделювання на довжинах хвиль $2\mu\text{m}$, $3\mu\text{m}$, $5\mu\text{m}$ та $20\mu\text{m}$. Дослідження також були зроблені для частот, що відповідають довжинам хвиль $1\mu\text{m}$, $1.5\mu\text{m}$, $6\mu\text{m}$, $7.5\mu\text{m}$, $10\mu\text{m}$, $20\mu\text{m}$, $30\mu\text{m}$ (результати не показано). Видно (рис. 1,б), що довжина хвилі $2\mu\text{m}$ є резонансною для даного ФК з круговою структурою.

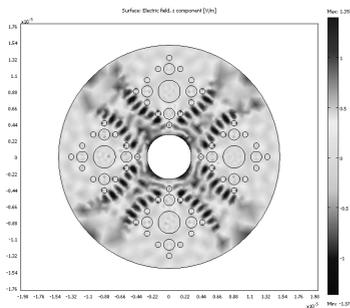


Рис. 2 Довжина хвилі 2.0×10^{-6} м

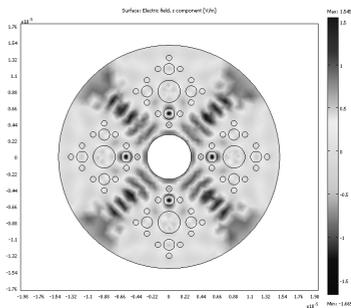


Рис. 3 Довжина хвилі 3.0×10^{-6} м

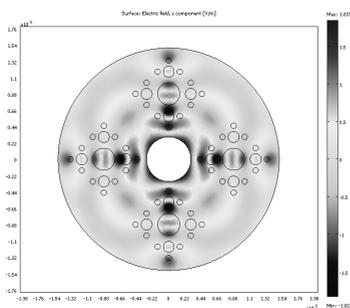


Рис. 4 Довжина хвилі 5.0×10^{-6} м

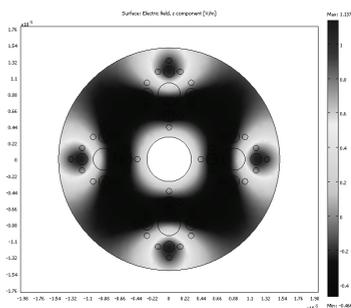


Рис. 5 Довжина хвилі 20.0×10^{-6} м

Висновок. Досліджено розподіл електричного поля по ФК у площині моделювання. На довжинах хвиль $2.0 \times 10^{-6} - 4.0 \times 10^{-6}$ запропонований фотонний кристал на основі складної кругової структури можливо використовувати як електромагнітний фільтр з резонансною довжиною хвилі 2×10^{-6} м.

Список літератури

1. Борн М., Вольф Э. «Основы оптики». М.: «Наука», 1973. – 721 с.
2. J. D. Joannopoulos, R. D. Meade, J. N. Winn «Photonic crystals: molding flow of light». Princeton University Press, 1995. – 141 p.
3. M. Skorobogatiy, Jianke Yang. «Fundamentals of photonic crystal guiding». Cambridge University Press, 2009. – 267 p.

СИНТЕЗАТОР ЗВУКОВОГО РЯДУ НА ОСНОВІ СТОХАСТИЧНОГО БАЗИСА

Запропоновано модель структури на основі стохастичного базиса, здатної формувати звуковий ряд для музичного впливу на об'єкт керування – головний мозок людини

Вступ. Біотехнічна (програмна) автоматизована система керування БАСК (електронний композитор) „AQUARIUS” © („Водолій”) є програмним продуктом, який дозволяє синтезувати програмним способом монофонічну, поліфонічну, діатонічну, пентатонічну та хроматичну музику, з можливістю подальшого перетворення її як у стандартний *MIDI* або *mp3* – файл, так і в класичну нотну партитуру.

Музичний стохастичний базис. Нехай на вході деякого пристрою, призначеного для отримання ортогонального стохастичного базиса, діє сигнал типу "білого шуму". Структурна схема такого пристрою дана на рис. 1. Цей пристрій складається з нескінченного числа гіпотетичних фільтрів $\Pi_i = f_{\theta}^i - f_{\eta}^i$, кожен з яких має однакову смугу пропускання, з особливістю амплітудно-частотної характеристики прямокутної форми. Фільтри охоплюють увесь спектр первинного сигналу $\eta(t) = s(t)$ без взаємного перекриття, причому $f_{\theta}^i = f_{\eta}^{i+1}$.

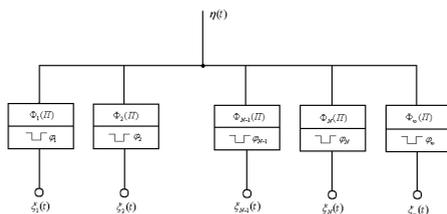


Рис. 1 Схема отримання стохастичного базису

Такий пристрій на своєму виході формує стохастичний базис $\xi(t)$. Цей стохастичний базис можна як подавати на об'єкт керування безпосередньо, так і „зашумляти” ним первинний звуко ряд $s(t)$:

$$s^*(t) = \begin{vmatrix} s_{1,1}(t)_k & s_{1,2}(t)_k & \dots & s_{1,N}(t)_k \\ s_{2,1}(t)_k & s_{2,2}(t)_k & \dots & s_{2,N}(t)_k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{N,1}(t)_k & s_{N,2}(t)_k & \dots & s_{N,N}(t)_k \end{vmatrix} \bullet \begin{vmatrix} \xi(t)_1 \\ \xi(t)_2 \\ \dots \\ \xi(t)_N \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} * \\ s(t)_1 \\ * \\ s(t)_2 \\ \dots \\ * \\ s(t)_N \end{vmatrix}$$

Код для отримання „музичного стохастичного базису”, який у даному разі складається з п’яти цифрових фільтрів random1- random5:

```
int random1 (int n){ int res;double temp_res;
do{temp_res=(double)rand()/(double)RAND_MAX; }
while (temp_res<0.2);
res=(int)(n*temp_res);return res;}
int random2 (int n){ int res;double temp_res;
do{temp_res=(double)rand()/(double)RAND_MAX; }
while (temp_res<0.2||temp_res>=0.4);
res=(int)(n*temp_res);return res;}
...
int random5 (int n){ int res;double temp_res;
do{temp_res=(double)rand()/(double)RAND_MAX; }
while (temp_res>=0.8);
res=(int)(n*temp_res);return res;}
```

Схема БАСК „Aquarius” складається з 10 функціональних блоків.

1) Формувач управляючих впливів (ФУВ) складається з послідовно з’єднаних блоку формування оператора перенесення \mathfrak{R} та блоку функції активації.

а) Функція активації. Використано функцію активації, що базується на розв’язку лінійного диференційного рівняння з дробною похідною за Капуто. Її код наведено нижче:

```
//LUT - Table
double tr_fn (double x){
if (0<=x&&x<0.05)x=x*0.223607;
if (0.05<=x&&x<0.1)x=x*0.316228;
...
if (0.25<=x&&x<0.3)x=x*0.547723;
if (0.3<=x&&x<0.35)x=x*0.591608;
...
if (0.9<=x&&x<0.95)x=x*0.974679;
if (0.95<=x&&x<=1.0)x=x*1.0;
return x;}
```

б) Оператор перенесення. Це алгоритм, який програмним шляхом перетворює рівномірно розподілену випадкову величину $w(n)$ у звуковий ряд, що визначається використанням оператором перенесення \mathfrak{R} . Наприклад, оператором перенесення шістнадцятої ноти („світлої”, або „живої” води) є light_water::_16(int length). Вихідний сигнал отримаємо за формулою $Y(n) = \mathfrak{R}_L[X(n)]$, де $X(n) = |w = \text{random}(42) + 1$ – програмна реалізація випадкового процесу з рівномірним розподілом.

Оператором шістнадцятої ноти („темної”, або „мертвої” води) є dark_water::_16(int length).

Принцип конекціонізму, відомий у теорії нейронних мереж, надає першочергового значення матриці вагових коефіцієнтів $|\Psi|$.

Тому можливе тут використання автобазисного оператора перетворення вхідного сигналу $s(t)$ в комплексній формі:

$$\begin{aligned}
 & \left| \begin{array}{ccc} \Psi_{1,1} e^{i \frac{180^\circ}{\pi}} & \Psi_{1,2} e^{2i \frac{180^\circ}{\pi}} & \dots & \Psi_{1,N} e^{Ni \frac{180^\circ}{\pi}} \\ \Psi_{2,1} e^{(N+1)i \frac{180^\circ}{\pi}} & \Psi_{2,2} e^{(N+2)i \frac{180^\circ}{\pi}} & \dots & \Psi_{2,N} e^{2Ni \frac{180^\circ}{\pi}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Psi_{N,1} e^{(N \times N - (N-1))i \frac{180^\circ}{\pi}} & \Psi_{N,2} e^{(N \times N - (N-2))i \frac{180^\circ}{\pi}} & \dots & \Psi_{N,N} e^{N \times Ni \frac{180^\circ}{\pi}} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} s(t)_1^1 \\ s(t)_2^1 \\ \dots \\ s(t)_N^1 \end{array} \right| = \left| \begin{array}{c} s^*(*)_1^1 \\ s^*(*)_2^1 \\ \dots \\ s^*(*)_N^1 \end{array} \right|, \\
 & \left| \begin{array}{ccc} \Psi_{1,1} e^{i \frac{180^\circ}{\pi}} & \Psi_{1,2} e^{2i \frac{180^\circ}{\pi}} & \dots & \Psi_{1,N} e^{Ni \frac{180^\circ}{\pi}} \\ \Psi_{2,1} e^{(N+1)i \frac{180^\circ}{\pi}} & \Psi_{2,2} e^{(N+2)i \frac{180^\circ}{\pi}} & \dots & \Psi_{2,N} e^{2Ni \frac{180^\circ}{\pi}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Psi_{N,1} e^{(N \times N - (N-1))i \frac{180^\circ}{\pi}} & \Psi_{N,2} e^{(N \times N - (N-2))i \frac{180^\circ}{\pi}} & \dots & \Psi_{N,N} e^{N \times Ni \frac{180^\circ}{\pi}} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} s(t)_1^2 \\ s(t)_2^2 \\ \dots \\ s(t)_N^2 \end{array} \right| = \left| \begin{array}{c} s^*(*)_1^2 \\ s^*(*)_2^2 \\ \dots \\ s^*(*)_N^2 \end{array} \right|, \\
 & \dots \\
 & \left| \begin{array}{ccc} \Psi_{1,1} e^{i \frac{180^\circ}{\pi}} & \Psi_{1,2} e^{2i \frac{180^\circ}{\pi}} & \dots & \Psi_{1,N} e^{Ni \frac{180^\circ}{\pi}} \\ \Psi_{2,1} e^{(N+1)i \frac{180^\circ}{\pi}} & \Psi_{2,2} e^{(N+2)i \frac{180^\circ}{\pi}} & \dots & \Psi_{2,N} e^{2Ni \frac{180^\circ}{\pi}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Psi_{N,1} e^{(N \times N - (N-1))i \frac{180^\circ}{\pi}} & \Psi_{N,2} e^{(N \times N - (N-2))i \frac{180^\circ}{\pi}} & \dots & \Psi_{N,N} e^{N \times Ni \frac{180^\circ}{\pi}} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} s(t)_1^N \\ s(t)_2^N \\ \dots \\ s(t)_N^N \end{array} \right| = \left| \begin{array}{c} s^*(*)_1^N \\ s^*(*)_2^N \\ \dots \\ s^*(*)_N^N \end{array} \right|.
 \end{aligned}$$

Воно може бути зручним способом отримання автокорельованого сигналу для комп'ютеризованої композиції музики, використовуючи програмне забезпечення „*AQUARIUS*” ©.

У такий спосіб ми отримуємо N^2 точок на вісі t , що подають наш цільовий сигнал (складений з точок початкового сигналу), автокорельованих з початковим сигналом за допомогою запропонованого автобазисного оператора.

$$\text{Тут } \varphi = \frac{180^\circ}{\pi} k, \quad k \in 1, \dots, N^2 \text{ - фазор.}$$

Якщо взяти замість автобазисного оператора деяку сторонню структуру, яка може за своєю природою бути довільною, то це може призвести до взаємної кореляції початкового і цільового сигналу і породити

деякий "зміщений" сигнал. Це може виявитись корисним у випадку застосування генетичних алгоритмів комп'ютерної композиції звукового ряду.

2) Датчик стану середовища (ДС Ср). Даний блок є реципієнтом та аналізатором вхідного сигналу, який у загальному випадку може бути як цифровим, так і аналоговим. **3) Датчик стану об'єкта (ДС Об)** вивчає вплив, здійснений БАСК на об'єкт керування – головний мозок пацієнта. Ним може бути наприклад електроенцефалограф. **4) Аналогово-цифровий перетворювач** потрібний для перетворення аналогового вхідного та вихідного сигналів у цифровий. У випадку цифрового вхідного або вихідного сигналу цей блок підлягає виключенню. **5) Модуль оцінки стану об'єкту** обробляє цифровий сигнал, отриманий з ДС Об та поповнює базу даних стану об'єкта. **6) Модуль оцінки стану середовища** обробляє цифровий сигнал, отриманий з ДС Ср та поповнює базу даних стану середовища. **7,8) База даних стану середовища та база даних стану об'єкта** необхідні для регулювання сигналу ФУВ. **9)** Нарешті, **база даних алгоритмів керування** зберігає сукупність операторів перенесення, які використовує ФУВ при синтезі звукового ряду. **10) Об'єктом керування** є головний мозок людини.

Рис. 2 зображує звукові ряди, отримані за допомогою БАСК "AQUARIUS" ©, для випадків „живої води” (а, в) та „мертвої води” (б, г).

The image displays four musical staves, labeled a, б, в, and г, arranged in two rows. Each staff consists of a treble clef and a bass clef, with a 4/4 time signature.
- Staff a) shows a diatonic monophony starting at measure 1, with notes moving stepwise up and then down.
- Staff б) shows a chromatic monophony starting at measure 518, with notes moving in a chromatic scale.
- Staff в) shows a diatonic polyphony starting at measure 1, with multiple voices moving in parallel motion.
- Staff г) shows a chromatic polyphony starting at measure 287, with multiple voices moving in parallel chromatic motion.

Рис. 2 Діатонічна (а) та хроматична (б) монофонія;
діатонічна (в) та хроматична (г) поліфонія

Висновок. Розв'язано задачу створення БАСК, що дозволяє моделювати монофонічний та поліфонічний звуковий ряд на основі стохастичного базису та використовувати цей ряд для музично-терапевтичних впливів на об'єкт керування – мозок людини (пацієнта, авіаційного диспетчера, пілота, космонавта та ін.) з метою покращення його працездатності, психологічної витривалості, концентрації уваги тощо.

*Ю.Н. Тесля, д.т.н., проф., А.Ю. Черный, аспирант
(Киевский национальный университет
строительства и архитектуры, Украина, г. Киев)*

ПРИЛОЖЕНИЕ ТЕОРИИ НЕСИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ

*Кратко изложена гипотетическая теория несилового взаимодействия.
Изложены результаты применения интроформационного подхода теории
несилового взаимодействия к построению системы голосового управления.
Разработана структура рефлекторной системы голосового управления
техническими устройствами и представлены результаты апробации
прототипа.*

Проблематика, связанная с созданием систем голосового управления, получила большую популярность благодаря коммерчески успешным системам от гигантов мировой индустрии программного обеспечения – Nuance Communications, Google, Apple. Однако до сегодня не существует эффективных общезначимых инструментов обработки устной речи.

Перспективным видится применение теории несилового взаимодействия (ТНВ) и разработанного в её рамках интроформационного метода. Потому что интроформационный метод имеет очень ценный эффект для построения искусственных интеллектуальных систем – позволяет произвести оценку совместной условной вероятности по частным. Использование этого эффекта позволило создать так называемые рефлекторные системы ИИ, которые хорошо зарекомендовали себя на практике [1-2].

В основе ТНВ информационная, вероятностная интерпретация движения – VIP-интерпретация движения (*V*-скорость движения, *I*-интроформацию, *P*-вероятность). Она базируется на двух основных постулатах:

1. Существует *единственная (абсолютная) скорость движения материи!* Скорость света в вакууме «*c*». И с этой скоростью движется вся материя. А все наблюдаемое, или не наблюдаемое но существующее, например в микромире, разнообразие относительных скоростей движения формируется внутренней организацией самих движущихся объектов.

2. Возможность смещения в каждом направлении задается собственной (для материального образования) вероятностью, которая в свою очередь формируется внутренней организацией (внутренним отношением к действительности) этого образования, его **интроформацией**. В результате каждое материальное образование будет дрейфовать в том направлении, вероятность которого выше.

Интерпретация известных физических законов, используя постулаты ТНВ, позволила получить новые меры *определенности* и *информированности* материального образования.

Используя VIP-интерпретацию движения, получен *интроформационный метод* оценки совместной условной вероятности по частным (в дальнейшем –

интроформационный метод), который представляет собой последовательное выполнение следующих вычислений [1-2]:

1. По известным вероятностям реакций (действий) системы рассчитывается ее определенность по отношению к этим реакциям (X).

2. По известным вероятностям рассчитывается информированность системы по отношению к этим реакциям.

3. Вычисление суммарного, по всем действиям (Y) на систему, приращения определенности действия системы. Используется интроформационное представление закона сохранения импульса и формула релятивистского сложения скоростей.

4. Вычисление приращения информированности системы.

5. Вычисление новой определенности реакции x . Тождественно вычислению новой относительной скорости движения объекта, после его столкновения со всеми объектами.

6. Вычисление новой информированности действия системы.

7. Вычисление соответствующей физическим законам вероятности реакции x .

Идея приведенного метода состоит в том, что он указывает на ожидаемую «реакцию» на воздействие, адекватность которой вытекает из известных и экспериментально подтвержденных физических законов. Все это может быть воплощено в **рефлекторных интеллектуальных системах** [3], способных накапливать информацию о среде функционирования и вырабатывать адекватную реакцию (рефлексы) на все происходящее в этой среде.

В подтверждение правильности ТНВ была построена рефлекторная система голосового управления (РСГУ) предназначена для решения задач свободно-языкового ввода управляющих команд и контента в техническое устройство. Такая система повышает эффективность взаимодействия с техническим устройством, предоставляя голосовой интерфейс.

Созданный авторами программный прототип РСГУ имеет модульную архитектуру и построен на принципах машинного обучения с учителем. Система состоит из двух основных модулей: автоматического фонетического стенографа и ядра РСГУ (рис. 1). Фонетический стенограф [4] – это сторонний модуль, который осуществляет аналого-фонемное преобразование произнесённой команды. Ядро РСГУ реализует интроформационный метод понимания содержания команды и выработки соответствующих рефлексов.

Входная информация системы – голосовая команда, представленная в виде звуковой волны. *Выходная информация* – управляющее воздействие на объект управления, то есть выполнение распознанной команды в соответствии с заданными голосом параметрами.

Схема работы РСГУ на примере управления телевизором: диктор в свободной форме озвучивает необходимые для него действия системы. Например, по отношению к голосовому управлению телевизором: «Найди-ка мне новости». Или «Отключись через 20 минут». Программная платформа управления голосом передает необходимую команду на техническое устройство, или озвучивает диктору информацию, затребованную в его команде. При обучении диктор сам выполняет соответствующее действие, и у системы вырабатывается рефлекс, на

подобное обращение. Если диктор говорит «по-разному», то вырабатывается устойчивый рефлекс именно на информативную часть голосовой команды.

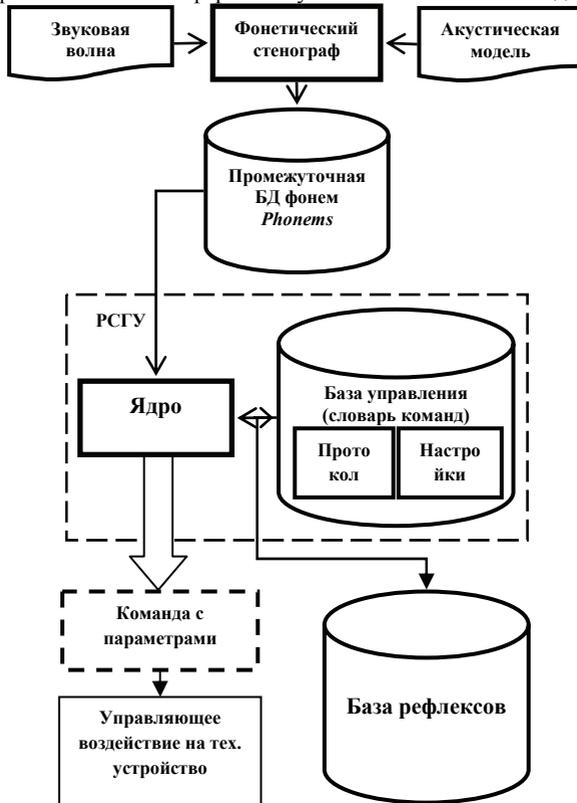


Рис. 1. Структура PCGU

Основная часть системы – база рефлексов. База рефлексов содержит статистику входных воздействий (комбинаций фонем) и реакций системы, разделённых на классы: диктор, команда, название канала, уровень числа, десятки, единицы (рис. 2).

Для проверки этих идей PCGU была воплощена в систему голосового управления телевизором (GUT) [5].

Для обучения системы GUT была использована выборка из 2000 по-разному построенных предложений, с разными словами и разным порядком их произнесения. Надежность разработанной системы оценивалась по контрольной выборке, включающей 600 команд: 200 простых команд, 200 предложений от 3 до 5 слов, содержащих команды и 200 длинных предложений (не менее 8 слов), также содержащих команды.

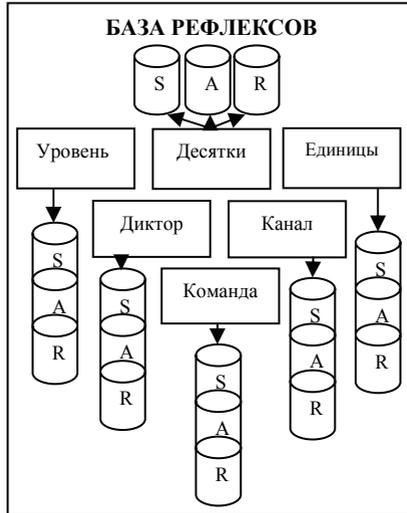


Рис. 2. Структура базы рефлексов

Результаты экспериментов:

1. Для простых команд – 98% правильно распознанных действий.
2. Для коротких предложений – 90%.
3. Для длинных предложений – 86%.

Выводы

Несмотря на то, что ТНВ гипотетическая, для нас важно, что основываясь на несиловой модели взаимодействия в природе можно создавать принципиально новые системы искусственного интеллекта для многих областей деятельности человека. В том числе и действующие системы голосового управления. Продемонстрированная в этой статье система голосового управления техническими устройствами является ярким примером возможностей практического применения теории несилового взаимодействия.

Список литературы

1. *Тесля Ю.Н.* Несиловое взаимодействие / Юрий Тесля // Монография. Киев: Кондор, 2005. -196 с.
2. *Тесля Ю.Н.* Введение в информатику природы / Юрий Тесля // Монография. Киев: Маклаут, 2010. -256 с.
3. *Тесля Ю.Н.* Динамические свойства интроформации / Ю.Н. Тесля // Управление развитием сложных систем. – 2012. – №. 9. – С. 44 – 49.
4. *В.В. Пилипенко, В.В. Робейко.* Автоматизированный стенограф украинской речи / В.В. Пилипенко, В.В. Робейко // Штучний інтелект. — 2008. — № 4. — С. 768-775. — Бібліогр.: 3 назв. — рос.
5. *Тесля Ю.Н.* Демонстрация системы GUT/ Ю.Н. Тесля – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.youtube.com/watch?v=m_pYXVndpbC

*Н.С. Бедный, ст.преп.
Е.М. Ключко, к.б.н.,доцент
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

РАЗРАБОТКА НЕКОТОРЫХ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Продемонстрировано преимущества использования AVR микроконтроллеров на примерах создания ряда устройств.

Микроконтроллеры семейства AVR относятся к новому семейству 8-разрядных RISC-микроконтроллеров фирмы Atmel. Эти микроконтроллеры позволяют решать множество задач встроенных систем [1]. Они отличаются от других распространенных в настоящее время микроконтроллеров большей скоростью работы, большей универсальностью. Быстродействие данных микроконтроллеров позволяет в ряде случаев применять их в устройствах, для реализации которых ранее можно было применять только 16-разрядные микроконтроллеры, что позволяет ощутимо удешевить готовую систему. Кроме того, микроконтроллеры AVR очень легко программируются.

По заявлению фирмы-производителя микроконтроллеров (www.atmel.com) микроконтроллеры семейства AVR можно перепрограммировать до 1000 раз [1], причем непосредственно в собранной схеме.

Все это делает AVR микроконтроллеры очень привлекательными для создания новых устройств, в современных условиях работы в этой области являются актуальными. Вышеперечисленные аргументы привлекают внимание к созданию устройств с использованием микроконтроллеров семейства AVR не только профессионалов-инженеров, но и студентов технических университетов. Соответствующие учебные курсы пользуются у студентов большой популярностью.

Цель работы. Создать ряд конкретных устройств и на их примерах продемонстрировать преимущества использования AVR микроконтроллеров.

Достоинства микроконтроллеров AVR

Рассмотрим некоторые характеристики AVR микроконтроллеров, которые являются их преимуществами и обуславливают возможности их использования. Микроконтроллеры AVR, разработанные фирмой Atmel, обладают следующими основными характеристиками [1].

1. Очень быстрая гарвардская RISC-архитектура загрузки и выполнения большинства инструкций в течение одного цикла тактового генератора. При этом достигается скорость работы примерно 1 MIPS на МГц. Частота тактового генератора многих типов микроконтроллеров AVR может достигать 10... 16 МГц (10... 16 MIPS!) (MIPS — Millions Instructions per Second — миллионов операций в секунду). Отсутствует внутреннее деление частоты, как, например, в микроконтроллерах PIC. Таким образом, если использован кварцевый резонатор с частотой 16 МГц, микроконтроллер будет работать с быстродействием почти 16 MIPS.

2. Программы содержатся в электрически перепрограммируемой постоянной памяти программ FLASH ROM. Эта память может быть перепрограммирована до 1000 раз. Это облегчает настройку и отладку систем. Кроме того, возможность внутрисхемного программирования позволяет не вынимать микроконтроллер из целевой схемы в процессе программирования, что значительно ускоряет процесс разработки систем на основе этих микроконтроллеров.

3. Система команд микроконтроллеров AVR изначально проектировалась с учетом особенностей языка программирования высокого уровня C, что в результате позволяет получать после компиляции программ на C гораздо более эффективный код, чем для других микроконтроллеров. А это уже выигрыш и в размере полученного кода (в объеме памяти на кристалле), и в скорости работы микроконтроллера.

4. Микроконтроллеры AVR имеют 32 регистра, все из которых напрямую работают с АЛУ. Это значительно уменьшает размер программ. В других микроконтроллерах, как правило, для осуществления, например, сложения один из операндов обязательно должен находиться в специальном регистре — аккумуляторе. Таким образом, необходимо сначала его туда занести, затем после выполнения операции результат из аккумулятора нужно переписать в регистр для хранения результата. Итого получается уже три команды. В микроконтроллерах AVR то же самое займет всего одну команду.

5. Очень небольшое потребление энергии и наличие нескольких режимов работы с пониженным потреблением энергии делает эти микроконтроллеры идеальными для применения в конструкциях, питающихся от батареек.

6. Наличие дешевых и простых в использовании программных средств. Многие полноценные программы доступны в свободно распространяемом варианте, как, например, отладчик AVR Studio, ассемблер Wavasm, множество версий программаторов и даже компилятор языка C — avr gcc. Некоторые из этих программ имеются на компакт-диске, прилагаемом к книге.

7. Узлы PWM (широтно-импульсная модуляция), таймеры/счетчики, аналоговый компаратор и последовательный порт UART встроены в микроконтроллеры и могут управляться с помощью прерываний, что значительно упрощает работу с ними.

8. Имеются относительные команды переходов и ветвлений, что позволяет получать перемещаемый код.

9. Отсутствует необходимость переключать страницы памяти (в отличие, например, от микроконтроллеров PIC).

10. Все микроконтроллеры AVR имеют электрически перепрограммируемую постоянную память данных EEPROM, которая может быть перепрограммирована более 100 000 раз [1].

Три подсемейства микроконтроллеров AVR.

Рассмотрим три подсемейства микроконтроллеров AVR, которые имеются в настоящее время [1].

1. tiny AVR — недорогие миниатюрные микроконтроллеры в 8-

выводном исполнении;

2. Classic AVR — основная линия микроконтроллеров с производительностью отдельных модификаций до 16 MIPS, FLASH-памятью программ 2...8 Кб, памятью данных EEPROM 64...512 байт, оперативной памятью данных SRAM 128...512 байт;

3. mega AVR с производительностью 4... 16 MIPS для сложных приложений, требующих большого объема памяти, FLASH-памятью программ до 128 Кб, памятью данных EEPROM 64...512 байт, оперативной памятью данных SRAM 2...4 Кб, встроенным 10-разрядным 8-канальным АЦП, аппаратным умножителем 8x8.

Интересной особенностью семейства микроконтроллеров AVR является то, что система команд всего семейства совместима при переносе программы со слабого на более мощный микроконтроллер [1].

Устройства, созданные на базе AVR микроконтроллеров.

Ниже нами описаны ряд устройств, созданных на базе AVR микроконтроллеров во время учебного процесса на кафедре электроники ИАСУ НАУ студентами под руководством старшего преподавателя Бедного Н.С. При их создании принимались во внимание все вышеизложенные аргументы о преимуществах использования AVR микроконтроллеров.

1. **“Лабораторный комплекс для исследования микроконтроллеров и ПЛИС”**. Эта работа студента Постолюковского В. была внедрена в практику для использования в учебном процессе кафедры электроники путем использования комплекса в составе плат P-LAB BOARD, ATMEL, ALTERA и инструкции пользователя (4 комплекта) в лабораторных работах по дисциплине “Программируемые встроенные электронные системы”.

Приводим список лабораторных работ, которые стало возможным осуществить на кафедре электроники ИАСУ НАУ при помощи этого лабораторного комплекса.

1. Исследование работы микроконтроллера ATMEGA128 в программной среде AVR Studio. Программы для управления светодиодами написаны на языке C++.

2. Исследование работы с алфавитно-цифровым жидкокристаллическим дисплеем с использованием микроконтроллера ATMEGA128 в программной среде BASCOM AVR на языке BASIC.

3. Исследование делителя частоты на основе ПЛИС EPM240 в среде QUARTUS II на языке Verilog.

4. Исследование управления матричным индикатором с помощью ПЛИС EPM240 в среде QUARTUS II на языке VHDL.

5. Сравнительный анализ проектирования устройств на микроконтроллере ATMEGA128 и ПЛИС EPM240

2. **«USB-осциллограф»**. Создан студентом Титаренко А. Возможности USB-осциллографа минимальны, но для многих радиолюбительских задач являются вполне подходящими. Кроме того, схема данного USB-осциллографа может использоваться, как основа для построения более серьезных схем. В основе схемы стоит микроконтроллер Atmel Tiny45. Осциллограф имеет два аналоговых входа и питается от USB-интерфейса. Один вход задействован

через потенциометр, что позволяет уменьшать уровень входного сигнала. ПО для микроконтроллера Tiny45 написано на Си и скомпилировано при помощи Winavr и V-USB, который реализует со стороны микроконтроллера HID-устройства. В схеме не используется внешний кварц, а программно задается частота от USB 16.5 МГц.

Оциллограф работает по USB через HID-режим, не требующий установки каких-либо специальных драйверов. ПО для windows написано с использованием .NET C#.

3. «Информационная электронная система для автоматических винтовок». Создал студент Рыбка Р. Основное предназначение данной системы - информирование бойца о количестве амуниции с передачей ее командиру взвода для последующей оценки тактической ситуации. Изобретение относится к области вооружения и может быть использовано в многозарядном автоматическом стрелковом оружии, а также оружии других типов - таких как помповое, пружинное и пневматическое. Дополнительные функции системы: управление подсветкой коллиматорного прицела/лазерного целеуказателя, добавление автомату функции стрельбы очередью. Целью создания изобретения является сокращение возможных потерь личного состава вооруженных сил.

Возможности:

- Установка на любое стрелковое оружие
- Индикатор кол-ва патронов
- Беспроводная передача информации командиру взвода
- Burst mode (стрельба очередью).
- Автоматическое регулирование подсветки прицельных приспособлений

Характеристики:

- Частота детектирования выстрела- 1-16 кГц
- Питание- +5в
- Потребление- 300 мА
- Невысокая стоимость изделия.

Выводы

В публикации приведено описание ряда работ, выполненных в Национальном Авиационном университете – НАУ (Киев, Украина). Общей чертой их является использование AVR микроконтроллеров при изготовлении. Приведены их характеристики, описание, а также рассмотрены преимущества, являющиеся результатом использования AVR микроконтроллеров.

Список литературы

1. Голубцов М.С., Кириченко А.В., Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005, 304с.

*Н.С. Бедный, ст.преп.
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Рассмотрена и обоснована необходимость изучения студентами систем на основе AVR микроконтроллеров в учебном процессе высшего учебного заведения.

В течении ряда последних лет автор данной публикации преподает студентам Национального Авиационного университета (Киев, Украина) дисциплины, в которых обучает будущих студентов созданию устройств с использованием микроконтроллеров семейства AVR. Эти курсы неизменно вызывает интерес у слушателей, студенты с удовольствием изучают материал, а затем сами охотно создают посильные для них устройства на базе таких микроконтроллеров. В данной публикации автор постарался проанализировать причины такой популярности у слушателей данных курсов с тем, чтобы в будущем наладить академический процесс еще более успешно.

Предполагается, что в основе популярности данных курсов лежит сам факт существования и использования в промышленности микроконтроллеров семейства AVR как таковых; особенности их характеристик и свойств. Известно, что микроконтроллеры семейства AVR относятся к новому семейству 8-разрядных RISC-микроконтроллеров фирмы Atmel. Эти микроконтроллеры позволяют решать многочисленные задачи встраиваемых систем [1]. В настоящее время многие производители полупроводниковых компонентов, такие как Intel, Microchip, Hitachi, NEC, Atmel, Texas Instruments и др., выпускают микроконтроллеры различной сложности. Относительно простые микроконтроллеры находят применение в бытовой технике. Наиболее сложные высокопроизводительные микроконтроллеры используются в коммуникационном оборудовании, для управления самолетами и военной техникой, в других отраслях промышленности, медицине.

Цель работы. Обосновать необходимость изучения студентами систем с использованием AVR микроконтроллеров на основе данных мировой практики, а также собственного преподавательского опыта.

Особенности встраиваемых систем

При изучении встраиваемых систем рассматриваются такие их особенности, как работа в реальном времени, миниатюризация размеров, минимизация энергии потребления, многозадачность, минимизация стоимости, программно-аппаратный дуализм и др. [2].

Микроконтроллеры AVR фирмы Atmel отличаются от других распространенных в настоящее время микроконтроллеров большей скоростью работы, большей универсальностью. Быстродействие данных

микроконтроллеров позволяет в ряде случаев применять их в устройствах, для реализации которых ранее можно было применять только 16-разрядные микроконтроллеры, что позволяет существенно снизить цену готовых систем. Важной особенностью AVR микроконтроллеров является их свойство легко программироваться.

Кроме этого, важной особенностью микроконтроллеров семейства AVR является то, что по заявлению фирмы-производителя микроконтроллеров (www.atmel.com) их можно перепрограммировать до 1000 раз [1], причем непосредственно в собранной схеме.

Среди микроконтроллеров AVR имеется огромное количество моделей, начиная с небольших устройств в 8-выводных корпусах (семейство Tiny) и заканчивая микросхемами в 64-выводных корпусах (семейство Mega). Однако замечательным свойством является то, что можно спокойно писать программу для одной модели, а затем, внося лишь незначительные изменения, переделать эту программу под другую модель, которая, может быть, больше подходит для решаемой задачи. Более того, изучая один из микроконтроллеров AVR, сразу же обучаетесь работать со всеми моделями. Разумеется, каждый из микроконтроллеров имеет свои особенности, однако в основе всех моделей лежит общее ядро [3].

Такие свойства AVR микроконтроллеров привлекают к ним внимание инженеров – как профессионалов, так и начинающих студентов технических специальностей университетов; они также вызывают интерес к созданию устройств с использованием микроконтроллеров этого семейства. Вышеперечисленные аргументы могут выступать базовыми, обосновывающими актуальность как работ в этой области, так и необходимость изучения их студентами соответствующих курсов на технических факультетах университетов в современных условиях. Кроме того, в докладе будет рассмотрена и обоснована последовательность операций, которая рекомендована к применению студентам при разработке конструкций на AVR микроконтроллерах.

Преимущества и достоинства микроконтроллеров AVR

Как показывает опыт, начиная преподавать студентам начальные сведения по микроконтроллерам семейства AVR, рекомендуется начать с изучения их характеристик и свойств. Детальному их рассмотрению посвящен спаренный с данным доклад, материалы которого публикуются в этом же сборнике (см. Бедный Н.С., Ключко Е.М. «Разработка некоторых встраиваемых систем на основе AVR микроконтроллеров»). После тщательного изучения основ теории, студенты переходят к практической разработке конструкций на AVR микроконтроллерах.

Разработка конструкций на AVR микроконтроллерах

Полученные на первых лекциях знания у студентов создают первоначальное представление об AVR микроконтроллерах и о том, что можно сделать с их помощью. Далее на занятиях мы предлагаем обсудить вопросы создания конструкций на микроконтроллерах. Один из вариантов

последовательности действий при разработке конструкций на микроконтроллерах приведен ниже [1].

1. Во-первых, очень важно точно определить технические требования к конструкции, причем делать это следует письменно — обычно в процессе записи выявляются много нюансов, не сразу заметных при обдумывании конструкций.

2. Составить подробное описание конструкции так называемого верхнего уровня — на этом этапе еще неизвестно ни типа микроконтроллера, ни типа использованных микросхем и схемных решений, поэтому структурная схема представляет собой набор прямоугольников, подписанных наименованием узла, например АЦП. Составляется обобщенная блок-схема, описывающая работу программы. Если нужно — временные диаграммы.

3. Определиться с выбором аппаратных узлов (микросхем и т. д.) для схемы.

4. Выбрать тип микроконтроллера.

5. Убедиться в том, что микроконтроллер подходит для реализации схемы. Следует учитывать быстродействие микроконтроллера, наличие нужной периферии, число линий ввода/вывода, потребляемую мощность и другие, существенные для конкретной конструкции параметры. Не следует «бить из пушки по воробьям» — использовать более мощный микроконтроллер для простейшей задачи, с которой может справиться и более простой (и более дешевый). С другой стороны, не следует увлекаться слабыми микроконтроллерами, усложняя схему, добавляя схему увеличения числа выводов, так как достаточно часто (но не всегда) экономия, полученная за счет применения более дешевого микроконтроллера, полностью теряется из-за увеличившейся стоимости печатной платы (ведь ее размеры увеличились), стоимости дополнительных элементов и т. д.

6. Далее следует определиться, какие инструменты (программы) будут использоваться для разработки программы для микроконтроллера. Это может быть транслятор языка ассемблер или компилятор языка высокого уровня, чаще всего С.

7. После того как стали известны используемые узлы микроконтроллера и внешние схемы, подключаемые к нему, можно приступать к написанию и отладке программы. Целесообразно разделить конструкцию на функциональные узлы и отлаживать их следующим образом: изготовить часть схемы, реализующей собой один из узлов, написать фрагмент программы, управляющей этим узлом, и отладить его. После этого аналогично работать со следующим узлом, и так до тех пор, пока все части схемы не будут отлажены отдельно друг от друга. При этом можно пользоваться уже отлаженными узлами для облегчения проверки правильности работы следующих, только отлаживаемых узлов. Например, для простого калькулятора можно выделить следующие узлы: индикатор, клавиатура. Отлаживая индикатор, можно написать программу, выводящую на индикатор какое-либо число. Затем, отлаживая клавиатуру, можно использовать индикатор для вывода, например, номера нажатой клавиши. И только убедившись, что оба узла работают верно, следует переходить к реализации программы собственно калькулятора.

8. Теперь следует объединить все части схемы воедино и отладить их работу совместно. Если в процессе объединения обнаружится, что какой-либо из узлов реализован не совсем удачно, следует вернуться в предыдущий пункт.

9. Очень важно в процессе составления схемы конструкции и написания программы для нее как можно более подробно документировать все изменения в схеме или программе. Это очень важно не только для записи проделанной работы (а в хорошо документированной схеме и программе можно быстро разобраться при необходимости ее повторного использования), но и для облегчения дальнейшего усовершенствования или обслуживания собранной системы.

Заключительный этап относится к случаям, когда спроектированная конструкция будет производиться, — подготовка чертежей принципиальной электрической схемы, печатной платы, спецификаций в соответствии со стандартами, принятыми в месте, где будет осуществляться производство конструкции.

Выводы

В докладе и соответствующей публикации приведен анализ положительного опыта преподавания материала об использовании AVR микроконтроллеров, о разработке конструкций на AVR микроконтроллерах в рамках курсов, которые преподаются в Национальном Авиационном университете – НАУ (Киев, Украина). Автором дается ряд рекомендаций успешного преподавания такого материала. Рассмотрена и обоснована необходимость изучения студентами систем на основе AVR микроконтроллеров в учебном процессе высшего учебного заведения на примере НАУ.

Список литературы

1. Голубцов М.С., Кириченко А.В., Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005, 304с.
2. Барретт С. Ф., Пак Д. Дж., Встраиваемые системы. Проектирование приложений на микроконтроллерах семейства 68HC12 / HCS12 с применением языка С. — М.: Издательский дом «ДМК_пресс», 2007. — 640.
3. Мортон Дж., Микроконтроллеры AVR. Вводный курс. Пер. С англ. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. – 272с.

*О.М. Ключко, к.б.н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ БІОНІКИ ПРИ СТВОРЕННІ ГІБРИДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Проаналізовано можливість застосування закономірностей та даних, отриманих в ході деяких біофізичних експериментів з дослідження нейронів мозку для створення гібридних технічних систем.

Проблематика створення гібридних технічних систем, тобто технічних систем, які поєднують як технічні елементи, так і елементи біологічного походження, привертає увагу інженерів та дослідників-науковців протягом останніх десятиріч. На різних етапах розвитку науки і техніки існували різні підходи до вирішення таких проблем. В останні роки особливої актуальності набувають роботи, що ґрунтуються на результатах досліджень з біофізики та біохімії молекулярних структур та процесів, оскільки такі результати можуть бути застосовані для створення молекулярних пристроїв та систем, даючи розвиток нанотехнологіям, або гібридних технічних систем, у яких технічна та біологічна компоненти з успіхом поєднані на молекулярному рівні. Практичними результатами таких робіт може бути успішне вирішення проблем живлення технічних елементів у тіло пацієнта замість ушкоджених органів, перехід до створення роботів з біонічними елементами, розробка наноелементів пам'яті для комп'ютерів майбутнього, інші.

Актуальність робіт по створенню гібридних технічних систем з елементами біологічного (Б) походження на основі досліджень з біофізики та біохімії молекулярних природних структур обумовлена тим, що деякі технології, застосовані у технічних системах, інформаційних системах (ІС) досягли насичення. Застосування результатів досліджень нанобіоніки, як вважають, допомагає розв'язати проблеми, що виникли, замінивши традиційні матеріали в елементах цих систем на молекули та молекулярні комплекси Б походження. При розробці нових зразків технічних систем згідно підходам біоніки можливе внесення у технічні системи (в тому числі технічні інформаційні системи - тІС) елементів Б молекулярної природи (натуральних інформаційних систем - нІС) з утворенням гібридних систем. Інкорпорованими в гібридні системи можуть бути функціонально важливі молекулярні комплекси, фрагменти штучних аналогів Б систем тощо, які можуть виконувати потрібні функції. Дослідженими нами елементами, які могли б у майбутньому вбудовані в технічні системи, є Б нейрони мозку та їх складові елементи, наприклад, молекулярні канало-рецепторні комплекси (КРК) з фрагментів поверхневих мембран нейронів (МН) за умови керованого їх застосування. Таку можливість створюють результати багаторічних досліджень трансмембранних електричних хемокерованих струмів (ТЕХ-струмів) через такі молекулярні структури. Крім того, Б нейрони є найдосконалішими логічними елементами, з усіх відомих на тепер систем

найкраще реалізують пам'ять (досліджували нейрони гіпокампа – «структури пам'яті»), а молекулярні компоненти МН безпосередньо приймають участь як у цих процесах, так і у процесах прийому-передачі інформації у вигляді електричних сигналів.

Мета. Метою роботи є біофізичне дослідження біооб'єктів (нейронів) та аналіз отриманих результатів із тим, щоб використати ці експериментальні дані для створення новітніх гібридних технічних систем.

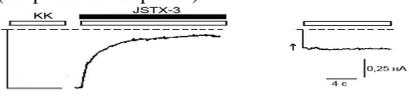
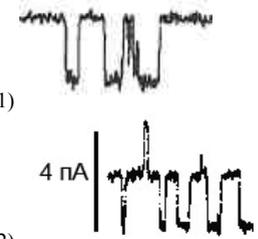
Основна частина. Деякі перспективи застосування досліджень ТЕХ-струмів на нейронах ГМС Результати досліджень виникнення електричних імпульсів на нейронах головного мозку ссавців (ГМС) у відповідь на електричний подразнюючий імпульс (електроактивовані струми), або у відповідь на хімічний подразнюючий вплив (хемоактивовані струми), на нашу думку, можуть бути застосовані при вирішенні деяких задач при створенні окремих вузлів комп'ютерів або інших технічних пристроїв майбутнього. В наших експериментах з використанням методики фіксації потенціалу на мембрані нейрону, що описана у [1-3], ми реєстрували трансмембранні електричні хемокеровані (ТЕХ) струми у відповідь на дію агоністів глутамата (Глу) та кайната (КК). Такі ТЕХ-струми могли бути заблокованими або модифікованими внаслідок дії на них блокаторами, що первинно були отриманими з біоорганізмів - аранеїд [3]. У зведеній таблиці 1 є дані щодо деяких ефектів, зареєстрованих під час електрофізіологічних експериментів, описаних раніше у ряді керівництв та статей [1-3].

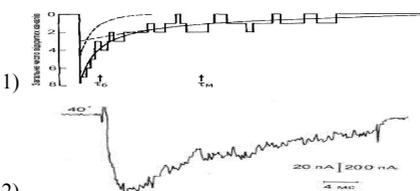
Аналіз даних експериментів з реєстрації ТЕХ-струмів та дії на них блокаторами. В табл. 1 наведені дані експериментів автора та дані з [1-3]. Дані, отримані нами при дослідженні електричних властивостей мембран нейронів, дозволяють створити модель пристрою з біологічних молекул для генерації електричних імпульсів різноманітної, наперед заданої форми та наперед заданими електричними характеристиками.

Таблиця 1.

Деякі перспективи застосування досліджень ТЕХ-струмів на нейронах

№ з/п	Об'єкт	Зареєстрований ефект	Фізичні механізми, що лежать в основі ефекту
1	Мембрани нейронів	На мембранах нейронів виникають імпульси струмів $I_{\text{мем}}$. Форму імпульсів можна задавати експериментально хемоактивацією різними агентами. Імпульси можна задавати одиночними, (довільно та цілеспрямовано): 1.а. кайнатактивований струм $I_{\text{КК}}$ – прямокутний стрибок 	Активация- деактивация трансмембранных каналов хемоактивированных различными агонистами, модификация трансмембранных струмів $I_{\text{мем}}$ антагонистами. Дії хімічними агентами (агоністами- антагоністами) змінюють структуру молекули хеморецепторного комплексу (КРК).

		<p>1.б. глутаматактивований струм $I_{Глу}$ – <i>пилкоподібний трикутний імпульс</i></p>  <p>Імпульси можна задавати періодичними, (довільно та цілеспрямовано):</p> <p>1.в. кайнатактивований струм $I_{КА}$, його інактивація токсином (Тх) аранеїд – прямокутний ступінчатий імпульс $I_{КК}^+$ (Тх)</p>  <p>1.г. гліцинактивований струм $I_{Глі}$</p>  <p>1.д. струми через одиночні канали (<i>випадкові події</i>)</p> 	
2	Струми $I_{КК}$ та $I_{Глу}$: дія на них токсинам и аранеїд	<p>Дія токсинами аранеїд (Тх) на $I_{КК}$ та $I_{Глу}$: «Виключення» (по необхідності) трансмембранних струмів $I_{Мем}$, створення імпульсів заданих форм (зворотне/незворотне)</p> 	Модифікація структури молекули КРК під час експериментів
3	Струми через одиночні канали	<p>Отримання мініатюрних імпульсів прямокутної форми (пА) при patch-clamp ресстрації.</p>  <p>1) 2)</p>	Одиничний акт роботи молекули КРК
4	Струми	Статистична сума струмів одиночних каналів	Сумарний трансмембран-

через одиначні канали	<p>(1) дає сумарний імпульс струму $I_{\text{мем}}$, нА (2), що ресерується експериментально</p>  <p>1)</p> <p>2)</p>	ний струм $I_{\text{мем}}$, утворений сумою елементарних струмів через одиначні канали
-----------------------------	---	---

При аналізі цих даних видно, що проведені дослідження демонструють можливість створення умов для керованої роботи деяких біологічних макромолекул (глутаматного канало-рецепторного комплексу (гКРК), токсинів, інших молекул) [3]. В колонці зліва наведено назву біологічного об'єкту, на якому зареєстровано певне явище. Так, ряд явищ зареєстровано на мембрані нейрона, в нашому випадку – нейрона гіпокампа (наприклад, поле 1 табл. 1). В центральній колонці перелічені ефекти, які були зареєстровані на відповідному об'єкті (наприклад, поле 1 табл. 1 – 1.а, 1.б, 1.в, 1.г, 1.д). Оскільки ефекти – 1.а, 1.б, 1.в, 1.г, 1.д – ми створювали цілеспрямовано в експериментальних умовах і вони були повторюваними, то в майбутньому їх також можна буде повторювати у відповідних штучно створених елементах нанопристроїв, створених за принципами біоніки. Так, можна генерувати імпульси трикутної форми при аплікації агоністів глутамата ($I_{\text{Глу}}$), гліцина ($I_{\text{Гли}}$) або ГАМК ($I_{\text{ГАМК}}$). Відповідно, штучні елементи зможуть генерувати імпульси прямокутної форми, якщо штучні гКРК активувати кайнатом (КК, $I_{\text{КК}}$). Для того, щоб імпульс прямокутної форми мав задану тривалість, в потрібний момент необхідно або припинити дію КК (відмити агоніст), або подіяти специфічним блокатором-токсиком (поля 1.в та 2, табл. 1), наприклад, токсиком аранеїд. В колонці справа наведені фізичні механізми, що лежать в основі відповідного ефекту. Відповідно, можна утворювати не тільки *одиначні імпульси*, але і *періодичні сигнали* (меандр, пилкоподібна серія імпульсів тощо) (поле 1 табл. 1 – 1.в, 1.г), та відкривання одиначних каналів (поле 1 – 1.е та поле 2 таблиці 1).

Висновки

1. Існує ряд елементів біологічного походження, які на сьогодні представляють інтерес з точки зору техніки, а саме створення гібридних технічних систем.
2. Досліджені нами об'єкти (нейрони гіпокампа) давно досліджуються з використанням відповідно розроблених технічних пристроїв, установок, в яких електричні процеси на біооб'єктах добре взяті під контроль. Можна говорити про створення біотехнічних комплексів для проведення експериментів.
3. Такі біотехнічні комплекси можна розглядати як уже створені біонічні гібридні пристрої, які можуть виконувати нові функції, задані поєднанням біологічних та технічних елементів.

4. В таких біотехнічних комплексах електричні сигнали від біоелемента можуть виконувати свою власну роль, як вхідні сигнали, що подаються на наступний за ними технічний елемент. Так біологічні та технічні елементи поєднуються воедино, завдяки їх електрофізичній природі. При цьому біооб'єкти виступають, як самостійні елементи біотехнічної системи, а не тільки як об'єкти експериментальних досліджень [1-3].

Список літератури

1. Костюк П. Г., Крышталь О. А. Механизмы электрической возбудимости нервной клетки. – М. : Наука, 1981. – 204 с.
2. Сигворс Ф., Сакман Б., Неер Э. и др. Регистрация одиночных каналов. – М. : Мир, 1987. – 448 с.
3. Akaike N., Kawai N., Kiskin N. et. al. Spider toxin blocks excitatory amino – acid responses in isolated hippocampal pyramidal neurons. – *Neurosci. Lett.*, v. 79, 1987, p. 326–330.

*О.М. Ключко, к.б.н., доц., П.В. Білошицький, д.м.н., проф.,
З.Ф. Ключко, д.б.н., проф.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЇ НА ОРГАНІЗМИ ВИСОТНИХ ФАКТОРІВ, ЇХ ДЕСТРУКТИВНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ СКЛАДОВИХ

*Наведені результати досліджень дії на організми висотних факторів,
також проаналізовано як деструктивні, так і конструктивні складові
такого впливу.*

Проблематика досліджень факторів висоти охоплює широкий спектр дії різних факторів висоти на біоорганізми. Висотні фактори характеризуються не тільки низьким барометричним тиском та пов'язаною із ним гіпоксбарією. При підйомі на висоту змінюються такі показники, як температура, вологість повітря, його фізичні та хімічні характеристики, швидкість повітря, напруженість електричного та магнітного полів Землі, інтенсивність потоку космічних часток, сонячне випромінювання (в діапазоні від інфрачервоного до ультрафіолетового), радіаційне опромінювання (в діапазоні від рентгенівського до гама-опромінювання). Перераховані фактори є причиною змін в оточуючому середовищі, змінюють властивості молекул води, викликають диссоціацію та іонізацію молекул кисню, підвищують рівень їх збудження. Внаслідок цього можливо, що транспорт такого “особливого” кисню та його утилізація в тканинах відбувається шляхами, що відрізняються від процесів з участю кисню за нормальних умов. Внаслідок цього можливі зміни в процесах дифузії кисню, його розчинність у воді, зв'язків з гемоглобіном, проникності крізь шкіру тощо. Не можна виключити прямий вплив змінених електричних та магнітних полів Землі на саму молекулу гемоглобіна, на систему транспортування еритроцитів (електродинамічно активні заряджені часточки) внаслідок змін реологічних властивостей крові тощо. Внаслідок цього дослідження проблематики дії факторів висоти на біоорганізми повинно виконуватися широкомасштабно, із залученням різних методів, так, як це виконували автори даної публікації під час робіт на висоті 2500 метрів над р.м. на Ельбруській медико-біологічній станції (Приельбрусья, Кавказ, Росія), під керівництвом тогочасного директора станції, доктора медичних наук, професора Білошицького П.В. У даній публікації наводяться деякі результати виконаних досліджень.

Актуальність досліджень дії факторів висоти на біоорганізми обумовлена тим, що людина під час своєї життєдіяльності часто опиняється в умовах високогір'я, у авіаційних та космічних літальних апаратах, при цьому дія факторів висоти на біоорганізми досліджена ще недостатньо.

Метою роботи є подальше дослідження дії факторів висоти на організм людини та інші біоорганізми.

Дослідження явищ декомпресії на організм людини та вищих ссавців. Декомпресія (Д) (слово походить від латинського compressio — стискання) — це зниження загального тиску навколишнього простору

незалежно від того, в якому абсолютному діапазоні воно відбувається. Явище Д супроводжує біоорганізми при переході їх у середовища із відчутною зміною зовнішнього тиску. Д - це симптомокомплекс функціональних порушень, що виникає внаслідок нехтування правилами виходу із кесона, при розгерметизації кабіни літака, космічного корабля, водолазного костюма, пов'язаних з різким зниженням тиску повітря чи ін. газового середовища, що містить індиферентний газ. Їх ще називають декомпресійними розладами (ДР). Одним із найсерйозніших фізіологічних наслідків Д є утворення всередині організму вільних газових бульбашок із того чи іншого індиферентного газу, розчиненого в крові і тканинах, коли виникає стан перенасичення цим газом. Під час дихання стисненим повітрям азот розчиняється в крові і тканинах пропорційно до його парціал. тиску і відповідно до коефіцієнта розчинності; при швидкій Д надлишок азоту із тканин звільняється, але не встигає виділитись із крові через легені назовні, в результаті чого й утворюються бульбашки, які складаються з азоту (до 80%), кисню (до 18%), вуглекислого газу (до 10%), а також водяних парів. При перебуванні в штучному газовому середовищі до складу бульбашок можуть входити гелій, водень та інші гази.

Проблема Д стала актуальною у 1840-х рр., коли за пропозицією французького інженера М. Триже для роботи людей під водою почали використовувати кесони — герметичні споруди без дна, опущені на підводний ґрунт, вода з яких виштовхується силою стисненого повітря (людина працює за умов підвищеного тиску, відповідного глибини занурення кесона). Повернення до звичайних умов супроводжується впливом на організм Д., що виявляється симптомокомплексом специфічних функціональних розладів аж до смертельних порушень кровообігу та дихання. Справжню причину ДР встановили у 1880-х рр. П. Бер, а згодом — Дж. Холден, що дало змогу розробити способи профілактики. Було встановлено, що при поверненні людини до умов нормального атмосферного тиску швидкість виведення надмірної кількості розчинених газів через кров та легені не повинна перевищувати можливості легень звільнятися від них, та розроблені методи лікування - рекомпресії.

Серед ДР виділяють професійну кесонну хворобу у водолазів та тих, хто працює в кесонах. Її симптоми: свербіж, кашель, біль у суглобах та м'язах, розлади мовлення, розлади серцево-судинної системи, запаморочення, судоми, паралічі; можливі емболія судин серця із летальним закінченням, розлади дихання (подібні до астматичних). Симптоми та форми розладів залежать від розміру, кількості та локалізації бульбашок і проявляються як під час самої Д., так і після неї. У водолазів розрізняють легку, середню, важку, смертельну, а також хронічну форми хвороби. На глибині понад 90 м можлива інтоксикація азотом, оскільки при підвищеному тиску зростає його кількість в організмі, особливо в органах, де багато ліпідів; найбільше уражається нервова система (ліпіди містяться переважно в нервових тканинах). Наростання ознак інтоксикації нагадує наркоз (спочатку ейфорія, сміх, галюцинації, недооцінка небезпеки, а далі — депресія аж до втрати свідомості).

Вивчення проблеми Д. активізувалось у зв'язку з розвитком авіації та космонавтики. У льотчиків при підйомі на велику висоту в негерметичній кабіні можуть виникати симптоми, пов'язані з Д., — розширення повітря в кшкшовику (висотний метеоризм), біль у вухах і лобних пазухах, кровотеча з носа внаслідок розриву дрібних судин. При швидкому перепаді атмосфер. тиску розвивається синдром вибухової Д.: травма легень, серця і великих судин внаслідок різкого підвищення внутрішньолегового тиску. Розрив альвеол і судин легень призводить до проникнення газових бульбашок у кровоносну систему (газова емболія). Д. небезпечна для екіпажів космічних кораблів, де її можуть спричинити вичерпування запасів повітря, розгерметизація кабіни внаслідок дефектів конструкції, зіткнення літальних апаратів з метеоритними тілами тощо. При цьому вона може виникати повільно і вибухоподібно, майже миттєво. Пошкодження в організмі, спричинені Д., поділяють на механічні, фізичні (повітряна емболія, закипання рідин тощо), хімічні (пов'язані з гіпоксією). Встановлено, що у випадку розгерметизації кабіни на великій висоті одночасно можуть мати місце синдром вибухової Д., розвиток гострої гіпоксії та кесоноподібних розладів, закипання рідких середовищ організму (при цьому терміч. фактор кипіння відсутній). На висоті 17,2 км тиск становить 47 мм рт. ст., таким же він є у водяних парів при температурі 37° С. При таких тиску і температурі рідина повинна закипати. Проте кров закипить лише в випадку, коли тиск у кров'яному руслі буде дорівнювати нулю. Оскільки таким він буває у людини в місці впадіння вен в серце, саме тут повинне початися інтенсивне випаровування, яке може призвести до гострої недостатності правого серця. Якщо ж тиск у венах буде рівним 17 мм рт.ст., то знадобиться зниження барометричного тиску до 30 мм рт.ст. для того, щоб кров закипіла. Як правило, вибухова Д. проявляється в органах, де багато газу, тому найчастіше від її дії страждають легені (розриви, крововиливи), ін. тканини (підшкірна висотна емфізема); коли перепад тиску перевищує 100 мм рт. ст., відбувається проникнення бульбашок газу в капіляри з розвитком аероемболії. Думку про те, що на висоті 15,8 км, де барометр. тиск становить 87 мм рт. ст., дихання стає неможливим, бо в легенях залишаються лише водяні пари (47 мм рт. ст.) та вуглекислота (40 мм рт. ст.), спростовано. Експериментально встановлено, що в результаті гіпервентиляції та охолодження поверхні альвеол напруга водяного пару та вуглекислоти зменшується, і це дає можливість при диханні чистим киснем збільшити час до зупинки дихання на висоті 15 км до 10—15 хв., проте на висоті 17 км дихання навіть чистим киснем уже не допомагає. Серед способів захисту організму в екстремальних умовах розрідженої атмосфери — механічний (підтримання барометричного тиску та парціальної напруги кисню), фізичний (гіпотермія), фармакологічні.

Такого сорту впливи називають деструктивними. Проте вплив цих факторів може виконувати і конструктивну функцію, тобто мати позитивні для організму наслідки. Людина має навчитися використовувати конструктивний вплив факторів висоти на вищі біоорганізми. До таких конструктивних впливів можна віднести локальну Д. (зниження зовнішнього

тиску навколо певної частини тіла, яку поміщають у барокамеру місцевого впливу). Локальну Д застосовують для лікування захворювань (зокрема периферійних судин, опорно-рухового апарату тощо) та підвищення функціональних можливостей спортсменів. Лікувальні та тренувальні ефекти можливі у результаті покращення кровообігу та виходу через розтягнуті пори капілярів деяких біологічно активних речовин, які не здатні проникнути із крові в міжклітинну рідину за звичайних умов. Найдавніший прилад лікувального ефекту локальної Д. — це медичні банки.

Аналіз даних досліджень впливу висотних факторів на організми комах. Проведені дослідження механізмів адаптації мешканців високогірних регіонів Кавказу (Приельбрусся) та Українських Карпатах (зокрема, комах), їх еколого-фауністичний аналіз виявив певні закономірності, які можуть вказувати на найбільш загальні механізми адаптації до різних висот, а отже впливу фактору гір незалежно від їх географічного розташування. Ця частина вперше розпочатих нами робіт у окресленому напрямку демонструє важливість еволюційного, порівняльно-фізіологічного підходу при проведенні досліджень надійності функціонування еволюційно різних організмів у екстремальних умовах гір, а також досліджень впливу факторів висоти на біоорганізми.

Висновки

В даній публікації розглянуто вплив факторів висоти на еволюційно різні біоорганізми. Докладно розглянуто вплив факторів висоти на організм людини, явища декомпресії. Окрема увага приділена деструктивним та конструктивним аспектам дії факторів висоти на організм людини та можливостям застосування конструктивної складової цих впливів у лікувальній практиці.

Список літератури

1. Білошицький П.В., Ключко О.М., Онопчук Ю.М. Радіаційні пошкодження організму та їх корекція в умовах адаптації до висотних метеофакторів.— “Вісник НАУ”, №1, 2010, с.224-231.
2. Білошицький П.В., Ключко О.М., Онопчук Ю.М. Результати дослідження українськими вченими проблем адаптації в Приельбруссі. – “Вісник НАУ”, №1, 2008, с. 102-108.
3. Білошицький П.В., Ключко О.М., Онопчук Ю.М. Результати вивчення проблем гіпоксії українськими вченими в районі Ельбрусу. – “Вісник НАУ”, №3-4, 2007, с.44-50.
4. Белошицкий П. В. Повышение устойчивости зимнеящих и гипотермированных животных к факторам космического полета. – К. – 1965.
5. Граменицкий П. М. Декомпрессионные расстройства. – М. – 1974.

*М.К. Байжуманов, к.ф.м.н., доктор PhD, А.А. Туякбаев, к.т.н., проф.
(Академия гражданской авиации, Казахстан, г.Алматы)
Д.А. Туякбаев, магистрант (Университет «ГАЗИ», Турция, г.Анкара)*

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОП И КМОП ТРАНЗИСТОРОВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ

В работе приведены экспериментальные зависимости изменения пороговых напряжений МОП транзисторов при облучении γ -квантами и быстрыми электронами. Показано, что пороговое напряжение р-канальных МОП структур при облучении всегда возрастает, а n-канальных – изменяется в зависимости от преимущественного проявления одного из двух конкурирующих процессов: дефектообразования в диэлектрике и на границе раздела.

Основные изменения при воздействии радиации на МОП и КМОП транзисторы претерпевают их пороговые напряжения [1]. Эти изменения можно использовать для их взаимной компенсации [2, 3]. Кроме изменения пороговых напряжений наблюдается также изменение крутизны сток-затворных характеристик вследствие снижения приповерхностной подвижности носителей заряда в проводящих каналах. Однако главным эксплуатационным параметром МОП и КМОП структур является пороговое напряжение. Именно оно определяет статические характеристики логических элементов, пороги переключения и запас помехоустойчивости. Напрямую с этим параметром связано и быстроедействие логических элементов микросхем.

Образующийся в подзатворном окисле положительный заряд приводит к возрастанию величины порогового напряжения р-канальных транзисторов и снижению этого параметра у n-канальных транзисторов. Увеличение плотности поверхностных состояний на границе раздела полупроводник – диэлектрик обуславливает дополнительное возрастание порогового напряжения р-канальных транзисторов, а также увеличение порогового напряжения n-канальных транзисторов. Дело в том, что переходная область от диэлектрика к полупроводнику характеризуется изменением химического состава, возрастанием механических напряжений и изменением их знака, т.е. сжатием диэлектрика и растяжением полупроводника. Электроактивные центры в этой области имеют непрерывное энергетическое распределение и активно обмениваются зарядами с приповерхностной областью полупроводника. Эти центры называют поверхностными состояниями (ПС). Таким образом, пороговое напряжение р-канальных структур при облучении всегда возрастает, а n-канальных – изменяется в зависимости от преимущественного проявления одного из двух конкурирующих процессов [4]: дефектообразования в диэлектрике и на границе раздела. Именно это обуславливает большие радиационные изменения порогового напряжения р-канальных структур по сравнению с n-канальными.

Процессы дефектообразования в приповерхностной области и объеме полупроводниковой подложки также могут оказывать влияние на пороговое

напряжение транзисторных структур. В частности, при высоких концентрациях дефектов возможна частичная компенсация проводимости полупроводника и соответствующее снижение порогового напряжения как n-, так и p-канальных транзисторов.

Степень влияния поверхностных радиационных эффектов на изменение порогового напряжения МОП транзисторов в сильной мере определяется условиями облучения. Наличие рабочего напряжения на электродах транзисторов приводит к снижению радиационного изменения порогового напряжения (отрицательное напряжение на затворе) или его увеличению (положительное напряжение на затворе).

В процессе облучения происходит возрастание тока утечки в цепи стока, который, по существу, является обратным током стокового перехода. В планарных структурах основной компонентой обратного тока является термогенерационная (для кремния). В процессе облучения она, как правило, возрастает вследствие увеличения скорости поверхностной рекомбинации. В местах выхода переходов на поверхность, закрытых защитными окисными пленками, величина тока утечки может существенно возрасти. Это связано с образованием в защитных покрытиях при облучении дополнительного заряда, который изменяет поверхностную концентрацию носителей заряда и способствует образованию паразитных проводящих каналов.

На рис.1 и 2 приведены экспериментальные зависимости изменения пороговых напряжений p-канальных МОП транзисторов от интегральных потоков γ – квантов и быстрых электронов. Из данных зависимостей видно возрастание порогового напряжения МОП транзисторов при их облучении. При этом, как выяснилось при экспериментальных исследованиях, скорость роста порогового напряжения зависит также от начального значения пороговых напряжений. При этом, чем больше начальное значение u_0 тем более быстрое наблюдается увеличение порогового напряжения МОП транзисторов, что можно на практике использовать для отбраковки более радиационноустойчивых транзисторов.

Основным элементом цифровых интегральных микросхем (ИМС) является инвертор. В настоящее время для этих целей используются в основном КМОП структуры, характеризующиеся максимальным быстродействием и помехоустойчивостью, а также минимальной потребляемой мощностью по сравнению с другими ИМС, изготавливаемыми по МОП-технологии.

Радиационные изменения величин пороговых напряжений и крутизны транзисторов приводят к деградации параметров КМОП ИМС. Сдвиг порогового напряжения n-канальных транзисторов из состава логического элемента в область отрицательных напряжений приводит к снижению помехоустойчивости, а при переходе порогового напряжения к отрицательным значениям – к открытию n-канального транзистора и резкому возрастанию тока потребления. При увеличении порогового напряжения p-канальных транзисторов снижается быстродействие логических КМОП элементов.

С точки зрения надежности функционирования КМОП ИМС наиболее опасным является отпирание n-канального транзистора, что может привести к

полному выходу из строя микросхемы. При воздействии импульсного излучения в КМОП структурах проявляется так называемый «тиристорный» эффект, приводящий к резкому возрастанию тока потребления и катастрофическому отказу радиоэлектронной аппаратуры.

Использование радиационно-термических процессов в технологии производства полупроводниковых приборов и ИМС приводит к необходимости исследования влияния различных радиационных излучений на параметры таких изделий.

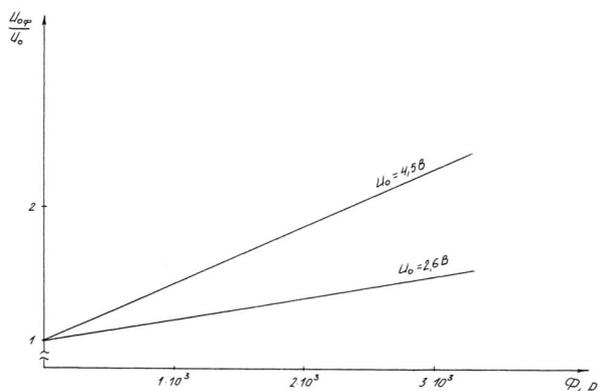


Рис.1. Экспериментальные зависимости изменения пороговых напряжений МОП транзисторов от интегрального потока γ – квантов.

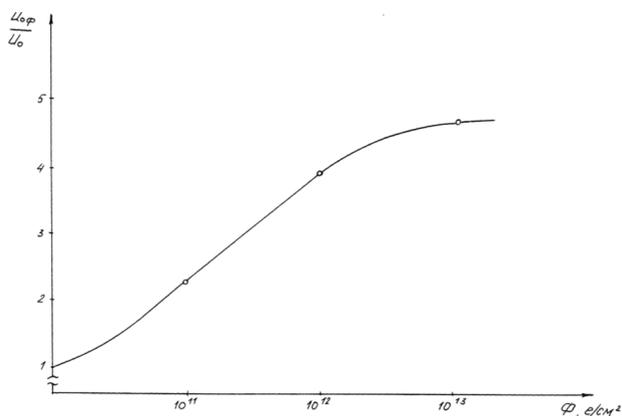


Рис.2. Экспериментальная зависимость изменения порогового напряжения МОП транзистора от интегрального потока быстрых электронов.

При этом можно ожидать, что изменение параметров приборных структур при повторном облучении должно отличаться от их изменения при первоначальном облучении. Например, для класса биполярных приборов и

микросхем отмечается эффект снижения их радиационной чувствительности при условии предварительного использования процессов радиационной технологии [5].

Многочисленные экспериментальные исследования показали, что снижения радиационной чувствительности МОП и КМОП структур после проведения радиационно-термических процессов не происходит, а пороговые напряжения n- и p- канальных МОП транзисторов оказываются меньше исходных значений, снижается также среднее время задержки распространения сигнала, что может привести к повышению их быстродействия.

Выводы:

1. Применение радиационно-термических процессов приводит к снижению пороговых напряжений n- и p- канальных МОП транзисторов относительно исходных значений, что может приводить к повышению выхода годных МОП и КМОП микросхем.

2. Применение радиационно-термических процессов приводит к снижению среднего времени задержки распространения сигнала, что может привести к повышению быстродействия.

3. Применение радиационно-термических процессов не приводит к снижению радиационной чувствительности МОП и КМОП структур.

4. Эффект более быстрого увеличения при облучении порогового напряжения r-канальных МОП транзисторов с более высоким ее исходным значением можно использовать для отбраковки более радиационноустойчивых транзисторов.

Список литературы

1. Baizhumanov M.K., Tuyakbayev A.A., Bishimbaev V.K., Tuyakbayev D.A. Compensation of Radiation Damage in the Integrated Circuits on MOS Transistors. The Fifth World Congress «Aviation in the XXI-st Century», «Safety in Aviation and Space Technologies», September 25-27, 2012, Kyiv, Ukraine, pp. 3.7.71-3.7.75.

2. Ладыгин Е.А., Горюнов Н.Н., Туякбаев А.А. и др. Инвертор. Авт. свид. № 1505359, приоритет от 07.07.1987, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений СССР 01.05.1989.

3. Ладыгин Е.А., Горюнов Н.Н., Паничкин А.В., Туякбаев А.А. Инвертор на МДП транзисторах. Авт. свид. № 1223822, приоритет от 20.07.1984, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений СССР 08.12.1985.

4. Першенков В.С., Попов В.Д., Шальнов А.В. Поверхностные радиационные эффекты в ИМС. – М: Энергоатомиздат, 1988г., 256 с.

5. Aldamzharov K.B., Tuyakbayev A.A., Tuyakbayev D.A. Modeling of Radiating Effects in Transistors. 2011 MICROWAVES, RADAR AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM, August 25-27, 2011, Kiev, Ukraine, pp. 371 – 373.

*Л.В. Сібрук, доктор технічних наук (НАУ, Україна, Київ)
О.А. Басанський (НАУ, Україна, Київ)
Д.П. Бондаренко (НАУ, Україна, Київ)*

МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ СТАНДАРТУ DVB-T2

В доповіді розглядається математичне моделювання поля випромінювання засобів цифрового телебачення стандарту DVB-T2 з метою вдосконалення ефірного контролю параметрів радіовипромінювання під час радіомоніторингу.

В Україні функціонує розвинена система радіомоніторингу, основним призначенням якого є ефективне використання радіочастотного ресурсу. Ефірний контроль параметрів радіовипромінювань проводиться за методиками, складеними на підставі вітчизняних та міжнародних нормативних документів, наприклад [1, 2]. На жаль, нормативні документи не містять інформації щодо вимірювання параметрів сучасних цифрових радіо- технологій, таких як цифровий стільниковий радіозв'язок, системи широкосмугового радіо- доступу, цифрового радіорелейного зв'язку, супутникового та рухомого супутникового радіозв'язку, цифрового наземного телевізійного мовлення стандарту DVB-T2.

Займана ширина смуги частот радіовипромінювання (ЗШСЧ) є одним з найважливіших параметрів, які характеризують використання радіочастотного ресурсу. У зв'язку з впровадженням цифрового телевізійного мовлення стандарту DVB-T2 по всій території України встановлення нормативних значень займаної та контрольної ширини смуги випромінювання є актуальним. Потрібно встановити залежність результатів вимірювання від параметрів COFDM – сигналу та умов поширення радіохвиль. Для цього потрібно створити відповідну математичну модель.

Стандарт DVB-T2 у порівнянні зі стандартом DVB-T забезпечує приблизно на 50% більшу швидкість передачі та кращу захищеність від багатопроменевих завад. Канал фізичного рівня підрозділяється на логічні об'єкти, які позначаються аббревіатурою PLP. Через один PLP передається один логічний потік. Існує можливість передачі одного PLP або одночасно – декількох PLP. У одному радіочастотному каналі різні PLP можуть мати відмінні характеристики каналного кодування та модуляції.

У рамках проекту B21C [4] 36 організацій з країн ЄС досліджували властивості системи за стандартом DVB-T2, в тому числі за допомогою математичного моделювання. На рис. 1 представлені блоки фізичного рівня, які використовувалися під час моделювання.

Блок VCM включає LDPC кодувач, перемешувач бітів, пристрій управління пам'яттю для формування комплексного сузір'я. Перемешувач чарунок переставляє сформовані модуляційні символи у кожному FEC-кадру, а перемешувач у часі – тільки через ціле число FEC-кадрів. В останніх

блоках відбувається вставка пілотних сигналів, трансформація сигналу в часову площину та вставка захисного інтервалу.

Загальна моделювальна платформа (CSP) системи DVB-T2 [5] розроблена силами AICIA, BBC, Pace, Panasonic і SIDA у рамках DVB консорціуму. CSP відповідає стандарту ETSI EN 302 755 [6] та зареєстрована у мережі SourceForge.net, що дозволяє її вільне використання. Платформа у середовищі MATLAB включає математичні моделі передавача, радіоканалу, приймача та їх складових, засоби для встановлення користувачем окремих складових частин моделі у обрану конфігурацію для моделювання, засоби для визначення залежних параметрів всієї телевізійної системи, внутрішнього або зовнішнього кодування. Для одного PLP вхідні та вихідні дані представляються вектором чи матрицею, а у випадку паралельних ланцюгів сигналів для декількох PLP формуються додаткові вихідні матриці, що включають додаткову службову інформацію. Математичні моделі CSP мають інтерфейсну функцію, яка визначає конфігурацію моделі за обраними параметрами системи DVB-T2. Формування сигналів у передавальній частині CSP проводиться у межах одного T2 кадру, блоки платформи не пам'ятають інші T2 кадри.

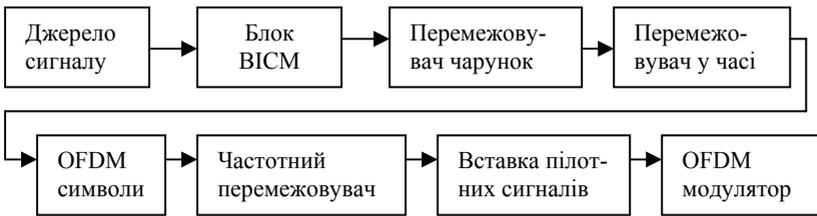


Рис. 1. Блок-схема математичної моделі фізичного рівня формування сигналів випромінювання за стандартом DVB-T2.

Блок BICM включає LDPC кодувач, перемежувач бітів, пристрій управління пам'яттю для формування комплексного сузір'я. Перемежувач чарунок переставляє сформовані модуляційні символи у кожному FEC-кадру, а перемежувач у часі – тільки через ціле число FEC-кадрів. В останніх блоках відбувається вставка пілотних сигналів, трансформація сигналу в часову площину та вставка захисного інтервалу.

Загальна моделювальна платформа (CSP) системи DVB-T2 [5] розроблена силами AICIA, BBC, Pace, Panasonic і SIDA у рамках DVB консорціуму. CSP відповідає стандарту ETSI EN 302 755 [6] та зареєстрована у мережі SourceForge.net, що дозволяє її вільне використання. Платформа у середовищі MATLAB включає математичні моделі передавача, радіоканалу, приймача та їх складових, засоби для встановлення користувачем окремих складових частин моделі у обрану конфігурацію для моделювання, засоби для визначення залежних параметрів всієї телевізійної системи, внутрішнього або зовнішнього кодування. Для одного PLP вхідні та вихідні дані представляються вектором чи матрицею, а у випадку паралельних ланцюгів сигналів для декількох PLP формуються додаткові вихідні матриці, що

включають додаткову службову інформацію. Математичні моделі CSP мають інтерфейсну функцію, яка визначає конфігурацію моделі за обраними параметрами системи DVB-T2. Формування сигналів у передавальній частині CSP проводиться у межах одного T2 кадру, блоки платформи не пам'ятають інші T2 кадри.

Використовуючи CSP з параметрами: шириною частотної смуги $BW=8$ МГц; частотою $f=729.833$ МГц; 64-QAM; кодовою швидкістю $5/6$ та відповідним каналом зв'язку, знаходимо спектр сигналу на вході приймача за методом Уелча. Першим є канал з адитивним білим шумом (AWGN) з відношенням $c/w=20$ дБ. Під час моделювання у інших каналах також використовується 20 дБ перевищення сигналу над шумом. На рис. 1 – рис. 3 представлено спектри сигналу відповідно в AWGN, каналі, райсівському та релеєвському каналах за даними табл. 39 в [3].

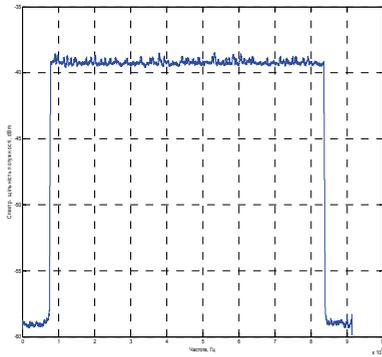


Рис. 1. Спектр сигналу в AWGN каналі

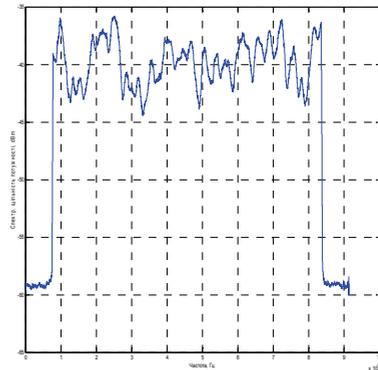


Рис. 2. Спектр сигналу в райсівському каналі

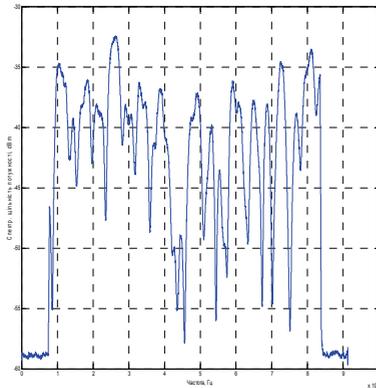


Рис. 3. Спектр сигналу в релеєвському каналі

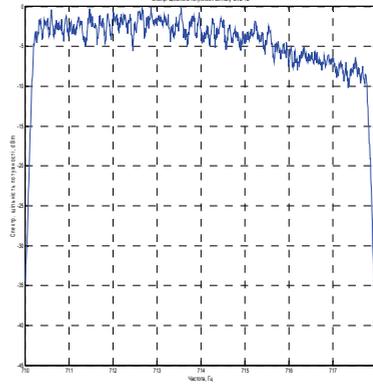


Рис. 4. Вимірний спектр сигналу

Модель райсівського каналу, яка характеризує фіксоване приймання антеною на даху будинку, включає 21 промінь. Модель релеєвського каналу характеризує умови мобільного приймання в межах чи поза межами будівлі без урахування ефекту Доплера і містить 20 променей.

Порівняльний аналіз спектрів на виході каналів з багатошляховим поширенням радіохвиль, які отримані за результатами математичного моделювання, з ідеальним нормативним спектром та спектрами на основі даних вимірів, один з яких представлено на рис. 6, проводився з метою можливості застосування CSP для дослідження процедури вимірювання займаної ширини смуги частот. Параметри каналів, які застосовувалися під час математичного моделювання, за виключенням каналу з більшими часовими затримками, не можуть використовуватися для дослідження ЗШСЧ, оскільки призводять до неприпустимого спотворення спектра сигналу у серединній області. Досвід проведення вимірювань в кращих умовах свідчить, що подібних спотворень форми спектра не відбувається.

Ширина схилів спектра на рис. 1 – рис. 4 залишається такою ж, як і в нормативного спектра. Спектри, збудовані на основі експериментальних даних, мають приблизно в 1.5 рази більшу ширину скатів. Зменшення крутизни схилів спектрів може виникати за рахунок неідеальності підсилювача потужності та антенної системи, які не враховуються в CSP. Відмінність результатів математичного моделювання від експериментальних даних в частині крутизни схилів спектра призводить до похибки вимірюванню ЗШСЧ за $\beta/2$ - методом.

Висновки. Для вдосконалення процесу вимірювання ЗШСЧ потрібно використовувати експериментальні дані або доопрацювати CSP з урахуванням впливів на схили спектра сигналу.

Список літератури

1. *Recommendation* ITU-R SM.443-4. Bandwidth measurement at monitoring stations.
2. *Recommendation* ITU-R SM.1138. Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions.
3. *Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation Guideline for a Second Generation Digital Terrestrial Television Broadcasting System (DVB-T2)*. DVB Document A133, February 2012. www.dvb.org/technology/standards/a133_DVB-T2_Imp_Guide.pdf
4. *B21C Project D07 Part A*. Report on Simulating Chains and Outcomes. 2009. <http://www.google.com.ua/url?sa>
5. *Haffender O*. BBC Research White Paper WHP196. DVB-T2: The Common Simulation Platform. <http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP196.pdf>
6. *ETSI EN 302 755*. Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2). V1.3.1. <http://www.etsi>.

ЧОТИРЬОХЕЛЕМЕНТНА ВИМІРЮВАЛЬНА АНТЕНА ПОЛЯРИМЕТРА

Розглянуто принципи побудови антенної системи для вимірювання поляризаційних характеристик електромагнітної хвилі. Запропоновано принципову схему антенної системи.

Вступ. Поляризаційні властивості електромагнітних хвиль вже багато десятиліть використовуються в радіотехніці [1]. У зв'язку з цим для сучасних антенних систем і пристроїв поляризаційні параметри жорстко регламентуються. Одночасно виникла необхідність у розробці методів і засобів вимірювання параметрів поляризації. Такі засоби вимірювання називаються поляриметрами і в принципі їх дії закладена методика вимірювання, заснована на розкладанні досліджуваної хвилі в лінійному ортогональному поляризаційному базисі. Антенами поляриметрів найчастіше служать два взаємно ортогональних випромінювача лінійної поляризації.

Постановка завдання. Вимірні значення параметрів поляризації залежать від взаємної орієнтації напрямку приходу хвилі і напрямку максимуму діаграми спрямованості вимірювальної антени. Для отримання досить точних результатів вимірювань в процесі необхідно поєднувати напрям приходу хвилі з перпендикуляром до площини розкриву антени. Для виключення такого недоліку необхідно розробити антену або антенну систему поляриметра, яка б не потребувала просторової налаштуванні. Такій вимозі може задовольняти самофокусувальна антенна решітка [2]. Однак вона буде досить громіздкою для мобільного поляриметра.

Суть завдання полягає в тому, щоб синтезувати малогабаритну антенну систему, яка б перебувала в довільному положенні щодо напрямку приходу електромагнітної хвилі, швидко і з мінімальними похибками дозволила вимірювати поляризаційні параметри.

Теоретичне обґрунтування. Нехай антенна система складається з трьох елементів лінійної поляризації, всі яких взаємно перпендикулярні. Досліджувана хвиля падає в напрямі MO до початку координат. Зв'яжемо параметри поляризації хвилі, що падає у довільному напрямку під кутами θ і φ , з напругами на затискачах елементів антенної системи. Очевидно

$$\vec{E} = \bar{\theta}_0 E_{\max}^{\theta} \cos \omega t + \bar{\varphi}_0 E_{\max}^{\varphi} \cos(\omega t + \psi), \quad (1)$$

де $\bar{\theta}_0$ і $\bar{\varphi}_0$ – орти сферичної системи координат; E_{\max}^{θ} і E_{\max}^{φ} – амплітуди ортогональних складових вектора E ; ω – колова частота; ψ – зсув фаз складових вектора E .

Після нескладних математичних перетворень і розрахунків, знаходимо вирази для основних параметрів, які характеризують прийнятну електромагнітну хвилю.

Напруги на затискачах елементів антенної системи, використовуючи метод комплексних амплітуд, будуть

$$\left. \begin{aligned} \dot{\varepsilon}_{A_1} &= l_d \dot{E}_{\max}^{\theta} \sin \theta; \\ \dot{\varepsilon}_{A_2} &= l_d \left[-\cos \theta \sin \varphi \dot{E}_{\max}^{\theta} - \cos \varphi \dot{E}_{\max} e^{i\psi} \right]; \\ \dot{\varepsilon}_{A_3} &= l_d \left[-\cos \theta \cos \varphi \dot{E}_{\max}^{\theta} + \sin \varphi \dot{E}_{\max} e^{i\psi} \right] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\dot{\varepsilon}_{A_4} = l_{d_1} \dot{E}_{\max}^{\theta} F_1(\theta) e^{-ikd \cos \theta}, \quad (2)$$

де $l_d = l_{d_1} = l_{d_2} = l_{d_3} = l_{d_4}$ – діючі довжини елементів антенної системи.

Розрахунок меридіонального кута θ

$$\cos \theta = \frac{2}{kd} \operatorname{arctg} \frac{\varepsilon_{\Delta 4}}{\varepsilon_{\Sigma 4}}. \quad (3)$$

Меридіональна складова вектора напруженості електричного поля

$$E_{\max}^{\theta} = \frac{\varepsilon_{A_1}}{l_{d_1} F_1(\theta)}. \quad (4)$$

Використовуючи метод сумування і віднімання напруг, можемо записати значення фазового зсуву χ_2 ЕРС $\dot{\varepsilon}_{A_2}$ відносно ЕРС $\dot{\varepsilon}_{A_1}$:

$$\chi_2 = \operatorname{arccos} \left(\frac{\varepsilon_{\Sigma 2}^2 - \varepsilon_{\Delta 2}^2}{4\varepsilon_{A_1} \varepsilon_{A_2}} \right) \quad (5)$$

і фазового зсуву χ_3 ЕРС $\dot{\varepsilon}_{A_3}$ відносно ЕРС $\dot{\varepsilon}_{A_1}$:

$$\chi_3 = \operatorname{arccos} \left(\frac{\varepsilon_{\Sigma 3}^2 - \varepsilon_{\Delta 3}^2}{4\varepsilon_{A_1} \varepsilon_{A_3}} \right), \quad (6)$$

де $\varepsilon_{\Sigma 2} = \varepsilon_{A_1} + \varepsilon_{A_2}$; $\varepsilon_{\Sigma 3} = \varepsilon_{A_1} + \varepsilon_{A_3}$; $\varepsilon_{\Delta 2} = \varepsilon_{A_1} - \varepsilon_{A_2}$; $\varepsilon_{\Delta 3} = \varepsilon_{A_1} - \varepsilon_{A_3}$.

Азимутальний кут приходу досліджуваної радіохвилі

$$\varphi = \operatorname{arctg} \left(-\frac{\varepsilon_{A_3} \sin \chi_3}{\varepsilon_{A_2} \sin \chi_2} \right). \quad (7)$$

Фазовий зсув ψ

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{B}{A}, \quad (8)$$

де $A = -\varepsilon_{A_2} \frac{\cos \chi_2}{\cos \varphi} - \cos \theta \operatorname{tg} \varphi E_{\max}^{\theta}$, $B = -\varepsilon_{A_2} \frac{\cos \chi_2}{\cos \varphi}$

Азимутальна складова вектора напруженості електромагнітного поля

$$E_{\max}^{\varphi} = \sqrt{A^2 + B^2}. \quad (9)$$

Структурна схема антенної системи. Запропонована схема конструкції антенної системи складається з елементів A_1 , A_2 і A_3

(взаємоперпендикулярних), виконаних у вигляді металевих стержнів. Нелінійні блоки цих елементів розміщуються в контейнері. Тут же розміщуються елементи блискавкозахисту. Елемент A_4 виконується у вигляді металевої трубки, усередині якої підводиться живлення нелінійних елементів активних вібраторів. Цей же елемент виконує функції кріплення антенної системи до щогли, яку можна виготовити з фібергласу. Кабелі з високочастотними напругами ε_{A1} , ε_{A2} , ε_{A3} , і ε_{A4} також проходять усередині трубки A_4 .

Принципова схема антенної системи з блоками обробки сигналів наведена на рис. 1.

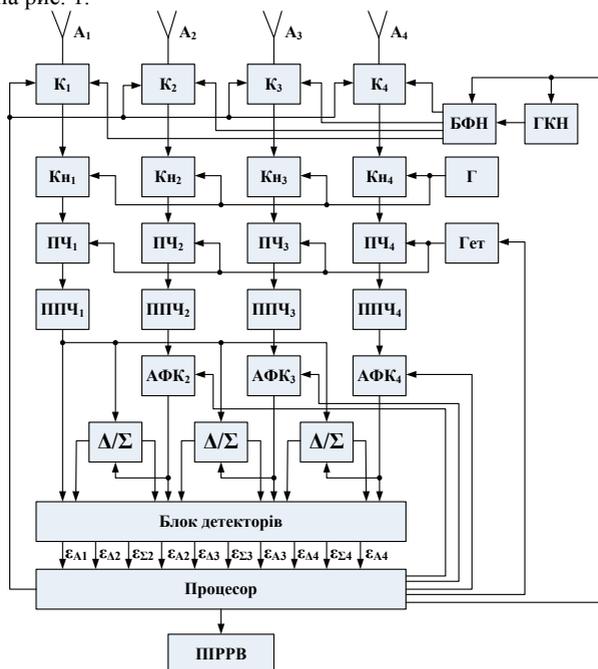


Рис. 1. Принципова схема антенної системи

Джерелами напруг ε_{A1} , ε_{A2} , ε_{A3} , і ε_{A4} є активні вібратори A_1 , A_2 , A_3 і A_4 . Їх виходи з'єднані з входами комутаторів K_1 , K_2 , K_3 і K_4 , за допомогою яких пристрій переводиться або в режим настройки і контролю працездатності, або в режим вимірювання параметрів електромагнітного поля. В режимі вимірювання напруги з виходів вібраторів через комутатори підводяться до конвертерів $Kn_1 \dots Kn_4$, де частота сигналів зсувається в більш зручний для обробки діапазон. Наявність конвертерів дає можливість суттєво розширити межі робочих частот поляриметра. Всі конвертери працюють з одним і тим же генератором Γ , що забезпечує синхронність амплітудних і фазових співвідношень при перетворенні частоти.

Після конвертації частоти сигнали надходять на перетворювачі частоти ПЧ1...ПЧ4. Гетеродин Гет управляється процесором так, щоб середні частоти сигналів після перетворення знаходилися в середині смуги пропускання підсилювачів проміжної частоти ППЧ1...ППЧ4.

У режимі контролю передачі каналів 2, 3 і 4 коригуються за допомогою амплітудно-фазових коректорів АФК2, АФК3, АФК4. При цьому прийнято, що коригування відбувається щодо передачі каналу 1 по заданим значенням E_{θ} , E_{φ} , ψ , θ і φ .

Блоки, позначені символами Δ/Σ , утворюють різниці і сумарні сигнали проміжної частоти. У блоці детекторів, який складається з десяти лінійних амплітудних детекторів, виділяються напруги, пропорційні величинам, що входять до формул (3), (4), (5), (6), (7), (8) і (9).

У процесорі обчислюються за допомогою наведених формул E_{θ} , E_{φ} , ψ , θ і φ і результати обчислень виводяться на пристрій індикації та реєстрації результатів вимірювань (ПРРВ).

У режимі контролю і настройки процесор перемикає комутатори К1...К4 на виходи блоку формування напруг (БФН), який працює спільно з генератором контролю і настройки (ГКН). Відповідно до формулами (1) і (2) в процесорі розраховуються амплітуди і фази напруг $\dot{\epsilon}_{A_1}$, $\dot{\epsilon}_{A_2}$, $\dot{\epsilon}_{A_3}$ і $\dot{\epsilon}_{A_4}$ за заданим значенням E_{θ} , E_{φ} , ψ , θ і φ . Ці напруги на радіочастоті формують відповідні сигнали і подаються на входи каналів. У разі невідповідності розрахованих величин поляризаційних параметрів і координатних кутів заданим, процесор виробляє керуючі сигнали для коректування коефіцієнтів передачі блоками АФК.

Висновки. Для вимірювання поляризаційних параметрів поля і напрямку приходу радіохвилі досить використовувати чотири антени лінійної поляризації. При цьому оцінка азимутального кута не є однозначною, оскільки напрям приходу хвилі під кутом φ і під кутом $\varphi + \pi$ дає один і той же результат обчислень. Очевидно, що для точного вирішення завдань пеленгації необхідний ще один горизонтально розташований вібратор.

Список літератури.

1. Козлов А.И. Поляризация радиоволн / Козлов А.И., Логвин А.И., Сарычев В.А.– М.: Радиотехника, 2005. – 704 с.
2. Ільницький Л.Я. Антена решітка обертової поляризації з керованою діаграмою спрямованості / Ільницький Л.Я., Щербина О.А., Михальчук І.І. / Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. праць. – К.: Вид-во Національного авіаційного університету «НАУ-друк», 2010. – Вип.1(29). – 82-85.
3. Ільницький Л.Я. Антени та пристрої надвисоких частот / Ільницький Л.Я., Савченко О.Я., Сібрук Л.В. / Підручник для ВНЗ / За ред. Л.Я. Ільницького. – К.: Укртелеком, 2003. – 496 с.

*И.И. Овчарик, студент, В.Ф. Лескин, к.т.н., доц.
(Национальный технический университет Украины „Киевский
политехнический институт”, Украина, г. Киев)*

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ ДРАЙВЕР С КРУТЫМИ ФРОНТАМИ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА

Разработан драйвер для управления инфракрасным светодиодом на длине волны 875 нм в диапазоне частот от 4 до 100 МГц, в состав которого входит схема «подгонки тока», с помощью которой удалось достигнуть значения крутизны фронтов в 5 нс.

Последние достижения в области оптической электроники демонстрируют большой потенциал использования устройств, которые управляются движениями предметов или человека, например Smart TV. Все большую популярность набирают видеоигры, управление в которых происходит с помощью движений рук или ног.

Важной задачей в производстве оптических устройств является разработка адаптированных под изделие средств формирования опорных источников света со специфическими характеристиками для автоматизированного тестирования изделий в процессе производства. К сожалению, такие устройства отсутствуют на рынке, поэтому часто производитель сам изготавливает их. Например, для тестирования оптических микросхем, разрабатываемых компанией ”Мелексис”, требуются высокочастотные светодиодные драйверы с крутыми фронтами выходного сигнала.

Главная задача, которая была поставлена: создание устройства, которое может генерировать сигнал на частотах 4 – 100 МГц, при этом время нарастания и убывания сигнала должно быть менее 7 нс. Для этой цели разработан специальный драйвер светодиодов.

Драйвер светодиодов – это электронное устройство (схема), которое постоянно регулирует мощность светодиода. Драйверы делают таким образом, чтобы они имели стабильный сигнал на выходе схемы, которые не зависят от внешних факторов, таких как температура, влажность, наличие внешнего магнитного поля.

В электронной индустрии не существует единого стандарта для светодиодных драйверов, поэтому каждая схема делается под конкретную задачу, с, наперед, заданными техническими характеристиками.

Управление светодиода предполагает контролирование тока, обеспечивая при этом необходимое напряжение для открытия диода. В простейшем случае, используют схему на транзисторе, однако у этой схемы есть некоторые недостатки, которые связаны с ограниченной полосой пропускания сигнала.

Как правило, для более высокочастотных драйверов используют схему на операционном усилителе [1].

Такие схемы могут использоваться в частотном диапазоне до 100 МГц. К недостаткам таких схем можно отнести большое время нарастания и убывания выходного сигнала – от 10 нс.

Для увеличения крутизны фронтов добавлена схема акселератора, с помощью которой удалось существенно уменьшить время нарастания и убывания выходного сигнала. Блок-схема драйвера представлена на Рис. 1:

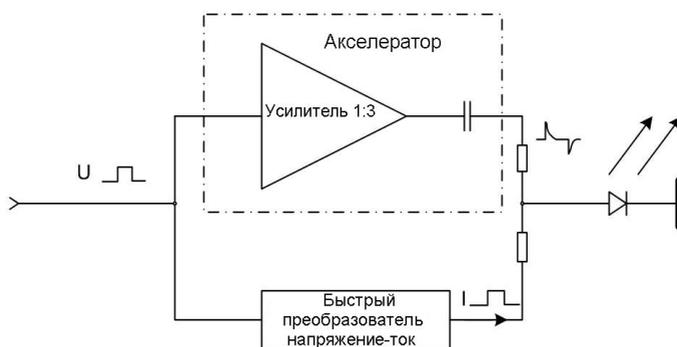


Рис. 1. Структурная схема драйвера

Благодаря такому подходу напряжение на конденсаторе возрастает и спадает в несколько раз быстрее, чем формирует преобразователь, что в результате уменьшает время переднего и заднего фронтов выходного сигнала драйвера.

Выводы

В результате выполнения работы был разработан высокочастотный драйвер для инфракрасного светодиода со временем нарастания и убывания выходного сигнала в 5 нс. Данный драйвер дополняется платой управления, которая основана на микроконтроллере с ARM ядром, а также синтезаторе частоты. Частота модуляции источника света программируется от 4 МГц до 100 МГц с дискретностью 0,25 МГц, а также программируется фаза электрического сигнала по отношению к оптическому с шагом в 45 градусов. Также существует возможность изменять амплитуду выходного сигнала, то есть выходную оптическую мощность.

Благодаря разработанному высокочастотному светодиодному драйверу, становится возможным автоматическое тестирование современных оптических приборов, что позволяет электронике развиваться быстрыми темпами.

Список литературы

1. П. Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники. – М: Мир, 1998.

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ГЛАДКОЇ ПОВЕРХНІ (ЕТАЛОННОЇ МОДЕЛІ) ТА ЕФЕКТИВНИХ ВИСОТ АНТЕН

Розглянуто основні параметри, які розраховують при побудові моделі гладкої поверхні. Наведено алгоритми визначення ефективних висот антен.

Для якісного прогнозу поширення радіохвиль над поверхнею Землі в частотному діапазоні від 30 МГц до 10 ГГц необхідно враховувати вплив земного покрову і нерівностей Землі. Особливо це стосується радіохвиль високої частоти і урбанізованих районів. Тому в модель потрібно вводити розміщення і геометрію елементів рельєфу.

Окрім геометрії та електричних параметрів земної поверхні, на роботу радіолінії впливає висота підняття антен. Для частот більше 30 МГц одна або обидві антени піднімаються над Землею на кілька довжин хвилі.

На більш низьких частотах принципово необхідно враховувати вплив іоносфери, тому дана модель на частотах нижче 30 МГц має обмежене застосування: вона прийнятна тільки на відносно невеликих відстанях від передавальної антени, коли роль хвиль, відбитих від іоносфери, мала в порівнянні із землею хвилею [1].

Для того, щоб визначити ефективні висоти антен і відповідним чином оцінити нерівність профілю траси, необхідно мати модель «гладкої поверхні Землі». Вона є еталонною площиною, відносно якої спостерігається нерівний рельєф траси. За наявності такої моделі можна отримати значення параметра, який називається нерівністю земної поверхні, та ефективні висоти антен передавальної та приймальної станцій [2].

Модель гладкої земної поверхні є сильно ідеалізованою. На реальній земній поверхні є різні нерівності, перешкоди, що впливають на поширення радіохвиль. Типові види нерівностей і перешкод: дрібномасштабні (порівняно з довжиною хвилі) нерівності (таку поверхню називають шорсткою); великомасштабні нерівності (наприклад, пологі пагорби), одиночні перешкоди (гора, будинок). На поширення радіохвиль впливає також рослинність (ліс, кущі). Особливо складними є процеси поширення радіохвиль у міських умовах [3].

Нерівність земної поверхні не розраховується коли мовлення відбувається над водною поверхнею. Тобто коли більше 90% траси розташовані над водою. У цьому випадку еталонну площину приймають рівню морю, усереднену продовж усієї довжини траси. А нерівність поверхні прирівнюють нулю. Ефективні висоти у такому випадку дорівнюватимуть фактичним висотам над рівнем моря.

Якщо радіоканал розміщується переважно не над водною поверхнею, для оцінки поширення радіохвиль потрібно проводити додатковий аналіз. Для

цього необхідно знати рельєф місцевості. Для територій із нещільними забудовами оптимальне значення сітки висот має бути близько 1 км.

Середнє значення фактичних висот траси над середнім рівнем моря визначається за формулою 1. Ця рівність універсальна, оскільки підходить для відрізків профілів різної довжини.

$$h_a = \left(\frac{1}{2d} \right) \sum_{i=1}^n (d_i - d_{i-1}) (h_i + h_{i-1}) \quad (\text{м}) \quad (1)$$

де d – загальна довжина траси;

d_i – відстань від передавача до i -ї точки траси;

h_i – висота i -ї точки траси над середнім рівнем моря.

Якщо відрізки профілів однакової довжини, то можна скористатися спрощеною формулою 2.

$$h_a = \frac{1}{n+1} \sum_{i=0}^n h_i \quad (\text{м}) \quad (2)$$

Нахил поверхні, отриманий методом найменших квадратів, відносно рівня моря визначається за формулою 3. Ця рівність універсальна, оскільки підходить для відрізків профілів різної довжини.

$$m = \left(\frac{1}{d^3} \right) \sum_{i=1}^n 3 (d_i - d_{i-1}) (d_i + d_{i-1} - d) (h_i + h_{i-1} - 2h_a) + (d_i - d_{i-1})^2 (h_i - h_{i-1}) \quad (\text{м/км}) \quad (3)$$

Якщо відрізки профілів однакової довжини, то нахил поверхні можна розрахувати за спрощеною формулою 4.

$$m = \frac{\sum_{i=0}^n (h_i - h_a) \left(d_i - \frac{d}{2} \right)}{\sum_{i=0}^n \left(d_i - \frac{d}{2} \right)^2} \quad (\text{м/км}) \quad (4)$$

Висота гладкої поверхні Землі на початку траси, в точці розташування передавача визначається за формулою 5.

$$h_{st} = h_a - m \frac{d}{2} \text{ (м)} \quad (5)$$

Висота гладкої поверхні Землі в місці приймальної станції розраховується за формулою 6.

$$h_{sr} = h_{st} + m \cdot d \text{ (м)} \quad (6)$$

Можливі випадки, коли висота гладкої поверхні Землі буде більшою за фактичну висоту земної поверхні. В такому випадку необхідно виконати корекцію показників.

$$h_{st} = \min(h_{st}, h_0) \text{ (м)} \quad (7)$$

$$h_{sr} = \min(h_{sr}, h_n) \text{ (м)} \quad (8)$$

де h_0, h_n – висота поверхні землі над середнім рівнем моря у точці передавача і приймача відповідно.

Якщо були скореговані висоти гладкої поверхні землі у точці розташування передавача (h_{st}), або приймача (h_{sr}), то необхідно скорегувати значення нахилу поверхні. Відповідна формула 9 наведена нижче.

$$m = \frac{h_{sr} - h_{st}}{d} \text{ (м/км)} \quad (9)$$

Тепер можна визначити висоту гладкої поверхні над середнім рівнем моря, отриману методом найменших квадратів, на відстані d_i від передавача. Формула 10 розрахунку цього параметру наведена нижче.

$$h_{si} = h_{st} + m \cdot d_i \text{ (м)} \quad (10)$$

Параметр нерівність земної поверхні – це максимальна висота земної поверхні над гладкою поверхнею Землі на ділянці траси між точками горизонту, враховуючи ці точки. Визначається нерівність земної поверхні за формулою 11:

$$h_m = \max_{i=i_r}^{i_r} \left[h_i - (h_{st} + m \cdot d_i) \right] \text{ (м)} \quad (11)$$

Приклад рельєфу місцевості і нерівність земної поверхні показані на Рис. 1.

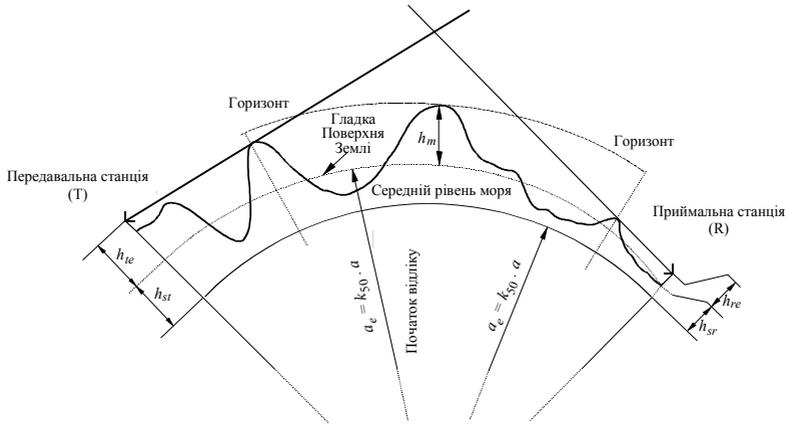


Рис. 1. Приклад гладкої поверхні Землі і параметр нерівність земної поверхні

Висновок

Для більш детального аналізу траси поширення радіохвилі потрібно побудувати модель гладкої земної поверхні. Для цього існує відповідна методика. Якщо траса пролягає над водною поверхнею, то нерівність земної поверхні дорівнює нулю, а ефективні висоти – фактичним висотам над середнім рівнем моря. Для якісного моделювання необхідно брати детальніші цифрові карти місцевості. Багато, щоб сітка висот була з рівними відрізкамі. Тоді процес моделювання спрощується. Рекомендовано обирати карти з сіткою до 1000 метрів.

Література

1. В.А. Пермяков, В.В.Солодухов, В.В. Бодров, М.В. Исаков. Распространение радиоволн. Москва, Издательство МЭИ, 2006. 184 с.
2. Процедура прогнозирования для оценки микроволновых помех между станциями, находящимися на поверхности Земли, на частотах выше приблизительно 0,7 ГГц. Рекомендация МСЭ-R P.452-12. 2005 г. 53 с.
3. Калинин А.И. Распространение радиоволн на трассах наземных и космических радиолиний. М., 1979. 296 с.

*А.Я. Белецкий, д.т.н., проф., Е.А. Белецкий, м.н.с.
(Национальный авиационный университет, Украина)*

ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧИ УОЛША

Разработаны алгоритмы синтеза симметричных систем функций Уолша на основе их индикаторных матриц (прямая задача) и вычисления индикаторных матриц этих систем (обратная задача Уолша).

Системы функций Уолша широко используются в настоящее время для спектральной обработки сигналов, при построении специализированных вычислительных устройств для кодирования и сжатия аудио- и видеоданных, в сотовых системах связи с разделением каналов [1-3] и во многих других областях науки и техники.

Вместо знакопеременных значений функций Уолша $+1$ и -1 более удобным является представление их символами 0 и 1 , как это принято в компьютерной технике.

Симметричным системам функций Уолша отвечают взаимно однозначно связанные с ними *индикаторные матрицы*, определение которых дается следующей, легко доказываемой методом непосредственной проверки, теоремой.

Теорема. *Индикаторными матрицами J_w систем функций Уолша W_N двоично-рационального порядка $N = 2^l$, $l \geq 2$, являются правосторонние симметрические $(0,1)$ -матрицы l -го порядка (необходимые условия), невырожденные в кольце вычетов по $\text{mod } 2$ (достаточные условия).*

Число L индикаторных матриц систем функций Уолша N -го порядка, удовлетворяющих условиям теоремы, определяется соотношением [4].

$$L = \prod_{k=1}^l (2^k - k \pmod{2}), \quad l = \log_2 N.$$

Индикаторные матрицы (ИМ) играют чрезвычайно важную роль в системах Уолша. Такие матрицы, во-первых, доставляют возможность компактно описывать системы функций Уолша большого порядка и, во-вторых, позволяют более успешно решать задачи синтеза систем Уолша (по сравнению, например, с достаточно простым, но громоздким методом направленного перебора [5]).

Поясним этапы выполнения эмпирически разработанного алгоритма синтеза систем функций Уолша на основе их индикаторных матриц. Выберем, например, ИМ третьего порядка, полагая

$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Этап 1. Находим матрицу $\bar{\mathbf{J}}$, обратную индикаторной матрице (1)

$$\bar{\mathbf{J}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Этап 2. Вычисляем *обратно инверсную* $\bar{\mathbf{J}}$ *индикаторную матрицу*

$$\bar{\mathbf{J}} = \bar{\mathbf{J}} \cdot \mathbf{1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где $\mathbf{1}$ – матрица инверсной перестановки, в которой на вспомогательной диагонали находятся единицы, а остальные элементы равны нулю.

Этап 3. Составляем *проверочную матрицу* \mathbf{H} (термин заимствован из теории кодирования [6])

$$\mathbf{H} = \mathbf{x} \cdot \bar{\mathbf{J}}.$$

Последовательно придавая вектору \mathbf{x} значения двоичного эквивалента десятичных цифр от 0 до 7, имеем

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Этап 4. Транспонируя \mathbf{H} , получим *порождающую матрицу* \mathbf{G} системы функций Уолша

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Этап 5. По формуле

$$W = x \cdot G,$$

Приходим к синтезируемой матрице системы функций Уолша.

$$W_8 = \{w(k, n)\} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{matrix} & \rightarrow & n \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{matrix} & \left[\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{array} \right] & & \\ & \downarrow & & & & & & & & \\ & k & & & & & & & & \end{matrix}, \quad (6)$$

где $w(k, n)$ – базисная функция Уолша k – го порядка дискретного аргумента n , причем $k, n = \overline{0, N-1}$.

Назовем предложенный алгоритм синтеза систем функций Уолша W по заданной индикаторной матрице J *прямой задачей Уолша*. К *обратной задаче Уолша* будем относить алгоритм вычисления индикаторной матрицы J , соответствующей выбранной системе функций Уолша W . Решение обратной задачи Уолша, естественно, состоит в последовательности этапов вычислений, обратных последовательности этапов, выполняемых при решении прямой задачи Уолша. Пусть, для примера, W задана системой функций (6).

Этап 1. Находим порождающую матрицу G системы функций W_N согласно общему соотношению

$$G = \begin{bmatrix} w(2^l, n) \\ \vdots \\ w(2^1, n) \\ w(2^0, n) \end{bmatrix}, \quad (7)$$

где $l = \log_2 N$.

Из выражений (7) и (6) приходим к матрице (5).

Этап 2. Транспонированием порождающей матрицы (5) восстанавливаем проверочную матрицу (4).

Этап 3. Обратной инверсную \bar{J} индикаторную матрицу (3) получим из проверочной матрицы (4) по формуле

$$\bar{J} = \begin{bmatrix} h(2^l, j) \\ \vdots \\ h(2^1, j) \\ h(2^0, j) \end{bmatrix},$$

в которой $h(i, j)$ – строки проверочной матрицы H .

Этап 4. Преобразованием

$$\bar{J} = J \cdot \mathbf{1}$$

восстанавливаем обратную индикаторную матрицу (2).

Этап 5. Обращая матрицу \bar{J} , находим индикаторную матрицу J (1), соответствующую заданной системе функций W , чем и завершается решение обратной задачи Уолша.

Висновки

В результате проведенных исследований на основе конструктивных правосторонне симметрических индикаторных матриц (т.е. матриц, симметричных относительно вспомогательной диагонали) разработаны достаточно простые правила синтеза симметричных систем функций Уолша произвольного двоично-рационального порядка.

Список литературы

1. Залманзон Л.А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. / Л.А. Залманзон. – М.: Наука, 1989. – 496 с.
2. Карповский М.Г. Спектральные методы анализа и синтеза дискретных устройств. / М.Г. Карповский, Э.С. Москалев. – Ленинград: Энергия, 1973. – 142 с.
3. Никитин Г.И. Применение функций Уолша в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов. / И.Г. Никитин. – Санкт-Петербург: СПбГУАП, 2003. – 86 с.
4. Артемьев М.Ю. Алгоритм формирования симметричных систем функций Уолша / М.Ю. Артемьев, Г.П. Гаев, Т.Э. Кренкель, А.П. Скотников // Радиотехника и электроника, 1978, № 7. – С. 1432-1440.
5. Білецький А.Я. Синтез симетричних матриць Уолша за методом спрямованої перестановки базисних функцій. / А.Я. Білецький, О.А. Білецький, О.Г. Кучер. // Вісник Національного авіаційного університету, 2001, № 3. – С. 63-68.
6. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. / Р. Блейхут. – М.: Мир, 1986. – 576 с.

*K.I. Semenova, student, F.J. Yanovsky, D.Sc., Professor
(National Aviation University, Ukraine, Kyiv)
I.V. Shelevytsky, D.Sc., Professor
(Kryvyi Rih National University, Ukraine, Kryvy Rig)*

FAST PROCESSING ALGORITHMS FOR FRONT-SIDE LOOKING SAR

In this paper, the application of spline-models for SAR image reconstruction is proposed. Advantages of front-side looking radar application are described. However due to difficulties in data processing this type of radar is not frequently used. Knowing antenna pattern and some sounding scheme features surface image can be calculated. Data processing can be performed in real-time mode. Some methods to reach real time processing are considered. They are connected with properties of locality of the spline function and some peculiarities of proposed data processing algorithm.

The synthetic aperture radar principle has been discovered in the early 50th [1]. Since then, this sphere of research and engineering develops all over the world. Synthetic aperture radar (SAR) systems were developed in different countries for civil and for military applications. Examples of such spaceborne missions are ERS-1 (Europe, ESA, 1991), JERS-1 (Japan, NASDA, 1992), ERS-2 (Europe, ESA, 1995), RADARSAT-1 (Canada, CSA, 1995), and ENVISATI (Europe, ESA, 2002). RADARSAT-2, the next Canadian commercial Earth observation SAR satellite was scheduled for launch in 2004. Several airborne SAR systems have also been own with success, such as the CARABAS-II (Sweden, SDRA, 2001)[2], AER-II and the PAMIR (Germany, Fraunhofer-Institute for High Frequency Physics and Radar Techniques FHR, 2002) [3].

SAR systems have wide application: environmental monitoring, earth-resource mapping, and military systems. Synthetic aperture radar systems provide structural information about mineral exploration, oil spill boundaries on water, sea state and ice hazard maps and targeting information to military operations. The purpose may be, for example, to avoid traffic jams or to detect ships in the sea. There are many other applications or potential applications. SAR is a powerful remote-sensing tool that can operate at any weather, rain, fog or at night. The capacity of working in any weather is particularly useful in frequently overcast countries such as those located in the equatorial belt. The penetrating capacity of radar waves is also linked to microwave frequency. It helps them get across light foliage and detect underground structures provided they are shallowly buried in very dry environments [4].

Most of SAR systems are side looking. However front-side looking radar can be really useful because of the ability to look front. It can save time and fuel. Aircraft with front-side-looking radar shouldn't go over target few times before manipulations. Compare to side-looking SAR, front side looking SAR has squint angle – angle between direction of flight and direction of antenna that differs from 90 degrees. That allows looking front and getting the image of the surface in front of the aircraft.

Let's consider the geometry of front-side-looking SAR that is shown in figure 1. H is an altitude, direction of antenna aperture is front, side and down. Incidence angle is α , squint angle is β .

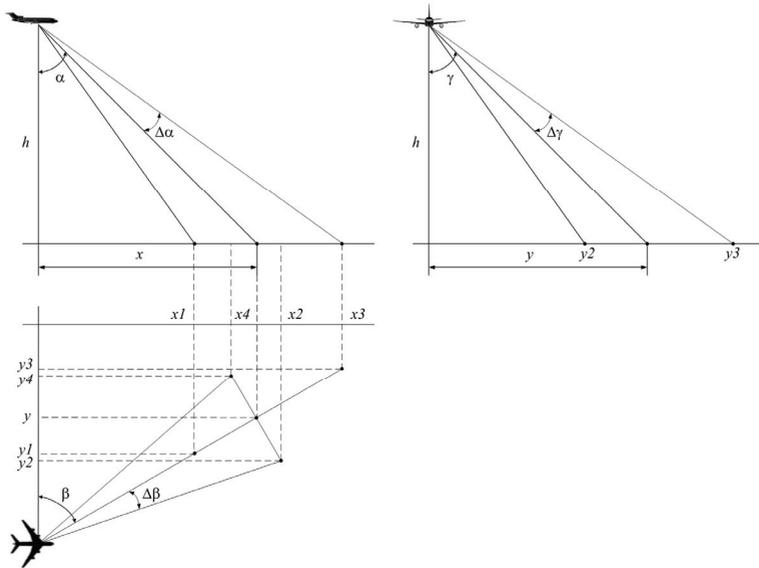


Fig.1. Front-side looking SAR geometry (azimuth geometry, range geometry and top view)

Because of the geometry peculiarities of front-side looking radar antenna footprint is large and has difficult shape compare to side looking radar. Signal reconstruction in SAR depends on the precise knowledge of the platform trajectory. In the case of airborne radars, it is necessary to take into account every possible movement of the aircraft, the path of which is hardly straight and smooth, but quite influenced by yaw, roll and pitch [5]. It makes impossible to use traditional data processing algorithms. Distance to target changes dramatically during formation of synthetic aperture. So the influence of aircraft movement increases as well. In traditional processing phase change is used to reconstruct the image. The signal from separate point target is [7]:

$$s_i(t) = U_i G(t) \exp \left\{ -j \left[4\pi r_i(t) / \lambda - \varphi_i \right] \right\} \quad (1)$$

with U_i - maximum reflection from the target, $G(t)$ - normalized function defined by antenna pattern, $r_i(t)$ - slant distance to target, λ - wavelength, φ_i - phase change of the reflected signal. If the distance between radar and target changes dramatically (like it happens with front-side-looking radar) phase change is impossible to follow, because of different aircraft movement and large antenna pattern. The example of signal model for flight altitude 5000 m, slant distance to target 5000 m wavelength 0.03 m and flight velocity 222 m/s is shown in figure 2.

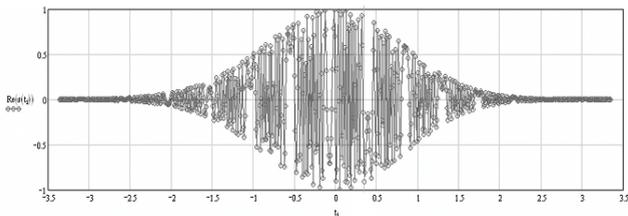


Fig.2. Model of reflected signal change for front-side-looking radar

So the problem of the classical approach is that distance to target changes dramatically during flight over it. This change is much larger than wavelength. So phase also changes dramatically and due to this fact signal from point target looks noisy. It is impossible to construct a matched filter in such situation [8].

This problem can be solved if to reduce antenna beam width. It is impossible to enlarge antenna size. So it is reasonable to use another approach. Signal model that is based on spline can be used. Received signal s_r at the distance r is the line integral along the equal-slant-range L_r :

$$s_r = \int_{L_r} G(\theta_r, l)U(l, A)dl, \quad (2)$$

with $G(\theta_r, l)$ as a local function of antenna pattern, $U(l, A)$ - reflection function with parameters A .

Reflection function $U(l, A)$ is two-dimensional spline constructed on the rectangular grid [9]. Therefore reflections of the signal at the nodes of that grid are parameters of the spline. Expression (2) can be transformed as follows:

$$\dots s_r = \sum_k \int_{x_k}^{x_{k+1}} G(\theta_r, x)U(x, \{A\}_k)dx \quad (3)$$

with k as the quantity of spline pieces along the equal-slant range, $\{A\}_k$ - multitude of parameters which influence on spline-function of reflection on k -th fragment.

The earth surface is divided as a grid, and $\{A\}_k$ are the values of spline-function at the nodes of this grid. The scheme of received signal simulation and example of data processing is considered in details in [10]. As the aircraft with antenna moves, other nodes will be active at the next moment and another system of linear equations will be constructed. That is solving of direct radar task: having values of reflection functions to find received signal S_r . In a matrix form it is:

$$S = PA \quad (4)$$

with S as received signal values, P as planning matrix, depends on values of antenna aperture, A as spline nodes values, surface model.

Planning matrix is formed while aircraft moves. And it represents the footprint movement through the surface data model. Knowing described above system of equations inverse radar task can be solved: that is knowing received

signals S_r to find out parameters A , reflection functions, i.e. to find the surface of the ground. Inverse radar problem relates to incorrectly formulated problems. Using spline-function allows to regularize the inverse problem.

Inverse problem can be solved using Least Squares Method [11]. So the estimation of surface coefficients is:

$$\hat{A} = G \cdot B \tag{5}$$

where $G = (P'P)^{-1}$ and $B = P'S$. Therefore:

$$\hat{A} = (P'P)^{-1} P'S. \tag{6}$$

Algorithm described above is a package algorithm. That means that the image is formed only when the all data is obtained. To do data processing the target should fully pass antenna footprint. The algorithm of the real time processing foresees the acquisition of resulting image during the reception of data. It means forming of image with every sounding pulse. The amount of calculations can be reduced dramatically. First of all the simplest way to reduce calculation is based on the fact that for the unchanging flight conditions and the parameters of sounding (altitude, angles, velocity), the planning matrix P remains the same. Therefore it is necessary to find inverse matrix $G = (P'P)^{-1}$ only once. It is a lot of calculations to find inverse matrix, so this prior calculation of is important. Following calculations optimization of this algorithm can be done taking into account the special type of the G and P matrices. Because of local properties of the spline function these matrices have small number of nonzero elements. For the surface model shown in figure 3, nonzero elements of planning matrix are shown in figure 4.

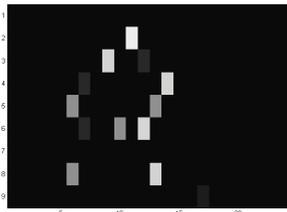


Fig. 3. Image model used for matrices simulation

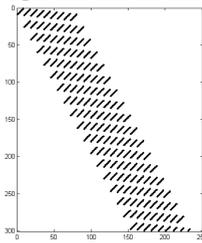


Fig. 4. Example of planning matrix

Clearly, there is no sense to multiply on zero. Also these matrices have a lot of identical values. These values depend on sounding scheme and antenna aperture. In the case of 14 equal slant range lines the amount of multiplication operations is 285, compare to 31000 operations if to simply multiply matrices. In general case the amount of multiplication operations is the product of number of range rates and amount of spline nodes inside the footprint. Then we need to multiply G by B . Again diagonal structure of G can be used.

Let's consider the next step to reach the real time mode. Matrix S that describes an image consists of number of soundings. While aircraft moves the first sounding is not considered in calculations while the one new sounding is added to S . The small change in matrix elements during each sounding can also optimize the

number of calculations. Actually because of this fact there is no need to multiply G and B in whole. Only new data vector should be multiplied with corresponding G values. The developed method is needed to be checked at the real conditions. It is important to take into account aircraft movements influenced by yaw, roll and pitch. Moving targets detection is also a prospective direction. Developed method could be implemented in FPGA. It should be hardware-software complex. Software part should calculate inverse matrix and some coefficients and hardware part should perform parallel calculations for real-time processing.

Conclusions

The method of SAR image reconstruction based in spline models was proposed. Described method allows to reconstruct images in front-side looking SAR that can be very complicated if to use traditional methods.

Application of such type of radars allows more effective get the images of surface that helps to save time and fuel. It is essential in different search operations or in some rescue measures.

According to the property of locality of the spline, the value of received signal on the distance depends on small quantity of parameters as a result we get specific sparse system of linear equations. Methods that use this property to perform real-time calculations were described.

References

1. C. W. Sherwin, J. P. Ruina, R. D. Rawcliffe, Some Early Developments in Synthetic Aperture Radar Systems. IRE Transactions on Military Electronics, April 1962, pp. 111–115.
2. Paulo Alexandre Carapinha Marques, “Moving objects imaging and trajectory estimation using a single synthetic aperture radar sensor”, Technical university of Lisbon, 2004.
3. Ender, J.H.G., Berens, P., Brenner, A.R, Rossing, L., Skupin, U., “Multi-channel SAR/MTI system development at FGAN: from AER to PAMIR”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002.
4. Didier Massonnet, Jean-Claude Souyris, “Imaging with synthetic aperture radar”, EPFL Press, 2008.
5. Henri Maitre “Processing of synthetic aperture radar images”, ISTE Ltd, 2008.
6. G.S. Kondratenkov “Imaging. Radar systems of remote sounding of the Earth”, Radiotekhnika, 2005 (In Russian).
7. V.N. Antipov, V.T.Goryainov, A.N.Kulin “Radar systems with synthetic aperture antennas”, Radiotekhnika, 1988 (In Russian).
8. K. I. Semenova, I. V. Shelevytsky, F. J. Yanovsky, Front-side-looking SAR imaging. International Radar Symposium - IRS, pp. 281-284, 2012
9. I.V. Shelevytsky “Methods and means of spline-technology of digital signal processing”, Kryvyi Rih European University, 2002 (In Ukrainian).
10. K.I.Semenova,I.V.Shelevytsky,F.J.Yanovsky,Application of spline basis for some imaging tasks. Radar Conference (EuRAD), pp.286 – 289, 2012
11. Charles L. Lawson, Richard J. Hanson, Solving Least Squares Problems, Society for Industrial and Applied Mathematics, 1974 – 337p.

**MODEL OF DEVICE FOR TIME-FREQUENCY ANALYSIS OF
METEOROLOGICAL RADAR SIGNALS**

This paper presents the model of a device which implements a new approach for meteorological radar signal analysis and dangerous meteorological zones detection.. It is based on time-frequency least square spline (LSS) decomposition that is rather stable to noise and requires less input data.

Different weather conditions can affect the aircraft during the flight, so the problem of flight safety is quite relevant. Atmospheric turbulence is one of the most common hazardous meteorological phenomena. Radar meteorology provides necessary information to avoid dangerous meteorological zones if they are detected. For such purposes Doppler radar are used, providing an opportunity to detect dangerous zones of meteorological phenomena [1], [2].

For turbulence detection and estimation, the spectral analysis of reflected signal is normally used, particularly the time-frequency methods, [2]. For meteorological signals the spectrograms are the most popular. Some attempts for multiresolution wavelet analysis application are also known in meteorological signals and data analysis [4, 5]. They resulted in positive outcomes at large signal-to-noise ratio (SNR). However, one should take into account that signal interpolation is the basis of the wavelet transform; that is why an efficient estimate on the background of essential white noise is impossible. As a result wavelet transform dissatisfies the requirements if SNR is not high enough. That's why in our previous works [3], [8] and [9], the application of LSS-decomposition was developed and analyzed. It provides some advantages in speed of processing and required minimal sample size that was explained in [8] and [9].

This paper is devoted to the implementation of signal processing procedure based on LSS-decomposition and to designing device model for coherent weather radar time-frequency signal analysis.

Time-frequency decomposition based on multiple scale basis splines [3] and the method of LSS decomposition can be considered as alternative to wavelet decomposition while analyzing meteorological signals. This method saves the simplicity of wavelet analysis, but it is much more stable to noise. Schematic model LSS-schedule was presented in [11].

Due to the simplicity of calculations that enables us to avoid complex numbers and matrix inversion, the decomposition can be hardware implemented. The decomposition scheme is reduced to the serial application of spline-approximators and spline-intepolators [3]. Time-frequency decomposition is usually applied in cases when the frequency properties of the signal are vague or non-stationary. There are many devices that perform time-frequency decomposition using wavelets. However, being based on signal interpolation wavelet decomposition does not give efficient estimate on the background of essential white noise. As a result, the wavelet transform dissatisfies the requirements, if SNR is not high enough. Under the same conditions in

contrast to interpolation the least square method provides the best efficiency (in the sense of the minimum variance) in the class of linear unbiased estimations.

General expression for spline [6] with knot points t_h for LSS-decomposition procedure is:

$$S(t) = \sum_{\tau=0}^R \hat{A}_{\tau} B_{\tau}(t, h_{\tau}), \quad (1)$$

with \hat{A}_{τ} as values of spline in knot points; in LSS-decomposition, the set \hat{A}_{τ} is the estimation of input data with the least square method; $B_{\tau}(t, h_{\tau})$ is a basis spline; h_{τ} is width of basis spline; R is number of knot points.

The method of least squares is often used for estimates' generating and other statistics in regression analysis. LSS parameter estimation [3] is defined as follows:

$$\hat{A} = C^{-1}B, \quad (2)$$

where $B = X'Y$ is the vector, which is a scalar product of the input data and correspondent bases functions, X is a basis functions matrix, $C = X'X$. The matrix C^{-1} has the definite diagonal preference, which is a result of locality of the basic functions. Taking into account the fact that the spline has nonzero values only on the four intervals and is a local function, a significant correlation exists between the knots that are not farther than nine parameters; practically negligible are those elements, which are farther than four elements from the main diagonal. That is why:

$$a_j = d_{i,j}b_j + \sum_{i=1}^4 d_{i,j+i}(b_{j-i} + b_{j+i}), \quad (3)$$

with $d_{i,j}$ as the element of the matrix C^{-1} .

Thus, such approach to LSM allows us to design a generalized scheme for obtaining of LSM estimation of spline parameter as a sequence of linear filters

$$S = X\hat{A} = X(X'X)^{-1}X'Y = LY, \quad (4)$$

where L is the matrix with the rows as the pulse response characteristic of the finite impulse response digital low-pass filters. The number of nonzero elements in the rows of the matrix C^{-1} can be considered as seven, therefore for the calculation seven data segments is needed. To increase the accuracy of calculation it is possible to increase the number of data segments.

For further implementations of the model for multiresolution LSS-decomposition, MatLab Simulink medium was used. A typical block of spline-approximators and spline-intepolators were designed. Being based on previous step a device for decomposition is implemented (Fig. 1). The above model allows us to analyze the performance of the device with machine precision of numbers' representation (i.e. it does not take into account the capacity of a digital device).

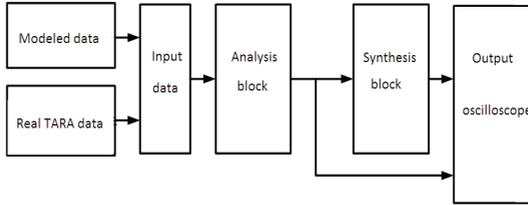


Fig.1. Block diagram of the device implementing the decomposition

The device allows us to handle both simulated and real data. For frequency-time analysis the data of Transportable Atmospheric Radar (TARA) were used. TARA is an S-band FMCW Doppler polarimetric radar [4]. The data were obtained during the rain measurement campaign at the Delft University of Technology (The Netherlands) and provided to the National Aviation University for processing in the framework of the joint project. Input block of the device includes adder and amplifier. Analysis block implements six steps with the corresponding construction of spline functions every sixty-four, thirty-two, sixteen, and so on samples (6 stages) of the decomposition [7]. Synthesis block contains spline-interpolators and adders, where it is possible to determine the delay. The final element of the circuit device is block of output data from the oscilloscope.

The implementation of the least square method (LSM) is done with help of the decimator block that includes hex-files with the corresponding spline bases. At this stage the construction of spline after a certain amount of samples is implemented by using a shift register. In spline-interpolator block the interpolation (multiplying of basic splines on the corresponding knot grid) is performed. The basis changing is done by replacing the coefficients of the filters. Frequency modulated radar signal has a saw tooth shape, 512 "sweeps" in one profile, each with 1024 range rates. Range resolution is 15 meters, so sampling frequency is 20MHz.

In order to find the Doppler spectrum, all 512 sweeps (of same range bin) need to be processed. The LSS – decomposition significantly reduces the amount of information required for calculations. For the implementation of LSS-decomposition the data of the 250 sweep were selected. Thus, required quantity of input data is decreased. For processing and decompositions the signal with vertical polarization (VV) and antenna tilt of 45 degrees was selected. For LSS-decomposition, the first profile data with 512 sweeps of sawtooth signal was used. The decomposition runs during six stages that is shown in Fig. 2, which presents the result of signal processing using analytical calculations. At the first stage of decomposition, the spline fragments according to LSM (least square method) are constructed every 64 samples. The second stage is the difference between the signal and the spline that approximates by fragments constructed every 32 samples; and so on, increasing the number of spline fragments.

The seventh graph in Fig. 3 shows the remains of decomposition, that is, the difference between signal on the sixth graph and approximation spline. Thus, in contrast to wavelets this method of decomposition extracts not low-frequency but high-frequency component.

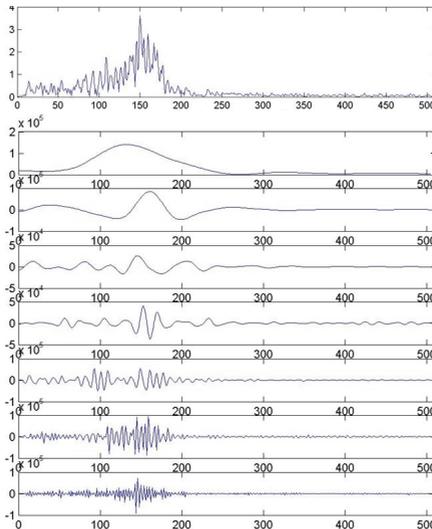


Fig.2. Analytical results LSS-decomposition of TARA data

The next stage of investigation is data processing of the first Profile by using the device designed in MatLab Simulink. Fig. 4 shows the obtained results at each stage of decomposition using the developed device.

Comparison of the calculations with the results of the designed device application shows the similarity of two kinds of signal processing.

Conclusions

This paper has described the implementation of the model for multiresolution LSS-decomposition of real data obtained from TARA radar done in MatLab Simulink. The advantage of LSS-decomposition is the less input data that are needed that leads to increasing the speed of signal processing and thus makes it possible to use this method for real-time mode of radar signal processing.

Results obtained analytically and by using the designed device are identical that indicates their reliability. It should be mentioned that real devices have limited bit number. However, the model with a predetermined number of bits is less universal and requires individual settings depending on the capacity (bit number).

For model implementation of the device with ten digit extension (ten-bit device), the Simulink DSP Altera Toolbox was used. The model developed does not take into account some features that can act in the crystal realization of the programmable logics (say, delay, synchronization, and topology) but at the same time it is quite close model to the real device.

Application of the model as a prototype makes it much easier to perform design and configure a full device for time-frequency analysis based on programmable logics.

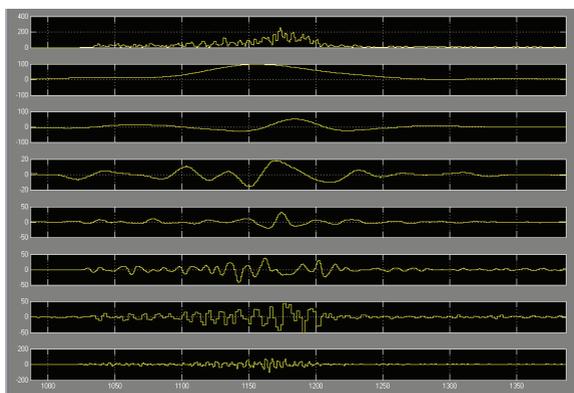


Fig. 4. Results of LSS-decomposition obtained by device

The prospects for further research are related with the search schemes LSS-decomposition the most suitable for the detection of severe meteorological phenomena, the construction of algorithms for detecting turbulence based on statistical hypothesis testing on the coefficients of the decomposition. Then signal processing can be implemented as hardware, software or combined version.

References

1. F.J. Yanovsky, «Meteorological-navigation radar systems of air vehicles», NAU Publishing House, Kiev, 304 pp., 2003 (in Ukrainian).
2. F. J. Yanovsky, «Inferring microstructure and turbulence properties in rain through observations and simulations of signal spectra measured with Doppler–polarimetric radars». In book: Polarimetric Detection, Characterization, and Remote Sensing, Springer, 2011, pp. 501-546.
3. K.I. Shelevytska, O.S. Semenova, I.V. Shelevytsky, F.J. Yanovsky, Least square spline decomposition in time-frequency analysis of meteorological signals, Proc.SPIE, Vol. 8008, pp. 80081T-1 - 80081T-9 (9 pp.).
4. Heijnen, S. H., L. P Ligthart, and H. W. J. Russchenberg, “First measurements with TARA; An S-Band transportable atmospheric radar”, Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere, 25, Issues 10-12, 2000, 995 – 998.
5. N. Takeuchi, K. Narita, Y. Goto “Wavelet analysis of meteorological variables under winter thunderclouds over the Japan Sea”, J. Geoph. Res., Vol.99, Iss. D5, pp. 10751-10758.
6. I.V. Shelevytsky, «Spline-methods and methods of the analysis and synthesis of signals. abstract of a thesis on D.Sc. degree», Kyiv, NAU, 2005 (In Ukrainian).
7. F.J. Yanovsky. Polarimetric Technique for Aircraft Icing Alert Using Airborne Radar. Proceedings of the European Radar Conference, Amsterdam, 2004, 33-36.
8. O.S. Semenova, F.J. Yanovsky, I.V. Shelevytsky “Processing of Polarimetric Doppler radar signals using LSS-decomposition” MMET 2012, Kharkiv, Ukraine, August 28-30, 2012, Conference Publications, 496 – 499.
9. O.S. Semenova, F.J. Yanovsky “Analysis of Meteorological Radar Signals Using LSS-Decomposition” Proc. 9th European Radar Conference, Amsterdam, 2012, 170-173.

Э.Г. Азнакаев, д.ф.-м.н., Д.Э. Азнакаева, Д.Е. Мельников
(Национальный авиационный университет, Украина)

ПРИМЕНЕНИЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ ДЛЯ МОДУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТОВ

Аннотация. В работе рассматривается влияние сегнетоэлектриков на электрические и оптические свойства наноконкомпозитов, в состав которых входят сегнетоэлектрики.

Появление тонких сегнетоэлектрических кристаллов и плёнок значительно расширило диапазон применения устройств радиоэлектронной аппаратуры на их основе вплоть до частот СВЧ диапазона. Можно указать на сегнетоэлектрические резонаторы различных типов, наименее изученными и, вместе с тем, перспективными из которых являются сегнетоэлектрические резонаторы, управляемые напряжением. широкое применение в последнее время находят приборы и элементы на основе всевозможных сегнетоэлектриков; например, титаната бария (BaTiO_3), триглицинсульфата или титаната-цирконата свинца.

При сравнительно большом экспериментальном материале, посвящённом данному вопросу, в доступной литературе отсутствуют макроскопические модели, позволяющие провести машинное моделирование сегнетоэлектрических устройств в нелинейном режиме.

Исходя из вышеизложенного, была поставлена задача отыскания адекватной модели для описания сегнетоэлектрического резонатора как нелинейного инерционного элемента электрической цепи (с учётом инерционности, обусловленной движением доменной стенки в поляризуемом образце).

Такая модель была предложена в виде уравнения электрического состояния резонатора. Решение модели проводилось численными методами, а результаты расчёта сравнивались с экспериментальными данными, полученными разными авторами при исследованиях в данной области.

В итоге достигнуто вполне удовлетворительное совпадение данных эксперимента с результатами машинного моделирования и предложен метод синтеза для определения параметров модели.

Нами предлагается модель состояния сегнетоэлектрического конденсатора

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_r(q)} q(t) = \sigma(q)u(t) + \sum_p \frac{dq_p}{dt}$$

где q — заряд конденсатора; $u(t)$ — приложенное напряжение; τ_r — время релаксации заряда; σ — проводимость потерь, dq_p — изменения заряда,

обусловленные изменением неэлектрических воздействий — температуры, механического давления и др., которые могут быть как результатом трансформации внешнего электрического воздействия в иной вид внутри исследуемого элемента, так и следствием изменения неэлектрических воздействий в окружающей среде.

Эта модель представляет собой своеобразное уравнение баланса для нелинейного элемента с потерями при условии, что электрические размеры образца много меньше длины волны возбуждающего поля. Нелинейность модели в наиболее общем виде выражается нами зависимостью ее параметров от общей реакции — q . Модель не может быть решена без установления зависимости q_p от соответствующих определяющих факторов и задания закона изменения этих факторов во времени. Эффекты, ответственные за появление дополнительных изменений заряда (пирозэффект, пьезоэффект и др.) в технических приложениях имеют самостоятельное значение. Для их проявления должны быть созданы специальные условия.

В первом приближении они рассматриваются как линейные. При отсутствии таких условий имеем замкнутую нелинейную модель, вида

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_r(q)} q(t) = \sigma(q)u(t)$$

параметры которой τ_r и σ соответствуют тому или иному виду материала.

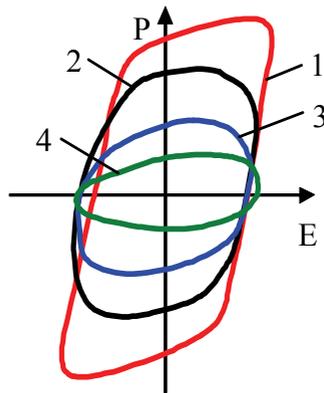


Рис. 1

На рис. 1 приведены динамические характеристики сегнетоэлектрика. P – поляризация сегнетоэлектрика. Характеристики получены и построены для частот: 1 — $f = 20$ Гц; 2 — $f = 50$ Гц; 3 — $f = 100$ Гц; 4 — $f = 200$ Гц. Расчет по

нелинейной модели петель диэлектрического гистерезиса, определяющих электрическое состояние конденсатора в динамике, значительно ближе к экспериментальным результатам, чем расчет по аппроксимационной модели.

В общем случае сегнетоэлектрик представляет собой нелинейно-инерционный элемент. Его нелинейность обусловлена нелинейным характером кривой поляризации, а инерционность — отставанием во времени индукции электрического поля D от напряженности E . В исследовании названных систем возможны два подхода — микроскопический, основанный на модельных представлениях о строении вещества, и макроскопический (феноменологический), описывающий явления в наиболее общем виде, устанавливая основные закономерности явления без использования модельных представлений о строении вещества. Анализ компонентов и структур на основе сегнетоэлектрических кристаллов и пленок, как элементов электрических цепей, представляет интерес для целей электроники.

Видно из рис. 1, что при приложении к нанокompозиту, в состав которого входят сегнетоэлектрики, внешних электрических полей с одинаковой напряженностью электрического поля E , но с разной частотой, будут наблюдаться различные значения индукции электрического поля D внутри нанокompозита. Это можно использовать для управления зарождением и модулирования движения доменов в нанокompозитах из сегнетоэлектриков, а также для получения и модулирования возбуждений и излучений на разных длинах волн в нанокompозитах такой структуры.

Кроме того, при формировании вертикально-слоистой структуры нанокompозита из сегнетоэлектриков различной природы, возможно при приложении одного и того же внешнего электрического поля с некоторой напряженностью E получать различные значения вектора электрической индукции D в разных слоях такой вертикально-слоистой структуры. Это также позволяет модулировать длины волн излучения в различных диапазонах нанокompозитами с такой структурой.

Важными динамическими характеристиками нелинейных сегнетоэлектрических конденсаторов являются время переключения, характер изменения тока и его максимального значения для разных величин приложенного напряжения. Эти характеристики позволяют судить о характере перестройки доменной структуры, а с прикладной стороны характеризуют поведение сегнетоэлектрических конденсаторов при несинусоидальных воздействиях. В литературе чаще всего приводятся результаты экспериментального исследования. Исследованию подвергался конденсатор на кристалле BaTiO_3 , толщина которого менялась в пределах $(0,5 \cdot 10^{-3} \dots 35 \cdot 10^{-3})$ см, с площадью электродов $10^{-2} \times 10^{-2}$ см. В опыте использовался генератор длинных одиночных импульсов с высокой крутизной фронтов (не более 10^7 с). При таких воздействиях нагревом кристалла можно пренебречь.

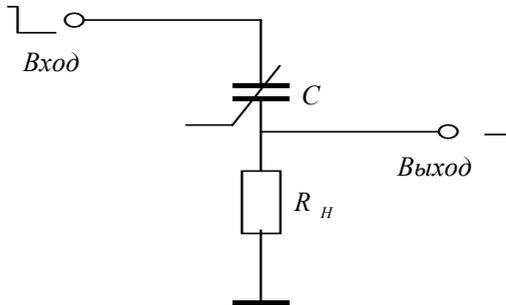


Рис. 2

Эксперимент показал, что максимум тока переключения и величина, обратная времени переключения, нарастают линейно, начиная с некоторого значения внешнего напряжения, т. е. величины поля, воздействующего на кристалл. На рис. 2 показана схема электрической цепи, в которой проводились исследования. Линейные зависимости обратной длительности импульсов электрического тока и его максимального значения i_{\max} в такой электрической цепи объясняются тем, что зарождение новых доменов в сильных полях происходит так быстро, что время переключения определяется в основном временем движения доменных стенок.

Список литературы

1. Бокринская А. А., Мельников Д. Е. Моделирование цепи с сегнетоэлектрическим конденсатором. // Радиоэлектроника. Известия вузов. 2000. Т.43. №7. С. 57-62.
2. Бокринская А. А., Мельников Д. Е. Нелинейные колебания в последовательной колебательной цепи с сегнетоэлектрической емкостью. // Радиоэлектроника. Известия вузов. 2001. Т.44. №8. С. 41-45.
3. Мельников Д. Е. Моделирование хаотических колебаний для целей защиты информации. // Защита информации: Сборник научных трудов. Киев: НАУ. 2001. С. 122-126.
4. Бокринская А. А., Мельников Д. Е. Обобщенная модель переноса заряда в описании лавинно-пролетных диодов. // Радиоэлектроника. Известия вузов. 2002. Т.45. №8. С. 27-32.
5. Мельников Д. С., Мельников С. В. Узагальнена модель переносу заряду у описі діодів Ганна. // Вісник Національного авіаційного університету. Київ: НАУ. 2002. №2 (13). С. 80-84.
6. Азнакаев Э.Г., Мельников Д. Е. Исследование нелинейных моделей биологических систем // Электроника и системы управления. 2007. №7. С. 45-50.

УДК 62

*Пашаев Ариф Мир Джалал оглы, д. ф.-м. н., профессор, академик НАН
Азербайджана, ректор - Национальной Авиационной Академии.*

*Набиев Расим Насиб оглы, д.т.н., профессор, начальник отдела НИИ при
Национальной Авиационной Академии.*

*Гараев Гадир Исахан оглы, инженер - электронщик отдела
НИИ Азербайджанской Национальной Авиационной Академии.*

О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННОГО СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ С МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ

*В статье описываются алгоритм программы стабилизатора переменного
напряжения на МК и изменения, проведенные в этой программе, где
обеспечиваются защита от перегрузки по току, безаварийное переключение
симисторов и помехоустойчивое измерение напряжения.*

При проектировании электронных стабилизаторов со ступенчатым регулированием переменного напряжения на основе современных элементов, их технические и эксплуатационные параметры улучшаются. Схемы блоков управления (БУ) таких стабилизаторов на основе дискретных элементов и микроконтроллеров (МК) описаны в [1-5]. В стабилизаторе с оптимальной электрической схемой одну и ту же задачу можно решить программными обеспечениями (ПО), которые имеют различные алгоритмы.

Целью данной работы является, определение алгоритма и недостатков ПО стабилизатора, который описывается в [4] и улучшение его характеристик, за счет устранения существующих недостатков.

Указанное ПО написано для МК типа PIC16F84, блок – схема его алгоритма показана на рис. 1.

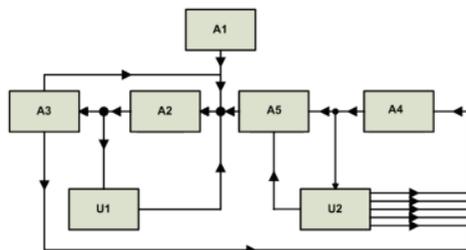


Рис. 1. Блок – схема алгоритма ПО стабилизатора

Эта программа, в качестве исходной, была использована в стабилизаторе, описанном в [3]. Тем не менее, при экспериментальных исследованиях была выявлена необходимость сделать некоторые изменения в программе, а также в принципиальной электрической схеме.

Одним из изменений в программе - дополнительно написанная программа защиты от перегрузки по току (ПЗПТ). Чтобы, обеспечить защиту от перегрузки по току в каждом текущем периоде, после открытия нововыбранного симистора, ПЗПТ располагается между блоками U2 и A4 (рис. 2).

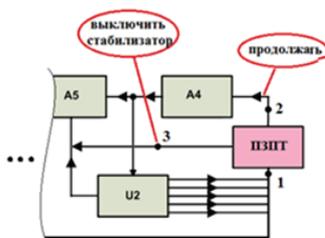


Рис. 2. Размещение ПЗПТ в основной программе

Чтобы защитить стабилизатор от перегрузки по току, после включения МК выбранного симистора, на выходе блока U2 в точке «1» проверяется его наличие. При наличии перегрузки загорается светодиод, сигнализирующий о перегрузке и в каждом периоде содержимое регистра «ТОК» инкрементируется. Если в течение двух секунд в одном из периодов перегрузка по току не обнаружится, содержимое регистра «ТОК» обнуляется, выполнение программы продолжается по основному циклу в направлении точки «2», и далее процесс повторяется. Если перегрузка продолжается непрерывно, то примерно через две секунды в первый разряд регистра «ТОК» записывается "1", выполнение программы идет в направлении точки «3» и стабилизатор выключается. В регистр «ТОК» записывается "1" для того, чтобы обеспечить загорание светодиода, то есть для сохранения информации о перегрузке после выключения стабилизатора.

Таким образом, с помощью данной программы обеспечивается защита от перегрузки по току на входе и выходе стабилизатора и его индикация.

Другое изменение, было внесено в часть программы, где управление передается к следующему симистору, при изменении напряжения. В программе, сначала проверяется наличие перехода, при его отсутствии, выполнение программы продолжается по основному циклу. При наличии перехода выполнение программы выходит из основного цикла и делается задержка предусмотренная программой. В программе, значение этой задержки равно 0.64мс (это значение выполняется, когда в МК применяется кварцевый генератор с частотой 4 МГц). В комментарии оговаривается, что для индуктивных нагрузок необходимо принимать значение этой задержки 10÷15мс. В результате этого, когда управление переходит к следующему симистору, создается нижеописанная проблема.

В цепях управления силовых симисторов используются оптосимисторы типа МОС 3062 с детектором нуля. При индуктивных нагрузках, если снять сигнал управления оптосимистора, который подключен к цепи управления первого силового симистора в момент времени t_1 , симистор выключится в момент t_2 , из-за разности фаз между током и напряжением (рис. 4). Если в

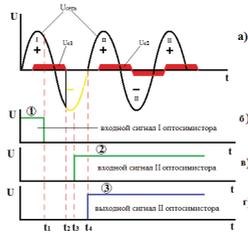


Рис.3. Временные диаграммы входных и выходных сигналов оптосимисторов

течение времени меньше $10 \div 15$ мс от момента t_2 , например, в момент t_3 , приложить сигнал управления к оптосимистору в цепи управления второго силового симистора, оба включатся в момент t_4 (в течение времени $t_4 - t_2$, детектор нуля напряжения не позволяет оптосимистору включиться). В результате, к обмоткам силового автотрансформатора прикладываются две последовательные полупериоды синусоидального напряжения с такой полярностью, что через них проходит постоянный ток (рис. 3,а).

Как известно, индуктивная катушка (обмотка силового автотрансформатора) не оказывает сопротивления постоянному току. Поэтому, второй силовой симистор, после того как он включается, подвергается сильной перегрузке, в течение второго полупериода. Чтобы решить проблему, когда в цепях управления силовых симисторов используются оптосимисторы с детектором нуля, необходимо пропустить полный период синусоиды. А это, при многочисленных переходах, мешает нормальной работе потребителей. В зависимости от мощности и характера нагрузки, момент выключения открытого симистора смещается, поэтому невозможно решить проблему, когда в цепях управления силовых симисторов используются высокочастотные трансформаторы или оптосимисторы, которые не имеют детектор нуля.

В [2] дана схема, которая регистрирует момент выключения открытого симистора с точностью микросекунды. В новой программе, которая написана для этой схемы, при переходе ожидается момент выключения открытого симистора и после его выключения открывается следующий симистор. Преимущество такого построения алгоритма в том, что в этом случае не приходится ожидать до неопределенного времени.

Другое изменение в программе внесено в подпрограмму, где определяется диапазон сети. С приходом измерительного сигнала, импульсы с постоянной частотой, вырабатываемые внутренним генератором, поступают к таймеру TMR0. Количество накопленных импульсов в таймере пропорционально длительности измерительного сигнала.

При определении уровня сетевого напряжения с такой последовательностью, не исключаются искажения измерительного сигнала за счет помех, которые приводят к аварии. Чтобы предотвратить аварии, включение выбранного МК симистора после двух последовательных измерений, результаты которых равны, не решает проблему полностью.

Каким образом помехи, попадая в цепь измерения, создают аварийную ситуацию, объясняется на рис. 4. На рис. 4,а, и 4,б показаны графики измерительных сигналов, где сетевое напряжение соответствует первому и пятому диапазонам. Длительности импульсов соответствующих этим диапазонам, меньше от 2.7 и 6.4мс, соответственно. На рис. 4,с показано присутствие импульсных помех в сигнале, который соответствует пятому диапазону. Как видно из рисунка в этом сигнале присутствуют три ложных сигнала, которые соответствуют первому диапазону. МК в течение 6мс вычисляет все три сигнала и дает разрешение для включения первого симистора. Поскольку в это время, пятый симистор был включенным, происходит короткое замыкание.

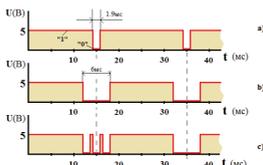


Рис.4. Присутствие помех в измерительном сигнале

По окончании измерительного сигнала значение количества импульсов, которые накапливаются в таймере TMR0, сохраняется в одном из регистров общего назначения, не останавливая таймер в течение 5мс, ожидается приход измерительного сигнала. За это время, в течение нескольких микросекунд определяется диапазон сети и если измерительный сигнал появится вновь, определяется его длительность вместе с помехой и результат добавляется к предыдущему значению. При таком построении программы, воздействие импульсных помех с малой длительностью на измерительный сигнал исключается.

Таким образом, чтобы расширить функциональные возможности стабилизатора с МК, целесообразно одновременно контролировать входные, выходные токи и напряжения. В стабилизаторах со ступенчатым регулированием, контроль состояния каждого электронного ключа в отдельности обеспечит, плавное и безаварийное переключения между ступенями. Учитывая воздействие помех, с помощью совершенной программы, можно минимизировать или предотвратить погрешности измерения и аварийные ситуации в работе стабилизатора, полностью. Для решения этих задач, целесообразно применять высокоскоростные МК.

Список литературы

1. А.М. Пашаев, Р.Н. Набиев, Г.И. Гараев. - *Схема защиты от одновременного открывания двух или более симисторов*, Известия ЮФУ, №2, февраль 2012, с.130 -135.
2. R.N.Nəbiyev, Q.İ.Qarayev.- *Pilləli tənzimləmə ilə elektron gərginlik stabilizatoru*. Elmi Məcmuələr, 2012 - ci il, C. 14, №3, səh. 30 – 36.
3. С.Коряков.- *Стабилизатор сетевого напряжения с микроконтроллерным управлением*. Радио, 2002, №8, с. 26 - 29.

*В.М. Перишаков, д.т.н., проф., К.М. Лисницька, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

РОЗРАХУНОК І ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ

*Розглянуто явище прогресуючого руйнування та результати розрахунку
каркасної висотної будівлі в ПК Ліра.*

Будівництво, як і будь яка інша галузь промисловості, характеризується ймовірністю виникнення аварійних ситуацій. Крім техногенних факторів (вибухи, пожежі, транспортні аварії, падіння кранів, локальні перевантаження конструкцій, помилки проєктантів, недбалість будівельників та ін.) існують також і природні фактори (сейсміка, виникнення карстових провалів в основах будівель, зсуви, урагани і т. д.), через вплив яких можливе виникнення часткової або повної руйнації будівлі. Також відомо, що врахування та дотримання всіх вимог нормативних документів не забезпечує необхідний рівень надійності будівлі. Норми встановлюють лише мінімальний рівень безпечної експлуатації та довговічності конструкцій, використовуючи комплекс коефіцієнтів, що до теперішнього часу залишаються емпіричними [1]. Фактично ці коефіцієнти забезпечують на стадії проєктування конструкції їх експлуатаційний ресурс.

Метою дослідження є: забезпечення не лише безаварійного стану будівлі протягом усього терміну експлуатації, а й у разі виникнення техногенної чи природної надзвичайної ситуації мінімізація збитків.

Зношення та пошкодження несучих конструкцій чи їх зв'язків і, як наслідок, зміна міцності, жорсткості елементів розрахункових схем призводять до зниження конструктивної безпеки споруди. При найгіршому поєднанні негативних обставин вони призводять до раптової відмови та прогресуючого руйнування.

Під прогресуючим (лавиноподібним) руйнуванням розуміють розповсюдження початкового локального пошкодження у вигляді ланцюгової реакції від елемента до елемента, яке в кінцевому результаті призводить до обвалення всієї будівлі або безпосередньо великої її частини.

Існує три категорії методів запобігання або зменшення наслідків прогресуючого руйнування: другорядні заходи (введення додаткових захисних заходів, що загалом не збільшують стійкість конструкції), дотичне або не пряме проєктування (базується на мінімальних вимогах до конструкцій для забезпечення захисту від прогресуючих обвалень) та пряме проєктування. Пряме проєктування в свою чергу поділяється на: метод локальної протидії і метод можливих пошкоджень.

За методом локальної протидії ключові елементи конструкції мають володіти достатнім опором до деякого, відомого завчасно, особливого навантаження. Недоліком є те, що особливе навантаження для розрахунку має

бути апріорним. Насправді ж можливе виникнення зовсім іншого навантаження.

За методом можливих пошкоджень поведінка системи детально аналізується після виключення з роботи певного елемента. Основна ідея методу полягає в тому, що коли один або кілька несучих елементів руйнуються вся конструкція має бути спроможною витримати діючі на неї навантаження. За цим методом необхідно миттєво видаляти один з несучих елементів будівлі та розраховувати її так щоб виключити можливість руйнування [2]. Цей метод на сьогоднішній день набув найбільшого поширення.

Каркасні будівлі мають несучий елемент, який не можливо захистити від прогресуючого руйнування ані другорядними заходами, ані заходами не прямого проєктування. Це ключові елементи каркасу (в першу чергу колони). Для розрахунку будівель від прогресуючого обвалення сучасні нормативні документи [3] рекомендують використовувати різні програмні комплекси, такі як : Ліра, Мономах, SCAD, STARK-ES та ін. Розрахунок будівлі на прогресуюче обвалення в програмних комплексах необхідно виконувати з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності конструктивних елементів, що забезпечує найбільшу достовірність розрахунку і зниження додаткових матеріальних витрат. Для розрахунку необхідно використовувати просторову розрахункову модель. В моделі можуть враховуватись елементи, що являються не несучими в умовах нормальної експлуатації (зовнішні стіни), але в надзвичайній ситуації можуть сприймати аварійні навантаження і активно брати участь у перерозподілі зусиль в елементах конструктивної системи.

Для виконання експерименту використовувався програмний комплекс Ліра. Розглядалася 30 – ти поверхова будівля каркасно-монолітного типу. Висота поверху становить 3.0 м. Клас бетону В30, клас робочої арматури А III. Розміри перерізу колони – 80x80см. Висота монолітної плити перекриття 30см. В якості методу, що дозволяє захистити каркасну будівлю від обвалення без значного збільшення витрат матеріалів, пропонувалося використовувати жорсткі блоки (аутригерних поверхів) по висоті будівлі через кожні десять поверхів. Висота аутригерного поверху пиймалася 2.0 м. Велоса чотири варіанти розрахунку 30-ти поверхової будівлі з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності [4]:

1. Простий розрахунок 30-ти поверхової будівлі. Використовувалася лише стадія монтажу будівлі.
2. Використовувалася стадія демонтажу колони середнього ряду першого поверху.
3. Розрахунок 30-ти поверхової будівлі з використанням стадії демонтажу колони середнього ряду першого поверху та влаштуванням трьох зв'язкових (металеві в'язі) поверхів.
4. Розрахунок 30-ти поверхової будівлі з використанням стадії демонтажу колони середнього ряду першого поверху та влаштуванням трьох зв'язкових (залізобетонні діафрагми) поверхів.

На основі проведеного досліді були отримані результати напруження в плиті перекриття першого поверху, а всієї будівлі цілому (рис 1.).



Рис.1. Ізополя напружень по N_y .

При використанні аутригерних поверхів зменшуються від'ємні напруження на 8% (аутригерний поверх виконаний з металевих зв'язків) і 15% (аутригерний поверх виконаний із залізобетонних стін), і зменшується область додатних напружень.

На основі проведеного аналізу також були отримані результати переміщення плити над зруйнованою колоною вздовж вертикальної осі (табл.1).

Таблиця 1.

Ізополя переміщень вздовж вертикальної осі $Z(G)$

Варіанти розрахунку	Значення переміщень (мм)	
	max значення	min значення
Звичайний розрахунок будівлі з використанням стадії монтажу.	-5.24	-0.582
Розрахунок будівлі з використанням стадії демонтажу колони середнього ряду першого поверху.	-40.1	-0.574
Розрахунок будівлі з використанням стадії демонтажу колони середнього ряду першого поверху та влаштуванням трьох зв'язкових (металеві в'язі) поверхів	-35.3	-0.951
Розрахунок будівлі з використанням стадії демонтажу колони середнього ряду першого поверху та влаштуванням трьох зв'язкових (залізобетонні діафрагми) поверхів	-32.2	-1.26

При руйнуванні колони середнього ряду переміщення, що раніше були розподілені по всій площі плити, значно зростають (в 7.6 раза) і зосереджуються над зруйнованою колоною. При використанні схеми з аутигерними поверхами переміщення незначно перерозподіляються по всій величині плити, зменшуючись у області над зруйнованою колоною на 9 мм.

Висновки

Отже, після руйнування колони середнього ряду 1-го поверху напруження у плиті перекриття, що розташована над цією колоною зросли на 60%. Застосування аутригарних поверхів, виконаних із металевих звязків, дозволяє зменшити напруження в плиті перекриття першого поверху на 55.5% Застосування аутригарних поверхів, виконаних із залізобетонних діафрагм, дозволяє зменшити напруження в плиті перекриття першого поверху на 60%. Таким чином використання аутригерних поверхів значно зменшило величину напруження в плиті і дозволило майже повернути напружений стан плити в початковий варіант.

При руйнуванні колони середнього ряду переміщення, що раніше були розподілені по всій площі плиті, зростають і зосереджуються над зруйнованою колоною. При використанні схеми з аутигерними поверхами переміщення незначно перерозподіляються по всій величині плити, зменшуючись у області над зруйнованою колоною .

Список літератури

1. Оптимизация расчетных параметров строительных конструкций/ Н.А. Крылов, А. А. Воеводин, К. А. Глуховский, Д.П. Хлутков. – Ленинград: Стройиздат, 1989. – 112 с.
2. Као Зуй Кхой. Динамика прогрессирующего разрушения монолитных многоэтажных каркасов: дис. на соиск. уч. степени кандидата тех. наук: 05.23.01/ Као Зуй Кхой. – Москва, 2010. – 193 с.
3. Проектування висотних житлових і громадських будинків: ДБН В.2.2-24:2009. – [чинний від 2009-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 103 с.
4. Мисливець К.М. Аналіз надійності висотної будівлі з урахуванням ризиків прогресуючого обвалення: дис. на здоб. кваліфік. «Магістр будівництва» / К.М. Мисливець. – К.: 2010. – 197 с.

*В.М. Першаков, д.т.н., проф., Р.В. Кротов, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

КОНТРОЛЬ ШВИДКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ЯК ШЛЯХ ДО БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Розглянуто контроль швидкості транспорту для забезпечення безпеки всіх учасників дорожнього руху.

За останні десятиріччя суспільство та індивідууми отримали значні переваги від швидкого удосконалення автодорожніх систем. В той же час промисловість займається виробництвом та продажем моторних транспортних засобів, які здатні рухатись із все більш високими швидкостями. Більш швидкий транспорт сприяє економічному зростанню країн та покращенню загальної якості життя. З іншого боку, ці більш високі швидкості транспортних засобів мають великі негативні наслідки, перш за все в плані дорожньо-транспортних пригод – з летальними випадками, каліцтвами та матеріальним збитком, – але також і в плані дії на екологію, у тому числі шум та вихлопи, і на загальну придатність населених і міських районів до життя.

В останній час збільшився попит, особливо в міських районах, на стратегії, які б послабили такі негативні наслідки. Зростаюча кількість населення вимагає вирішення питань дорожньої безпеки, зменшення несприятливого впливу на навколишнє середовище і покращення загальної якості життя. Зокрема, все більше містких жителів говорить про зниження швидкості транспортних засобів для захисту навколишнього середовища, забезпечення більш високого рівня зручності для жителів в цілому, створення безпеки для пішоходів, велосипедистів, дітей і людей з обмеженими здатностями.

Значні негативні наслідки високої швидкості транспортного засобу для дорожньої безпеки підтверджені багатьма дослідженнями. Взаємозв'язок між ДТП з серйозними травмами, ДТП з летальними випадками і швидкістю моделювали різні дослідники. Існує відома «силова модель» Нільссона [1] (рис. 1).

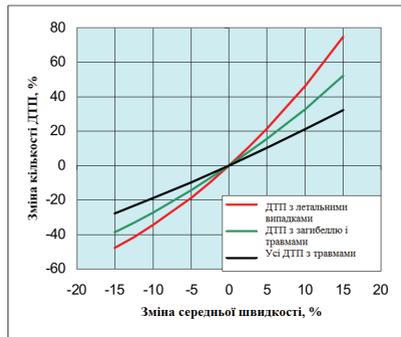


Рис. 1. Силова модель співвідношення між зміною середньої швидкості та ДТП

Ця модель виводить широкі кореляції, які проілюстровані на діаграмі, і дає наступні оцінки наслідків зміни середньої швидкості для ДТП з летальними наслідками, ДТП з летальними випадками та важкими травмами і для всіх ДТП з травмами: збільшення середньої швидкості на 5% призводить до збільшення приблизно на 10% всіх ДТП з травмами і на 20% – ДТП з летальними наслідками. Це ж дослідження відмічає позитивні наслідки зниження швидкості автомобільного транспорту: зниження середньої швидкості на 5% зменшує приблизно на 10% кількість ДТП з травмами і на 20 – ДТП з летальними наслідками.

Як видно на моделі, зниження швидкості на декілька км/год може у великій мірі зменшити ризики і наслідки ДТП.

Дуже важливим і порівняно нещодавнім явищем в межах проблеми високої швидкості стало визнання – і відповідні дії – порогів фізичного опору людського організму тій енергії, яка вивільнюється при ДТП (і яка пов'язана з швидкістю зіткнення). Ці порогові повинні скласти критично важливий вихідний пункт для розробки законів, регламентів і інфраструктури. Наприклад, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, 80-відсотковий ризик загибелі пішоходів відповідає швидкості 50 км/год, а при 30 км/год він знижується до 10% (див. рис. 2) [2]. Використання ременів безпеки у вдало сконструйованих автомобілях може забезпечити пасажиром захист при лобовому ударі на швидкості максимум 70 км/год і 50 км/год – при боковому.

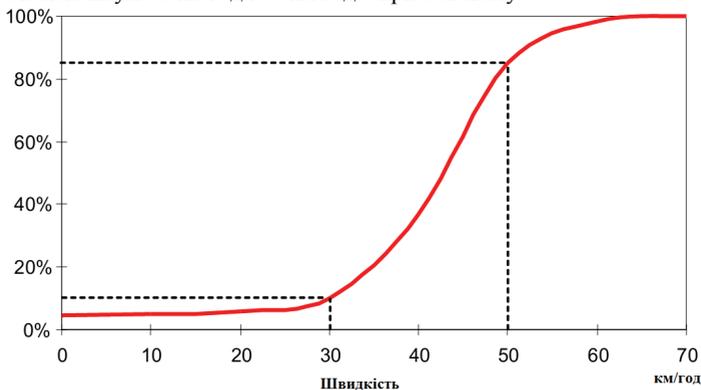


Рис. 2. Імовірність смертельної травми для пішохода при наїзді

З огляду на ці факти, очевидно стає необхідною обмеження швидкості або зменшення її середньої величини. Зниження швидкості руху невідкладно знижує смертність і травматизм на дорогах.

Існують досить успішні приклади рішучих і скоординованих дій, направлених на зниження швидкості. Наведемо два з них:

- Франція. 14-го липня 2002 р., в день національного свята, Президент Франції відмітив, що «боротьба проти небезпеки на дорогах» буде в наступні п'ять років однією із трьох головних цілей уряду. наступного року було прийнято план дій в галузі безпеки дорожнього руху – при

участі кількох міністерств, – з сильним акцентом, зокрема, на дотримання швидкісного режиму із запровадженням автоматизованого правозастосування. Через 3 роки після 2002 р. на дорогах Франції середня швидкість зменшилася на 5 км/год, а смертність від ДТП більше, ніж на 30%. Це – безпрецедентний результат.

- Австралія. В 2002 р. штат Вікторія розпочав проводити стратегію «Доїхати живим» з істотним акцентом і на зниження швидкості руху. Більш енергійне правозастосування і звуження діапазону допуску при перевищенні обмежень призвели до помітних знижень середньої швидкості, особливо в зонах, де встановлена межа складає 60, 70 та 80 км/год. За перші чотири роки реалізації цієї стратегії (2002–2005 рр.) приблизно на 16% скоротилася смертність. Її зниження на території Мельбурна за 2001–2003 рр. на 43% поширилося на всі категорії користувачів доріг. Навіть якщо складно віднести ці показники зниження дорожнього травматизму в цілому на рахунок більш послідовного дотримання встановлених обмежень, особливості динаміки травм і смертельних випадків дали змогу вважати, що воно було одним з основних факторів, які сприяли зниженню травматизму.

Разом з досягненням швидкого підвищення безпеки руху, вирішення вказаними способами проблеми високої швидкості буде значним вкладом до досягнення мети зі скорочення викидів парникових газів.

У доповнення до всіх інших мір керування швидкістю для досягнення їхньої повної ефективності необхідні як традиційне поліцейське правозастосування, так і автоматизований контроль якості, – в тому числі з використанням переносних телекамер, підкріплений дієвими штрафами. Заходи з контролю за дотриманням правил найкраще за все періодично повторювати з різними перервами і різною інтенсивністю. Підвищена інтенсивність правозастосування звичайно забезпечує більший результат. Однак, як показано на рис. 3 [3], найбільший приріст ефективності досягається при збільшенні інтенсивності в 2-3 рази.

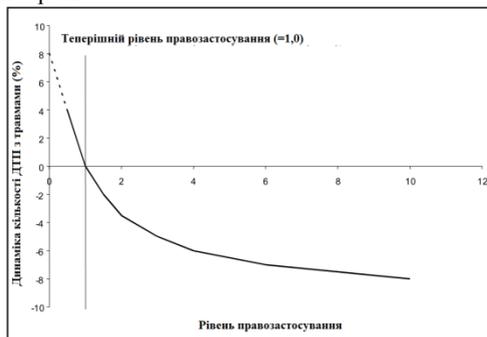


Рис. 3. Співвідношення між рівнем правозастосування і динамікою ДТП.

Правозастосування повинне охоплювати всіх користувачів дорогами і всі типи транспортних засобів (наприклад, мотоцикли і вантажівки). При

автоматизованому правозастосуванні, як показала практика, результати кращі в тому випадку, якщо можливе юридичне притягнення до відповідальності за порушення правил власника транспортного засобу, якого встановити легше, ніж водія.

Свою рентабельність для примусу дотримуватись обмежень швидкості довів секційний контроль (тобто контроль середньої швидкості на певній ділянці дороги), що вказує на доцільність його подальшого застосування.

Допустиме перевищення швидкості повинно бути мінімальним (наприклад, 5%) з урахуванням можливих неточностей вимірювальної апаратури та спідометрів. Більш високі допуски понад встановлені обмеження – неправильний сигнал до водіїв, який робить встановлену межу менш переконливим.

Непередбачуваність періодів правозастосування – одна з найголовніших визначальних якостей в суб'єктивній оцінці водіями ризику зупинки поліцією. Отже, дія програми правозастосування «в будь-якому місці в будь-який час», як можна очікувати, буде більш широкою, особливо у поєднанні з масовим оголошенням.

Досвід застосування автоматичного контролю довів, що це рентабельний підхід, який впливає на безпеку дорожнього руху на рівні мережі, а не тільки в місці розташування камер (наприклад, у Франції впровадження в 2003 р. систем санкцій на основі автоматичного контролю сприяло зниженню в країні рівня смертності від ДТП у 2004р. на 22%). Але передумовою успіху при масштабному впровадженні автоматичних камер реєстрації швидкості є адекватне інформування ЗМІ, груп інтересів та населення. Реінвестування засобів від штрафів у правозастосовну діяльність (у тому числі в експлуатацію камер фіксації швидкості) буде підкріплювати тезис про те, що мета такого контролю – підвищити дорожню безпеку і підтримку громадянами [3].

Висновки

В результаті огляду європейського досвіду контролю швидкості доведено, що обмеження швидкості негайно призведе до скорочення кількості загиблих та постраждалих від ДТП. Пропонується до застосування в Україні.

Список літератури

1. Göran Nilsson. Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety, Lund Institute of Technology and Society, Traffic Engineering, 2004. –111p.
2. Organisation for Economic Co-operation and Development, European Conference of Ministers of Transport, OECD/ECMT Transport Research Centre (2006). Speed Management. OECD Publishing. p. 155.
3. Rune Elvik. Cost-Benefit Analysis of Police Enforcement. Working paper 1. March 2001. – 78p.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРТОЛІТНИХ МАЙДАНЧИКІВ НА ДАХАХ БУДІВЕЛЬ

*Розглянуто оптимальну конструкцію вертолітного майданчика на даху будівлі.
Наведено теоретичні основи розрахунку плити покриття із використанням
методу скінчених елементів.*

Вертоліт в даний час – це найбільш досконалий представник сімейства апаратів вертикального зльоту і посадки. На відміну від літака, він може переміщатися у всіх напрямках. Ця властивість значно розширила область застосування вертольотів.

Міжнародна організація цивільної авіації видала нормативи з проектування вертолітних станцій в різних умовах, включаючи і міські території [1]. Багато фахівців вважають, що техніка вертольотобудування вже дійшла такого рівня, при якому стало можливим створення вертольота, що відповідає всім вимогам експлуатації в умовах міської забудови.

При вирішенні питання розташування вертолітної станції в місті потрібно вирішити доволі складне питання. Вертолітна станція повинна бути розташована таким чином, щоб не створювати дискомфорт мешканцям прилеглих районів, маршрути вертольотів не повинні проходити над зоною заселення, але це не повинно призводити до надмірного подовження маршруту. В умовах забудови, особливо в центральній частині великих міст доцільно розташовувати вертолітні станції на висотних будівлях, а сполучення самої вертолітної станції із першим поверхом забезпечувати за допомогою швидкісних ліфтів. В умовах існуючої міської забудови не завжди можливо забезпечити зліт по-літаковому, оскільки досить важко підібрати земельну ділянку відповідних розмірів з необхідними повітряними підходами. Тоді слід застосовувати вертикальний спосіб зльоту, тобто по-вертолітному без використання впливу «повітряної подушки». Основною проблемою в такому випадку є вибір місця розташування вертолітного майданчика. Старі будинки не здатні витримувати значне додаткове навантаження, що ж стосується нових, то, як правило можливість улаштування вертолітного майданчика на даху закладається ще на етапі проектування. В будь-якому випадку постає питання вибору найбільш економічного варіанту конструкції майданчика, оскільки традиційний варіант (бетонне покриття товщиною більше 20 см) призведе до значного збільшення навантаження на несучі елементи будівлі. Виходячи з цього основні вимоги до вертолітного майданчика на даху наступні: порівняно невелика власна вага, достатня жорсткість та міцність, технологічність та високий рівень механізації будівельних робіт.

Вищенаведеним вимогам в повній мірі відповідає конструкція вертолітного майданчика у вигляді балочної кліті [2]. Це інженерне рішення має наступні переваги: металеві елементи можуть сприймати значні

навантаження при відносно невеликих площах поперечного перетину за рахунок великої міцності металів, за рахунок виготовлення окремих елементів конструкції на заводах досягається високий рівень технологічності та механізації виконання будівельних робіт, при розрахунках метали розглядаються як однорідні, ізотропні та суцільні матеріали, це дозволяє дуже точно описати їх роботу. В роботі представлено конструкцію покриття вертолітного майданчика у вигляді залізобетонної ребристої плити з використанням опалубки, що не знімається. Роль опалубки виконує профільований металевий настил. Плита представляє собою сталезалізобетонний композитний матеріал з жорстким армуванням у вигляді профнастилу і з гнучким армуванням, функцію якого виконує стержнева арматура [2].

Слід підкреслити той момент, що в умовах укладання монолітного залізобетону на великій висоті монтаж опалубки є дуже ускладнений процес. Тому вибір опалубки, що не знімається у вигляді профнастилу є раціональний і економічний елемент влаштування покриття вертолітної площадки. Покриття вертолітної площадки прийнято з двох шарів бетону: нижній шар – легкий пінобетон та верхній шар – міцний бетон високої щільності. Легкий бетон влаштовується для профілювання покриття з метою придання поверхні площадки певних ухилів, товщина даного шару становить 3÷9 см. Верхній шар покриття представляє собою вертодромне покриття товщиною 3 см, яке сприймає на себе головне навантаження від дії шасі вертольоту (рис. 1). Для придання необхідного зчеплення коліс шасі вертольоту на покриття наносяться прорізи глибиною 1-1,5 мм.

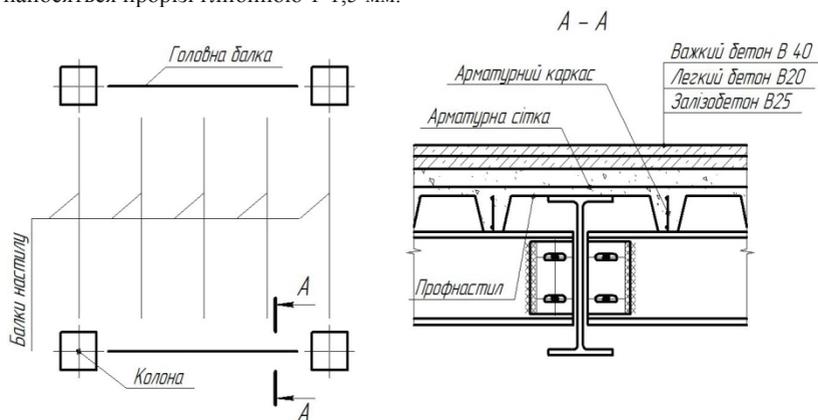


Рис. 1. Схема балочної кліті

В конструкцію верхніх шарів покриття вмонтовано систему електрообігріву по типу «тепле покриття». Дана система антизледеніння представляє собою зміювик, який рівномірно розміщений по поверхні плити та підключений до системи електроживлення. В зимню пору року ця система

забезпечує танення льоду та снігу, який в, свою чергу, безперешкодно попадає в систему водовідводу вертолітної площадки.

Основні етапи розрахунку вертолітного майданчика представлено у вигляді блок-схеми (рис. 2)



Рис. 2. Алгоритм розрахунку плити вертолітного майданчика

При розрахунку вертолітного майданчика було використано метод скінчених елементів [3]. Головна балка розілена на два скінчених елемента по ширині, це дозволяє змодельовати шарнірний зв'язок з опорами Для

модельовання плити можна використовувати програмні комплекси ЛИРА, SINDOM, SCAD та ін. Для вищенаведеного типу покриття результати модельовання та розрахунку показали, що найбільш небезпечними є перерізи 1-1 та 2-2 (рис. 3).

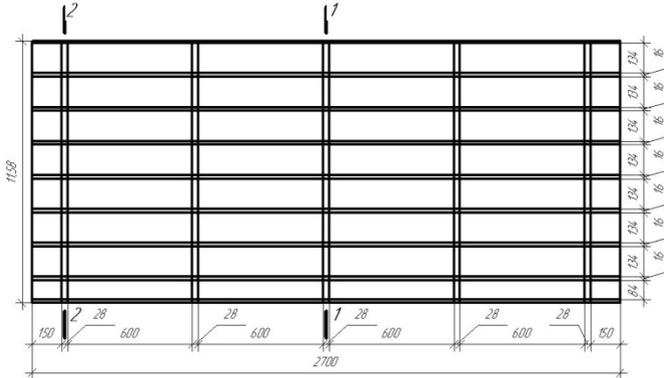


Рис. 3. Небезпечні перерізи

Максимальний вигинаючий момент становить 29 кН·м в перерізі 1-1, максимальний прогин же становить 3,25 см – перерізі 2-2.

Висновки

В статті розглянуто питання проектування вертолітного майданчика на даху будівлі. Показано оптимальну конструкцію виходячи із основних вимог до такого типу споруд. Керуючись діючою нормативною документацією неможливо розрахувати конструкцію в наведених розмірах. Це викликано тим, що в нормативах не відображені останні розрахункові комплекси розрахунку будівельних конструкцій. Представлений метод дозволяє розрахувати складну конструкцію сталезалізобетонної плити покриття та запроектувати оптимальний варіант вертолітного майданчика.

Список літератури

1. Приложение 14 к Конвенции о международной авиации. Аэродромы. Том II Вертодромы. // Рекомендации международной организации гражданской авиации. (ИКАО), 2009. – 110 с.
2. Евдокимцев О.В. Проектирование и расчет стальных балочных клеток: учеб. пособие / О.В. Евдокимцев, О.В. Умнова. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 136 с.
3. Цыхановский В.К. Расчет тонких плит на упругом основании методом конечных элементов / В.К. Цыхановский, С.М. Козловец, А.С. Коряк. – К.: Изд-во «Сталь», 2008. – 236 с.

ПЕРСПЕКТИВНІ ПІДХОДИ ДО ПЛАНУВАННЯ ТА ЗАБУДОВИ МІСТ

У статті висвітлюються переваги нових комплексних методів підходу до питань містопланування та містобудування, сучасний стан та перспективи розвитку як основи для комфортного функціонального проживання людини в місті - ключової умови сталого розвитку міста й суспільства.

Містобудування є невід'ємною частиною сучасного і майбутнього життя людей. Зважаючи на сьогоднішній рівень урбанізації та наукового прогресу, а також на число людей, що виїждять з міста в пошуках комфортніших умов проживання, актуальним і цікавим стає питання нових підходів до містобудування взагалі.

На сьогоднішній день разом із запаморочливими темпами науково-технічного прогресу прослідковуються і певні застійні явища, наприклад, відсутність кардинально нових підходів у вирішенні ключових питань. Сучасна практика планування та забудови міста використовує лише старий досвід та існуючі шаблони і, не звертаючись до комплексного вирішення нагальних проблем, які постійно накопичує, безуспішно намагається вирішити сучасне місто локально. Сьогодні в містах та мегаполісах існує низка організаційних екологічних соціальних проблем [2] і практика показує, що вони не можуть бути вирішені наслідком існуючих напрямків розвитку.

Одним із перспективних напрямів вирішення цих питань є цілісні міські системи, що пропонує автор проекту Венера Жак Фреско. Будівництво нових міст спиратиметься як завжди на економіку, але вона повинна бути ресурсно-орієнтованою.

Ресурсно-орієнтована економіка – це економіка, що базується на сумі всіх ресурсів землі, які визнаються загальнолюдським багатством[5]. Логічність такої економічної системи в порівнянні з грошовою полягає в тому, що ресурси є первинними і важливішими, ніж самі гроші – їх еквівалент. Опора саме на таку нову економіку в процесі проектування, експлуатації, трансформації та утилізації продуктів будівельної галузі сприятиме максимальній економічності, екологічності, відновлюваності в проектах та в натурі й обумовить їх певні особливості.

Набагато простіше побудувати нові, ефективні міста з меншими енерговитратами, ніж намагатися оновлювати і вирішувати проблеми існуючих міст. Проект Венера пропонує створення дослідницького міста, в якому будуть використовуватися передові і доступні будівельні ресурси і технології. У його геометрично витончену і ефективну кругову схему планування будуть включені парки і сади, розташовані навколо міста. Це місто буде розроблено з метою мінімізації енерговитрат, використовуючи найчистіші доступні технології в гармонії з природою, що забезпечить максимально високий рівень життя для кожного жителя. Подібна система

полегшить будівництво ефективної транспортної системи для городян, усуваючи потребу в автомобілях[5], а на етапі проектування зекономить час і ресурси тим, що розроблятиметься проект лише одного сектора, а далі він просто буде скопійований (рис.1).



Рис.1. Макет та комп'ютерна модель міста.

Сільськогосподарський пояс оточений водним каналом і тепличними спорудами. Застосування нових технологій остаточно анулює необхідність у використанні небезпечних хімікатів і пестицидів. Сходячись до центру міста, вісім зелених секторів використовують усі доступні види поновлюваних ресурсів енергії, такі як вітер, тепло і сонце. Житловий сектор являє собою мальовничий краєвид, численні річки, озера і водойми. Будинки та апартаменти органічно вписуються в зелений пейзаж. Широкі можливості нової архітектури відкривають нові горизонти перед мешканцями. Поруч з житловими районами вирощується здорова, різноманітна, екологічно чиста їжа, доступна цілодобово.

Центральна куполоподібна будівля оточена центрами науки, мистецтва, музики, дослідницькими лабораторіями, виставковими залами, центрами розваг і залами для нарад вони повністю укомплектовані всім необхідним і доступні кожному. У цій будівлі зосереджені: комп'ютеризована система управління, освітні та виховні установи, лікарні, пункти зв'язку. Також вона (будівля) є ядром для більшості транспортних служб. Ці служби являють собою горизонтальні, вертикальні, радіальні (променеві) і кругові "конвеєри", здатні з максимальною швидкістю і безпекою доставити пасажирів в будь-яку точку міста. Цей вид транспорту найбільш зручний для жителів і скасовує необхідність в автомобілі. Міжміські поїздки здійснюються за допомогою одноколієних електромобілів, або електропоїздів[4]. Сучасні мегаполіси доцільно замінять агломерації радіальних міст (рис.2).



Рис.2. Вид на міську агломерацію в перспективі.

Звичайно, такі нові міста пропонуються створювати поступово з урахуванням умов, потреб і проблем місцевості, технічних і наукових можливостей на час зведення. Щоб вступити в цей новий світ, перше місто перевірить характеристики проекту на прийнятність і внесе необхідні зміни. Так само можливо розробити і випробувати автоматизоване будівництво для другого міста[4]. У подальшому також не виключається створення морських, підземних, та підводних міст.

Хмарочоси (рис. 3) будуть будуватися з карбонових армованих волокон і попередньо напруженого бетону. Стійкі до землетрусів і сильних вітрів завдяки трьом масивним, довгим конусоподібним колонам шириною до 30 метрів в основі. Така структура послабить осадку, зніме лишні напруження і знизить сейсмічні впливи. Хмарочоси поліпшать міську забудову, забезпечивши більше місця для парків і відкритих просторів.

У кожній висотній будівлі будуть всі види центрів: розподільні, догляду за дітьми, освіти, здоров'я та розваг. У підсумку, це знизить необхідність переміщення далеко за межі цих установ[4]. Також цікавою перспективою є будинки, що самозводяться.

Малоповерхова забудова (рис.3) зводиться в зеленій зоні таким чином, що з одного будинку не видно іншого[5]. Елементи таких будівель виготовлено з попередньо напруженого залізобетону з легкотрансформованим керамічним напруженим шаром. Кожен такий дім – автономна енергосистема[4].



Рис.3. Приклади висотних та одноповерхових будівель.

Зводитимуться нові міста за допомогою найновіших досягнень техніки, машинобудування, програмування таких як 3d-прінтинг, автоматизовані робочі машини, з дистанційним і супутниковим управлінням великих розмірів, та будівлі-самозведення. Деякі приклади зведення та монтажних процесів будівництва відображає (рис.4).



Рис.4 Ведення будівельних робіт великими машинами.

Таким чином, проект Венера, а також Джон Даниг і Т. Саати пропонують обґрунтований новий шлях вирішення нездатності міської

інфраструктури впоратися з постійно зростаючими навантаженнями і погіршенням екологічної обстановки[1]. І це не є якоюсь сталою або завершеною концепцією, це – лише запрошення до конструктивного діалогу, який, виключаючи помилки минулого, поведе нас до кращого майбутнього.

Висновки

Створення для кожної людини безпечних та комфортних для її життя умов існування і розвитку в місті сьогодні є важливим кроком до стабільного життя людства завтра. Зведення на базі сучасних науково-технічних досягнень та ресурсно-орієнтованого економічного підходу нових міст та подальший рух в цьому напрямку – це частина комплексу з економічних, соціально-політичних, та науково-технічних заходів, що дійсно спроможні вирішити наростаючі проблеми людства, не створюючи загрози існуванню наступних поколінь.

Список літератури

1. Данциг Дж, Саати Т. Компактний город. Проект организации городской среды. – М.: Стройиздат, 1977. – 200 с.
2. Єременко Л.К. Дезурбанізація: головний напрям містобудування майбутнього? // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Науково-технічний збірний. – К.: КНУБА – 2008 – Випуск 20.
3. Курумчина А.З. Конструирование будущего как реальности: автореф. дис. канд. фил.наук: 09.00.13. / А.Э. Курумчина; ОГПУ. – Омск: ОГПУ, 2008.
4. Фреско Ж., Медоуз Р. Проектирование будущего. – 2007. URL: <http://www.thevenusproject.com/images/documents/designing-the-future/Russian/RussianDesigningTheFutureEBook.pdf>.
5. TheVenusProject (Проект Венера):[Електронний ресурс] // Офіційний сайт. 2008-2012. URL: <http://www.thevenusproject.com>. (Дата звернення: 09.04.2012).

*О.А. Луцик, аспірант, О.В. Степанчук, к.т.н., доц.
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ ОЧІКУВАННЯ ПАСАЖИРАМИ НА СТАНЦІЯХ МІСЬКОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В М. КИЄВІ

Здійснено аналіз результатів дослідження часу очікування пасажирів транспортного засобу на станціях діючої мережі міського залізничного транспорту в м. Києві.

Однією з найважливіших характеристик рівня якості обслуговування міського населення громадським транспортом (ГТ) є зручний для пасажирів інтервал руху транспортних засобів (ТЗ) та щільно пов'язаний з цим показником час очікування на зупинному пункті. Якщо дотримання маршрутних інтервалів ГТ між ТЗ здійснюється з абсолютною точністю, тоді середній час очікування дорівнює половині його величини.

Як відомо, міський залізничний транспорт (МЗТ) в м. Києві здійснює перевезення пасажирів згідно фіксованого графіку, відповідно до якого плановий інтервал руху між відправленням електропоїздів зі станцій в будній день дорівнює 17 хв. Отже, теоретичне значення середнього часу очікування складає 8,5 хв., яке може суттєво відрізнитися від фактичної величини.

Тому, для встановлення фактичного значення даного часового параметра було проведено дослідження на чотирьох станціях діючої мережі Київської міської електрички (станції Караваєві Дачі, Київ-Пасажирський, Дарниця, Троєщина), на протязі двох тижнів з 06.08 по 16.08 2012 року в робочі дні з 7-00 по 9-00 в ранковий час та з 17-00 по 19-00 у вечірній час.

Даний експеримент був проведений одним інтерв'юером, у вигляді окомірного спостереження, з занесенням потрібних даних в спеціально розробленні бланки. Засобом контролю спостереження був секундомір.

Умовно дослідження поділено на дві частини, завданнями якого є:

1. Фіксування фактичного часу прибуття ТЗ на станцію, тривалість перебування ТЗ на станції та фіксування часу відправлення ТЗ.

2. Фіксування прибуття пасажирів кожні 0,5 хвилини на платформу станції МЗТ на протязі досліджуваного інтервалу руху між ТЗ.

У результаті експерименту було досліджено 25 рейсів МЗТ (деякі з них повторно спостерігались на різних станціях) та 4965 пасажирів, які прибули на станцію. Обробка первинних даних здійснена в програмі «Excel Microsoft».

Отже, за даними окомірного спостереження на станціях діючої мережі МЗТ встановлено, що лише 10% з досліджуваних рейсів абсолютно точно слідує згідно фіксованого графіку руху електропоїздів, 38% рейсів – передчасно прибувають та решта – прибувають на станцію з запізненням, яке коливається від 0,5 хв. до 8,0 хв. (табл. 1).

Для розрахунку середнього часу очікування пасажирів на станції МЗТ скористаємося відомою формулою А.Х. Зільбертала [1]:

$$\bar{T}_{оч} = \frac{I}{2} I \left(I + \frac{\sigma^2}{I} \right), \quad (1)$$

де: σ^2 – середнє квадратичне відхилення фактичного інтервалу руху на маршруті [2],

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n [(X - I)^2]}{n}; \quad (2)$$

X - фактичний інтервал руху між відправленням міських електропоїздів зі станції, що встановлений експериментально, хв.; n - кількість розглянутих значень величини X .

Таблиця 1.

Фактичне значення інтервалу руху між ТЗ на станціях МЗТ в м. Кисві

№ рейсу	Інтервал руху між ТЗ, хв.	Тривалість перебування ТЗ на станції, хв.	Інтервал руху між відправленням ТЗ, хв.	Відхилення від планового інтервалу ТЗ
1	2	3	4	5
Станція Каравасві Дачі				
7310	15,0	0,5	15,5	-1,5
7312	20,0	0,5	20,5	3,5
7314	19,0	0,5	19,5	2,5
7338	20,0	2,0	22,0	5,0
7340	12,0	1,0	13,0	-4,0
7342	24,0	1,0	25,0	8,0
7411	12,0	1,0	13,0	-4,0
7413	20,0	0,5	20,5	3,5
7415	13,5	0,5	14,0	-3,0
7441	17,5	0,5	18,0	1,0
7443	16,0	1,0	17,0	0,0
7445	17,0	1,0	18,0	1,0
Станція Київ-Пасажирський				
7316	11,0	1,0	12,0	-5,0
7318	15,0	1,0	16,0	-1,0
7320	17,0	1,0	18,0	1,0
7344	13,0	1,0	14,0	-3,0
7346	16,0	1,0	17,0	0,0
7348	17,5	0,5	18,0	1,0
7419	14,0	1,0	15,0	-2,0
7421	13,0	1,0	14,0	-3,0
7423	19,0	0,5	19,5	2,5
7449	16,0	4,0	20,0	3,0
7451	16,5	0,5	17,0	0,0
7453	13,0	1,0	14,0	-3,0
Станція Троєщина				
7316	21,0	1,0	22,0	5,0
7318	16,5	1,0	17,5	0,5

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4	5
7320	20,0	1,0	21,0	4,0
7344	11,5	0,5	12,0	-5,0
7346	18,5	0,5	19,0	2,0
7348	15,5	0,5	16,0	-1,0
7411	21,0	0,5	21,5	4,5
7413	19,5	0,5	20,0	3,0
7415	13,0	0,5	13,5	-3,5
7441	16,0	1,0	17,0	0,0
7443	18,0	1,0	19,0	2,0
7445	16,5	0,5	17,0	0,0
Станція Дарниця				
7316	5,0	6,0	11,0	-6,0
7318	10,0	7,5	17,5	0,5
7320	13,0	3,5	16,5	-0,5
7344	6,5	10,0	16,5	-0,5
7346	13,0	5,5	18,5	1,5
7348	8,0	7,5	15,5	-1,5
7421	16,5	4,5	21,0	4,0
7423	9,0	3,5	12,5	-4,5
7425	16,5	3,5	20,0	3,0
7449	11,5	5,5	17,5	0,5
7451	10,5	9,0	19,5	2,5
7453	12,0	5,5	17,5	0,5

Отже, у результаті обчислень:

$$\sigma^2 = \frac{449.25}{48} = 9.36 \text{ (хв.)}; \quad \bar{T}_{оч} = \frac{1}{2} 17 \left(1 + \frac{9.36}{17} \right) = 13.2 \text{ (хв.)}.$$

Як відомо, при вирішенні будь-якого завдання з організації перевезень пасажирів основною вихідною інформацією, необхідною для прийняття обґрунтованого рішення, слугують відомості про пасажирські потоки. Тому, другою частиною експерименту, як було сказано вище, був облік пасажирів безпосередньо на платформі станції МЗТ в м. Києві в залежності від їх часу прибуття на протязі досліджуваного інтервалу руху між відправленням ТЗ. В загальні витрати часу очікування пасажирами на станціях включаємо три складові: час очікування прибуття ТЗ; час, який витрачається на посадку в ТЗ; час очікування поїздки безпосередньо в середині ТЗ (Рис. 1).

Отже, з аналізу результатів дослідження випливає, що найбільша кількість пасажирів (207 чол.) витрачає 8,5 хв. на очікування ТЗ на платформі. В свою чергу, витрати часу на очікування найменшої кількості пасажирів (всього 4 чол.) складають 23,5 хв.

Використовуючи методи теорії статистики, здійснимо оцінку розміру варіації часу очікування міських електропоїздів в залежності від формування пасажиропотоку на станціях. Як відомо, в теорії статистики існує такий абсолютний показник варіації як розмах R , що характеризує максимальну

амплітуду коливань значень ознаки у сукупності і визначається як різниця між верхньою межею останнього та нижньою межею першого інтервалу [2]:

$$R = X_{\max} - X_{\min}, \quad (3)$$

де: X_{\max} , X_{\min} - відповідно найбільше та найменше значення ознаки сукупності.



Рис. 2. – Розподіл пасажиропотоку в залежності від часу очікування на станціях міського залізничного транспорту

В нашому випадку, X_{\max} відповідає величині часу очікування ТЗ на станціях МЗТ найменшої кількості пасажирів, а X_{\min} – відповідно витрати часу на очікування найбільшої кількості пасажирів.

Тому: $R_{оч} = 23,5 - 8,5 = 15$ (хв.).

Знайдений абсолютний показник варіації часу очікування є середнім значенням в залежності від формування пасажиропотоку на платформі МЗТ.

Висновки

Отже, на основі експериментального дослідження на станціях МЗТ було встановлено дві величини фактичного значення середнього часу очікування в залежності від інтервалу руху міських електропоїздів та ставлення пасажирів до надійності планового графіку руху, різниця між якими складає всього 1,8 хв. Експериментально встановлений часовий показник якості обслуговування міського населення МЗТ є досить значними, на що потрібно звернути увагу. Адже зменшення часу очікування на станціях міської залізниці безпосередньо впливає на збільшення частки пересувань населення саме цим видом ГТ загального користування.

Список літератури

1. Горбачов П.Ф. Оцінка середнього часу очікування пасажирями маршрутного транспорту на зупинці / П.Ф. Горбачов // Автомобільний транспорт: Сб. науч. Тр. – Х., 2009. – Вып. 24. – С. 87-90.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://buklib.net/books/25402>.

*О.В. Степанчук, к.т.н., доцент., С.Ю. Тімкіна, старший викладач,
М.К. Родюк, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

АНАЛІЗ РОЗТАШУВННЯ ЗУПИНОК ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА МІСЬКИХ ДОРОГАХ

Розглянуто фактори, що впливають на розміщення зупинок громадського транспорту на міських дорогах, та можливі планувальні рішення дороги в плані біля зупинок.

Щодня мешканці та гості столиці користуються громадським транспортом, щоб дістатись до роботи, вирішити свої справи чи для проведення дозвілля.

Перебування на зупинках – невід’ємна складова цього шляху, щогодини майже тисяча пасажирів перебувають на одній такій зупинці.

Зупинка – спеціально відведене місце для посадки/висадки пасажирів громадського транспорту (автобус, тролейбус, трамвай, електропоїзд, дизель).

Головною проблемою на теперішній час при щорічному зростанні щільності транспортних потоків – стає громадський транспорт, а особливо безмежна кількість маршрутних таксі, що рухаються не дотримуючись Правил дорожнього руху.

При під’їзді до зупинок громадський транспорт має виконати певні етапи руху: гальмування, зупинка, час очікування висадки/посадки пасажирів, набирання швидкості, повернення у загальний транспортний потік.

Від того, як чітко та правильно виконуються ці етапи, залежить безпека руху всіх транспортних засобів на дорозі.

Чи задовольняє відстань, що закладена у нормативні документи, у 20 метрів від перехрестя до зупинки? Спостереження показують, що відсутність конкретного розкладу руху, зосереджує на зупинці таку кількість громадського транспорту, яка в своєму скупченні виходить за межі зупинки. Утворюються черги, що виходить за межі перехрестя, та заважають іншим учасникам транспортного потоку виконувати будь-які маневри. Створення на зупинках, що знаходять у місцях інтенсивного руху транспортних потоків, кінцевих зупинок громадського транспорту, призводить до зменшення пропускної здатності ділянки дороги та збільшення виникнення дорожньо-транспортних пригод (як приклад, зупинка за Індустріальним шляхопроводом, у бік Караваєвих Дач – кінцева зупинка маршрутного таксі "3+17").

На пропускну здатність доріг значний вплив мають параметри автобусних зупинок та інтенсивність руху автобусів. Пропускна здатність в межах зупинок громадського транспорт зменшується. В таблиці 1 наведенні значення коефіцієнтів зниження пропускної здатності K_z , в зоні автобусних зупинок, що враховують вплив наведених факторів. Зона впливу автобусної зупинки складає 400 м.

Таблиця 1

Типи планувальних рішень в зоні автобусних зупинок	Значення K_3 при відстані між зупинками, м								
	> 1200			600 - 1200			< 600		
	Долі маршрутних автобусів у складі потоку, %								
	1-3	3-5	5-8	1-3	3-5	5-8	1-3	3-5	5-8
Додаткова полоса	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Карман” з перехідно- швидкісними полосами та роздільним островком	1,0	1,0	0,99	0,99	0,98	0,96	0,96	0,94	0,91
Те ж, але без островка	0,99	0,98	0,97	0,97	0,90	0,95	0,91	0,92	0,89
Просте уширення	0,90	0,80	0,85	0,85	0,80	0,70	0,75	0,71	0,66

Для підвищення безпеки руху та уникнення взаємного впливу автобусів та автомобілів в зоні зупинки і на перегонах між ними необхідно відокремлення автобусів від потоку автомобілів. В залежності від умов руху можливі різні планувальні рішення (рис. 1).

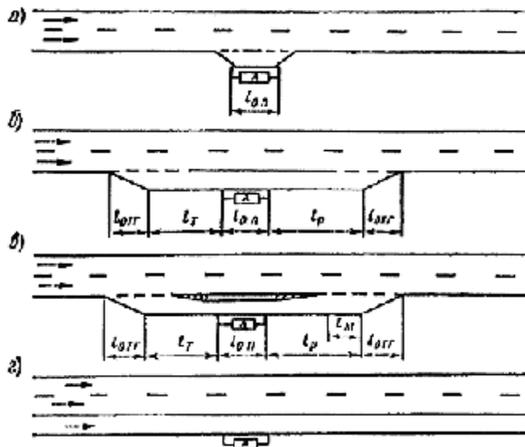


Рис.1. Варіанти планувальних рішень в зоні автобусних зупинок для відокремлення маршрутних автобусів від потоків автомобілів:

а) звичайний “карман”; б) перехідно-швидкісні полоси; в) перехідно-швидкісні полоси з роздільним островком; г) додаткова полоса для автобусів.

Тип планувальних рішень по відокремленню маршрутних автобусів від потоків автомобілів назначають по номограмах раціональних областей застосування різних типів зупинок та додаткової полоси для автобусів, наведені на рис. 2, з урахуванням інтенсивності руху автобусів, а також частоти розміщення автобусних зупинок.

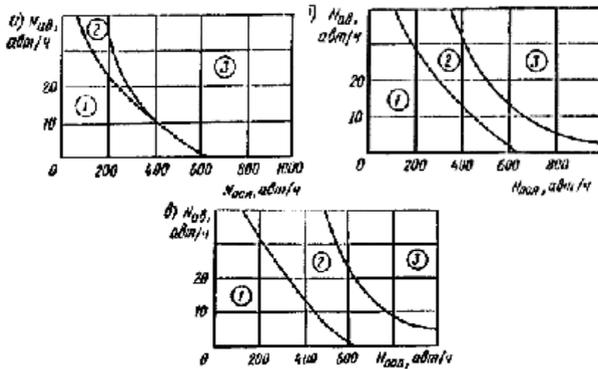


Рис. 2. Области застосування різних планувальних рішень у зоні автобусних зупинок:
а – при відстані між зупинками 400 м; б – 800 м; в – 1200 м:

1 – перехідно-швидкісні полоси; 2 – перехідно-швидкісні полоси з розділним островком; 3 – додаткова полоса для автобусів; $N_{ав}$ – інтенсивність руху автобусів, авт/год.; $N_{пол}$ – інтенсивність руху по полосі.

Довжину ділянки розгону та гальмування перехідно-швидкісних полос та ширину додаткової полоси призначають виходячи з максимально можливої швидкості на кожному конкретному перегоні 85 %-ої забезпеченості в залежності від відстані між зупинками.

Таблиця 2

Відстань між зупинками, м	Максимальна швидкість 80 %-ої забезпеченості, км/год	Довжина ділянки гальмування, м	Довжина ділянки розгону, м	Ширина додаткової полоси, м
200	32	32,9	65,8	3,50
400	43	59,4	118,9	3,60
600	51	83,6	167,2	3,65
800	58	108,1	216,3	3,70
1000	63	127,6	255,0	3,70
1200 та більше	66	140,0	280,0	3,75

Довжина ділянок розгону l_p та гальмування $l_{гал}$ перехідно-швидкісних полос та ширину додаткової полоси призначають виходячи із максимально можливої швидкості на кожному конкретному перегоні 85%-ої забезпеченості в залежності від відстані між зупинками (табл. 3)

Таблиця 3

Відстань між зупинками, м	Максимальна швидкість 80 %-ої забезпеченості, км/год	Довжина ділянки гальмування, м	Довжин ділянки розгону, м	Ширина додаткової полоси, м
200	32	32,9	65,8	3,50
400	43	59,4	118,9	3,60
600	51	83,6	167,2	3,65
800	58	108,1	216,3	3,70
1000	63	127,6	255,0	3,70
1200 та більше	66	140,0	280,0	3,75

Місця розміщення автобусних зупинок в зоні перехрестя в одному рівні у зв'язку з великим різноманіттям факторів, що впливають, слід визначати шляхом порівняння різних варіантів розміщення (перед перехрестям, за перехрестям, поза зоною перехрестя). В загальному випадку рекомендується розміщувати зупинки за перехрестям або примиканням з суміщенням полос розгону для праворуч повертаючих автомобілів та автобусів та обов'язковим уширенням полоси біля автобусної зупинки.

Висновки

В результаті проведених досліджень виявлено, що необхідний перегляд відстаней від перехрестя до зупинки громадського транспорту, закладених нормативні документи, у зв'язку із збільшенням щільності транспортного потоку.

Список літератури

1. ДБН В.2.3-5-2001. Вулиці та дороги населених пунктів
2. ОСТ 218.1.002-2003 Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования.

ВИБІР ТИПУ ТРАНСПОРТНИХ РОЗВ'ЯЗОК І ВАРІАНТІВ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ НА НИХ

Транспортні розв'язки, часто обмежують пропускну здатність автодоріг і створюють затори через неоптимальну організацію руху потоків і наявності конфліктних точок. До цих пір не існує загальноприйнятої методики оцінки перетинів, включеної в нормативні документи. У статті розглянуті основні проблеми вибору транспортної розв'язки з найменшими витратами і найбільшою пропускну здатністю.

Оцінка стану перетинів вулично-дорожньої мережі (ВДМ) є обов'язковою складовою міського проектування для забезпечення транспортного процесу, розвитку інфраструктури як у межах населеного пункту, так і поза ним, нормативно-правового забезпечення перевезень, економіко-математичного забезпечення руху транспортних потоків (ТП). Крім того, необхідно оцінювати ефективність і самих проектних рішень ще на стадії розробки проекту. У зв'язку з цим, критерії та методи оцінки складають один з важливих розділів методичного забезпечення проектування системи в цілому.

В умовах постійного зростання інтенсивності руху потрібно враховувати той факт, що основні магістралі перевантажені, що спричиняє формування заторів.

Аналізуючи літературу [1], можна помітити, що розглянуті варіанти транспортних вузлів, не зустрічаються в сучасній практиці проектування ні в Україні, ні за кордоном (наприклад, криволінійний чотирикутник з 16 шляхопроводами, хрестоподібний тип перетину з 8 шляхопроводами) через невисоку безпеку дорожнього руху, дорожнечі, складності конструкції. А відповідно, існуючим типам, які мають велику популярність у проектувальників, не приділено належної уваги.

Крім того, в ході дослідження нормативних документів з даної тематики, авторами були зроблені висновки про те, що нормативна база з проектування таких елементів ВДМ як транспортні розв'язки досить мізерна і не в змозі освітлити і вирішити всі існуючі проблеми, що виникають при безпосередній експлуатації елемента.

Основна проблема полягає у виборі місця розміщення ТР, а також підборі необхідного типу перетину. Створення в системі автомобільних доріг нового об'єкту транспорту сприяє поліпшенню проїзду по можливих маршрутах руху, збільшує пропускну здатність всієї мережі. Завданням оптимізації ТП по всій дорожній мережі є вибір типу ТР і варіантів організації руху на ній. У дослідженні необхідно змодельовати зміни ТП після введення нового об'єкту. Аналіз повинен включати базу вже наявних показників (інтенсивність, пропускну здатність, місце розміщення, інформація про

прилеглі території), а також відомості про плани розвитку, і в зв'язку з цим, можливі зміни щільності населення і нових ТП.

Запланована організаційна структура повинна забезпечувати якісне транспортне обслуговування прилеглих територій на перспективу терміну служби об'єктів, що зводяться, у вітчизняній практиці не менше 20 років.. Розвиток ТР можна вести поетапно, у міру наростання інтенсивності руху, проте в умовах великих міст, реалізація цього варіанту малоімовірна у зв'язку з неможливістю забезпечити резервування земель під об'єкти транспорту. Особливо необхідно звертати увагу на функцію, виконувану даною автомобільною дорогою або міською вулицею в складі мережі. Транзитна функція з можливістю більш швидкого переміщення на великі відстані призводить до збільшення інтенсивності руху і вимагає підвищеної пропускної здатності шляхом виключення затримок на перетинах і примиканнях, пішохідних переходах, підвищення швидкості руху ТП.

Вибір типу ТР пов'язаний з функцією, виконуваної автомобільною дорогою в складі мережі. Така функція визначає споживчі вимоги до автомобільної дороги, що, у свою чергу, визначає тип і конфігурацію перетинів.

При виборі типу ТР у західних країнах потрібно чітко дотримуватися принципу - основна дорога повинна йти у напрямку основного транспортного потоку, тобто, першим кроком має бути визначення напрямку та інтенсивності руху ТП, що входять на роз'язку і виходять з неї. Всі з'їзди повинні йти направо від напрямку руху основного потоку. Це забезпечує, з одного боку, більш високу швидкість руху по лівій смузі без перешкод руху, з іншого - однотипність дій водія в аналогічних ситуаціях, що знижує ймовірність помилки.

Ще один важливий принцип, що впливає на пропускну здатність - баланс кількості смуг руху на з'їздах і примиканнях. Після примикання автомобільна дорога повинна володіти достатньою пропускною здатністю для пропуску основного і ТП, що вливається. При виборі схеми ТР в обов'язковому порядку аналізуються всі можливі конфліктні точки, що виникають в місцях злиття, роз'єднання або перетину потоків. Відповідна методологія відображена в нормах проектування автомобільних доріг.

Вже давно склав стереотип, що основне призначення ТР - перенаправлення всіх потоків транспортних засобів переважно за допомогою безупинного руху, при цьому пропускна здатність повинна бути однаковою на всіх з'їздах і напрямках. Саме цим вимогам відповідає відносно недорога розв'язка типу повного листа конюшини, яка набула широкого поширення. Аналізую досвід зарубіжних країн, можна знизити витрати, застосувавши схему неповного листа конюшини, в якому за першорядної дорозі організовано неспинний рух з'їжджаючих і виїжджаючих потоків, а на другорядній дорозі влаштовано два Т-подібних примикання в одному рівні. Особливо ця схема актуальна за містом, при відповідних інтенсивностях руху на з'їздах такий тип розв'язки себе виправдовує (рис. 1).

Як видно з малюнка в першому випадку (рис. 1а), лівоповоротні потоки другорядної дороги розташовуються на смугах між з'їздами, і їх протяжність

обмежена відстанню між цими з'їздами. У разі збільшення даних потоків можливості подовжити смуги не буде. У другому варіанті (рис. 1б) дані смуги знаходяться за межами з'їздів, тому їх можна подовжити відносно легко. Також наявність лівоповоротних смуг зумовлена і значна ширина моста у варіантах на рис. 1а і 1в.

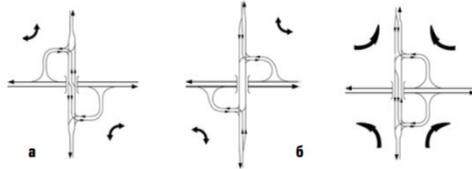


Рис. 1. Варіанти розташування з'їздів розв'язки типу неповного листа конюшини та пріоритетні напрямки потоків: а, б - несиметричні, в - симетричне перетин

При перетині доріг високих категорій з великою інтенсивністю руху необхідно влаштовувати транспортні розв'язки з безперервним рухом на обох дорогах.

Без вираженої інтенсивності цілком підходить стандартний лист конюшини. А при появі хоч одного сильного повертаючого потоку геометрія відповідного з'їзду змінюється, приводячи до додаткових витрат на будівництво, але при цьому серйозно збільшуючи пропускну здатність напрямку і комфорт для водіїв.

Для скорочення будівельних витрат на початковому етапі в Німеччині проектом часто передбачається реконструкція транспортної розв'язки в майбутньому, а будується більш економічний варіант.

Для перетинів високошвидкісних магістралей в межах міста нерідко потрібен індивідуальний підхід як до вибору місця подібного перетину, так і до прийняття принципової схеми транспортної розв'язки. Окремим і дуже важливим питанням є передбачення місць встановлення покажчиків напрямків вже на стадії вибору принципової схеми. Водій повинен менше сумніватися, швидше їхати, вчасно займати потрібну смугу і не допускати помилок. Всьому цьому сприяє планування розташування покажчиків при виборі схеми перетину, інакше це призведе до втрати пропускну здатності.

Перетини в одному рівні створюють серйозні перешкоди для руху транспортних засобів і нерідко є причиною формування заторів. У практиці країн Західної Європи застосовуються декілька методів підвищення їх пропускну здатності при одночасному обмеженні швидкості руху. Одним з часто вживаних методів є пристрій кругового перетину. Кругові перехрестя можуть бути як регульованими світлофори-рами, так і нерегульованими.

Документальне дослідження питання не виявило єдиної методики вибору варіанта організації руху на кільцевих перетинах. Це доводять і дослідження, що проводяться на кільцевих перетинах міста Києва.

Прийнятий варіант організації руху повинен забезпечити [2]: мінімальні втрати часу автотранспорту; необхідну пропускну здатність перетину; безпечні умови руху; зручність руху для найбільш завантажених напрямків.

При порівнянні варіантів організації руху на кільцевих перетинах слід враховувати [2]: розподіл інтенсивності руху за напрямками; втрати часу автотранспорту при проїзді через ділянку переплетення і при очікуванні в'їзду з неперіоритетного напрямку.

Вихідними даними для вибору схеми організації руху на кільцевому перетині є [2]: планувальне рішення; інтенсивність руху; розподіл потоків за напрямками.

Критерії для порівняння варіантів перетинань: довжина черги на в'їзді; середня затримка; максимальна затримка; частка зупинених автомобілів; максимальне число зупинених автомобілів; рівень завантаження.

Для вибору варіанта організації руху розроблена наступна методика:

1. Визначити максимально можливо кількість автомобілів у черзі на кільцевій частині між центральним напрямним острівцем і основою гірлового направляючого острівця.

2. Визначити рівень затримки руху, відповідаючи цій черзі.

3. Зіставити цей рівень з максимально допустимим рівнем затримки руху за умовами експлуатації.

3.1. Якщо затримка в черзі більше допустимого, то варіант організації руху вибирається за максимально допустимому значенню затримки руху.

3.2. Якщо затримка черги менше максимально допустимого значення затримки руху, то оптимізація варіанту організації руху на кільцевому перетині здійснюється за рівнем затримки черги.

4. Потім за відповідною номограмою при обраному рівні затримки вибираємо варіант організації руху. Для цього на номограмі необхідно зіставити значення інтенсивності кільцевого і в'їжджаючого потоків.

4.1. Якщо ці значення перетинаються над лінією, що відповідає вибраному рівню затримки, то пріоритет віддається кільцевому потоку.

4.2. Якщо ці значення перетинаються під лінією, то пріоритет віддається в'їжджаючому потоку.

4.3. Якщо точка перетину значень лежить в області конкуруючих варіантів, то робиться висновок про те, що кільцевий перетин з існуючими параметрами надалі не може функціонувати ефективно.

Висновки

Викладені принципи і підходи до проектування транспортних розв'язок, перетинань і примикань дозволяють істотно збільшити пропускну здатність ВДМ, а при їх ігноруванні ймовірність виникнення заторів на новозбудованих об'єктах багаторазово зростає. Створення державою умов для надання недорогих і ефективних транспортних послуг автомобільним транспортом, поряд з підвищенням продуктивності праці, є одним з головних важелів розвитку вітчизняної економіки, у тому числі в період кризи.

Література

1. Гохман В.А., Візгалов В.М., Поляков М.П. Перетину і примикання автомобільних доріг. - М.: Вища школа, 1989.

2. Сільянов В.В., Каюмов Б.К. Методичні вказівки з проектування кільцевих перетинів автомобільних доріг Мінавтодор РРФСР. - М.: Транспорт, 1980 - 76 с.

*А.О. Белятинський, д.т.н., проф.,
А.В. Гулюк, аспірантка
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ҐРУНТОВИХ СПОРУД

Дорожня галузь, яка включає в себе великий комплекс питань, пов'язаних з проектуванням, будівництвом, ремонтом, реконструкцією і експлуатацією лінійних і нелінійних дорожніх споруд, стала однією з перших, слідом за цивільним будівництвом, де впровадження геотекстильних матеріалів досягло найбільших обсягів, зростання яких триває і донині.

Актуальність проблеми підсилення стійкості ґрунтових споруд, а особливо слабких перезволожених ґрунтів за допомогою армуючі прошарків з геотекстильних матеріалів зумовлена зменшенням об'ємів земляних робіт, а також вартості будівництва. В цьому випадку використання армуючих прошарків дасть змогу відчутно зменшити об'єми земляних робіт, що досить важливо в умовах будівництва на обмеженій території, наприклад, в місті.

На даний час опублікована велика кількість робіт, присвячених розрахункам стійкості ґрунтових споруд, укосів штучних споруд, а також способам і методам стабілізації їхнього стану. Аналіз літературних джерел показує, що відсутність єдиного підходу у вирішенні питання раціонального вибору типу і місця розташування геотекстильних матеріалів в нестійкому ґрунтовому масиві, значно зменшує ефективність застосування цих матеріалів..

Існує велике розмаїття геотекстильних матеріалів і варіантів конструкцій із текстильними прошарками. Подібна класифікація має суттєве значення для вибору того чи іншого геотекстильного матеріалу в плані розробки раціональних типів дорожніх конструкцій стосовно до конкретних інженерно-геологічних, ґрунтових і погодно-кліматичних умов будівництва та реконструкції.

Армуюча функція геотекстильного прошарку обумовлена здатністю матеріалу чинити опір розтягу, включаючи в роботу прилегли до потенційно нестійкої області зони ґрунтового масиву і змінюючи його напружений стан. Оскільки ґрунтові споруди працюють на стискання, то вкладання будь-яких армуючих матеріалів покращує їх міцнісні властивості. У вітчизняній практиці широке застосування знайшли для цих цілей неткані голкопробивні і термоскріплені матеріали. Вони використовуються для влаштування доріг, на ділянках слабких основ (перезволожені глинисті ґрунти). При розробці і призначенні конструктивних рішень вибір геотекстильного матеріалу визначається несучою здатністю ґрунтів природної основи, самого матеріалу, його потужністю і показниками фізико-механічних властивостей, інтенсивністю транспортного навантаження та ін. Відсутня несуча здатність

ґрунтів природної основи повинна компенсуватися несучою здатністю застосованого геотекстильного матеріалу.

Для насипів, особливо «мокрих», коли робочий шар представлений ґрунтами підвищеної вологості або перезволоженими ґрунтами, ефективність використання геотекстильного прошарку доведена на практиці, а саме під час будівництва автомобільної дороги Обхід м. Донецька на ділянці км 2+200 – 4+500 (ПК 78+00–ПК 80+50). Конструктивне рішення для даної дороги наведено на рис. 1.

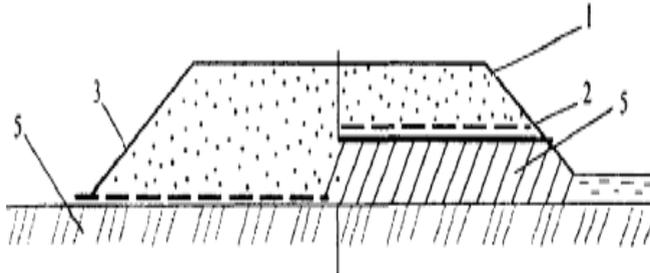


Рис. 1. Конструкції автомобільної дороги з використанням нетканих матеріалів на перезволоженому ґрунті (Обхід м. Донецька): 1 - насип; 2 – геотекстильний матеріал; 3 – слабкий ґрунт; 4 - нижня частина насипу; 5 – глинистий ґрунт

Як уже зазначалося, геотекстильні матеріали знайшли широке застосування при будівництві автомобільних доріг в якості розділових прошарків на слабких основах. Геотекстильний матеріал для армування слід підбирати таким чином, щоб стійкість насипу на слабкій основі була забезпечена як на стадії будівництва (і при початковій експлуатації), так і під дією розтягуючих напруг, що реалізуються протягом всього терміну експлуатації споруди. Однак і в цьому випадку зсув не виключається, хоча за рахунок армуючого елемента (тобто його номінальної і тривалої міцності) зсув буде проходити більш рівномірно, зменшуючись по величині. Практика показує, що величина зсуву і час його проходження, в тому числі і армованих споруд, регламентують терміни улаштування монолітних шарів дорожнього одягу. У зв'язку з цим в зарубіжній і вітчизняній практиці розроблено варіанти регулювання (прискорення) ходу зсуву у часі або виключення його взагалі на основі застосування різних типів геотекстильних матеріалів.

Такий тип конструкції являє собою насип на слабкій основі, стійкість якого не забезпечена ні в процесі будівництва, ні в період експлуатації. Комбіноване рішення включає в себе наступні аспекти:

- улаштування стрічкових дренажів для прискорення зсуву слабкої товщі ґрунту;
- армування геотекстильними матеріалами.

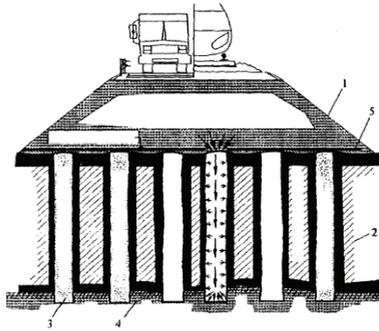


Рис.2. Конструкція насипу на слабкій основі з дренами і геотекстильними матеріалами:

- 1 - насип; 2 - ґрунт слабкої основи; 3 - піщані палі-дрени в оболонці з геотекстильних матеріалів; 4 - міцний ґрунт; 5 - георешітка

Висновки

Досвід використання геотекстильних матеріалів при будівництві показує, що завдяки функції розділення підвищується довговічність конструкції, подовжується термін експлуатації, зберігається функція дренажу, що дуже важливо при будівництві на перезволожених ґрунтах.

Підбір оптимального типу геотекстильного матеріалу дозволить забезпечити основні властивості конструкції, що дозволить подовжити термін служби і зменшити експлуатаційні витрати.

Використання геотекстильних матеріалів при будівництві на слабких (перезволожених, глинистих) ґрунтах дозволяє забезпечити економічну і надійну експлуатацію споруд в несприятливих умовах, а також знизити собівартість і підвищити експлуатаційні та технічні якості, що дозволяє економічно вигідно і надійно укріпити несучу здатність основи.

Список літератури

1. Заворицький В.Й., Ткачук В.М. Технологія будівництва земляного полотна автомобільних доріг (тексти лекцій). Ч.2. – К.: НТУ, 2004-67 с.
2. Ніколайчук А.В. До питання стабілізації ґрунтових споруд за допомогою геосинтетичних матеріалів. Збірник Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. К.: НТУ, 2001 – с.201-207.
3. Носова В.П. Методические указания по применению геосинтетических материалов в строительстве. – М.: Моск.а/м дор. институт, 2011. – 97 с
4. Тимофеева Л.М. Армирование ґрунтов (теорія и практика применения), ч.1. Армирование оснований и армоґрунтове подпорніе стени. Перм: ППИ, 2001. – 475 с.

*В.С. Степура, к.е.н.
І.Л. Рябуха, студент
(Національний авіаційний університет, Україна м. Київ)*

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Розглянута система математичних моделей для визначення ефективності інвестицій в будівництво й реконструкцію автомобільних доріг і обґрунтування найбільш оптимального варіанту.

Вступ. Сучасний стан дорожньої галузі зумовлює формування та вирішення наступних основних проблем: - забезпечення номінальних строків служби вкладень; підвищення ефективності роботи автомобільних доріг; екологію автомобільних доріг.

Вирішення поставлених проблем і часткових завдань потребують варіантного підходу і ретельного аналізу економічної ефективності основних напрямків техніко-економічних обґрунтувань прийнятих рішень.

Постановка задачі. При техніко-економічному обґрунтуванні принципового напрямку траси автомобільної дороги, розробки генеральних схем автомобільних доріг або схем районного планування необхідно враховувати наступні технічні параметри: довжини ділянок на місцевості з різними характеристиками рельєфу; характеристики рельєфу місцевості; склад дорожнього руху; середні технічні швидкості автомобілів різних типів у транспортному потоці; категорію дороги; тип дорожнього покриття; інтенсивність і склад руху; показники про дорожньо-транспортні випадки (ДТВ); стан дорожніх одягів і покриттів.

Вирішення поставленого завдання. Середньозважене для варіанта значення технічної швидкості автомобіля j -го типу, визначають за формулою

$$v_j = \frac{\sum_i v_{ij}}{\sum_i N_{ij}}, \quad (1)$$

де v_{ij} - швидкість на i -ій ділянці автомобіля j -го типу; N_{ij} - середньорічна добова інтенсивність руху на кожній з i ділянок з різними характеристиками рельєфу автомобілів j -го типу.

В подальшому розрахунки економічної ефективності при обґрунтуванні ширини проїзної частини автомобільних доріг рекомендується вести в наступній послідовності: призначають ширину проїзної частини орієнтуючись на положення ДБН В.2.3-4-2007; уточнюють обсяги й вартість робіт, визначають середні швидкості транспортних потоків і розраховують

ймовірне число ДТВ; обчислюють показники одноразових і поточних витрат і виконують розрахунки ефективності капітальних вкладень.

При визначенні поточних витрат по варіантах варто виходити зі швидкості руху потоків автомобілів, обумовлених виразом, $v = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot v_{nm}$ де v_{nm} - середня швидкість руху транспортного потоку, обчислена з урахуванням категорії дороги, типу дорожнього покриття, характеру рельєфу місцевості й складу транспортного потоку, км/год; τ_1 - коефіцієнт, що враховує вплив ширини проїзної частини: при ширині проїзної частини $V_{ш} < 7,5$ м, $\tau_1 = 1,43 - 0,375 V_{ш} + 0,416 V_{ш}^2$; при $V_{ш} > 7,5$ м, $\tau_1 = 0,77 + 0,0307 V_{ш}$; τ_2 - коефіцієнт, що враховує вплив ширини узбіч $V_{вз}$: $\tau_2 = 0,603 + 0,175 V_{вз} + 0,019 V_{вз}^2$; τ_3 - коефіцієнт, що враховує вплив числа смуг руху на швидкість транспортного потоку.

При визначенні кількості ДТВ (a_p) обчислення ведуть за формулами: для доріг з двома смугами руху (авар./млн. авт.-км.

$$a_p = \left[0,146 \cdot 10^{-3} \cdot N_p - 0,633 \cdot 10^{-5} \cdot (\varepsilon \cdot N_p)^2 + 0,140 \cdot 10^{-7} \cdot (\varepsilon \cdot N_p)^3 \right] \cdot M_D; \quad (2)$$

- для доріг з числом смуг руху понад дві

$$a_p = \left\{ 0,90 + 0,9424 \cdot 10^{-5} \cdot N_p \right\} M_D, \quad (3)$$

де N_p - інтенсивність руху розрахункового року, авт./добу; ε - коефіцієнт переходу від середньорічної добової до розрахункової годинної інтенсивності ($\varepsilon = 0,076$); M_D - коефіцієнт, враховуючий вплив елементів автомобільних доріг на аварійність.

При невеликому числі варіантів і при умові, що в кожному з порівнюваних варіантів одноразові витрати протягом строку роблять тільки один раз показником найкращого варіанту буде мінімум річних приведених витрат:

$$P_{np}^{pic} = E_n \cdot K + C, \quad (4)$$

де K - одноразові витрати; C - річні поточні витрати.

Швидкість руху транспортних потоків при техніко-економічному порівнянні варіантів дорожніх одягів рекомендується визначати згідно формули:

$$V_p = v \left[V_{nm} - f(E_y, S, N_{op}) \right], \quad (5)$$

де v - показник, що враховує зміну швидкостей руху при різному експлуатаційному стані дорожнього покриття протягом року під впливом природно-кліматичних факторів $v = 365^{-1} \sum_i^i m_i g_i$; m_i - число днів експлуатації з різним станом дорожнього покриття протягом календарного

року; g_i - коефіцієнти зниження швидкості при різному стані дорожнього покриття; V_{nm} - середня швидкість транспортного потоку; E_v - модуль пружності дорожнього одягу; S - рівність дорожнього покриття; N_{op} - інтенсивність безпечного руху.

Під час реконструкції (капітального ремонту) автомобільної дороги можливі різні перетинання, витрати на влаштування яких повинні враховуватись при визначенні поточних витрат.

При порівнянні варіантів перетинань автомобільних доріг рекомендується наступний порядок розрахунків:

- виходячи з інтенсивності руху по головній і другорядній дорогах призначають варіанти планувальних рішень перетинання;
- для кожного варіанта визначають втрати часу автомобілів від простоїв і значення швидкостей у межах загальних для всіх варіантів границь порівняння, що відповідають найбільшій протяжності зони зниження швидкостей;
- визначають одноразові й поточні витрати в межах границь порівняння варіантів;
- виконують порівняння витрат за кожним з варіантів.

Капіталовкладення в автомобільний транспорт в межах перетину, визначаються за формулою

$$K_{t.a.} = \frac{365A}{T_a} \left(\sum^i \frac{L_i N_{ti}}{V_i} + \sum_l^{24} t_{np} \right), \quad (6)$$

де N_{ti} - середньорічна добова інтенсивність руху в t -му році на перетині по i -му напрямку, авт./добу; V_i і L_i - відповідно швидкість км/год, і шлях пробігу км автомобілів на перетині по i -му напрямку; t_{np} - втрати часу при стоянні автомобілів у перетинання, авт. -год.

Розміри поточних автотранспортних витрат на перетинаннях автомобільних доріг визначаються за формулою:

$$C_{taa} = 365 \left[\sum^i N_{ti} L_i S_i + \sum_1^{24} t_{np} S_{np} \right], \quad (7)$$

де S_i - середня вартість 1 авт.-км. пробігу автомобілів i -го напрямку на перетинанні, грн./ авт.-км.; S_{np} - видаткова ставка під час стояння автомобілів з працюючим двигуном, грн./ авт.-год., її приймають рівній сумі постійних витрат і заробітної плати водіїв за 1 год. роботи.

При порівнянні варіантів перетинань автомобільних доріг із залізницями всі показники одноразових і поточних витрат визначають для ділянки в межах зони впливу перетинання.

Сумарний час простою автомобілів у перетинання із залізницею в одному рівні в авт.-год. протягом одного року може бути визначений за формулою

$$t_{nt} = 0,005M_n N_t t_{закр} \left(1 + \frac{0,1N_t}{60m} \right), \quad (8)$$

де M_n - добова інтенсивність потягів; N_t - добова інтенсивність руху автотранспорту; $t_{закр}$ - тривалість закриття переїзду при проїзді одного потягу, хв. (2-5 хв.); m - пропускна здатність переїзду, авт./хв. (зазвичай приймається 10 авт./хв.).

Необхідні для розрахунків поточних витрат річні втрати часу транспортних потоків в авт. - год., викликані зниженням швидкостей руху в межах зони впливу перетинання, визначаються за формулою:

$$t_{n.з.} = 365N_t \left(\frac{L_n}{V_{cp}} - \frac{L_n}{V_m} \right), \quad (9)$$

де N_t - середньорічна добова інтенсивність руху по автомобільній дорозі в t -му році; L_n - протяжність зони впливу переїзду на швидкість руху транспортного потоку, км; V_{cp} - середня швидкість автомобілів у зоні впливу перетинання, може бути знайдена за виразом $V_{cp} = 0,5(V_m + v_{пер})$; $v_{пер}$ - швидкість руху автомобілів транспортного потоку через переїзд, км/год. (приймається залежно від ступеня оснащення переїзду); V_m - швидкість руху автомобілів поза зоною впливу перетинання, км/год.

Висновки

Як показує досвід використання сучасних методів на етапі проектування і техніко-економічного обґрунтування різних варіантів надає можливості завчасно прийняти оптимальне рішення та зекономити так дефіцитні фінансові ресурси.

Список літератури

1. Кизима С.С. Експлуатація автомобільних доріг: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом підготов. «Будівництво» / - К.: НТУ, 2009. - 272 с.
2. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог. ВСН 21-83. Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1985.
3. Гохман В.А. , Ромаданов Г.А. Общий курс автомобильных дорог. Учебник для вузов. – М.: «Высшая школа», 1976 – 207с.
Ключові слова: інтенсивність руху, номінальні строки служби вкладень, рельєф, середня технічна швидкість, дорожнє покриття, одноразові і поточні витрати, порівняльна ефективність капітальних вкладень.

ОСНОВНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ ШТУЧНИХ БІТУМНИХ КОНГЛОМЕРАТІВ (ШБК)

В статті наведено ряд основних факторів, які забезпечують довговічність покриттів автомобільних доріг і аеродромів. Розглянуто суміші штучних бітумних конгломератів (ШБК), як висококонцентровані дисперсні системи, якість яких залежить від властивостей окремих складових елементів. Наведені рекомендації поліпшення якості бітумів шляхом добавки до заповнювачів полімерних стружкоподібних добавок, отриманих з побутових відходів.

1. Вступ

Розрахунок оптимальних складів суміші конгломератів із застосуванням бітумних в'язучих речовин є складним комплексним процесом, в якому необхідно враховувати не тільки властивості окремих компонентів, а ряд технологічних, фізико-механічних та економічних факторів, які впливають на довговічність бітумних конгломератів, застосовуваних у будівництві автомобільних доріг та аеродромів.

Нормативні документи та рекомендації, в яких регламентовані методики проектування і технологія виготовлення асфальтобетонних сумішей (ШБК), не враховують принципи структуроутворення на усіх технологічних етапах, особливості місцевої сировини в районі будівництва. Однобічно враховуються експлуатаційне призначення конструктивних шарів дорожнього одягу, в тому числі ґрунтової основи.

Ціль роботи: обґрунтувати значимість основних факторів впливу на довговічність ШБК, застосовуваних для спорудження покриттів автомобільних доріг та аеродромів.

2. Рішення проблеми

Бажано розглядати асфальтобетонні суміші і асфальтобетон на прикладі максимально насиченої дисперсної системи, властивості якої залежать не тільки від властивостей складових елементів суміші, а від фізико-хімічних процесів, що відбуваються при формуванні конгломерату по всій висоті конструктивного елементу.

Основними факторами, що визначають довговічність покриттів є:

- підготовка, природа і якість виготовлення шарів основи дорожнього полотна;
- умови “роботи” конгломерату в конструкції;
- вибір бітумних в'язучих речовин;
- природа і розмір фракцій крупних мінеральних заповнювачів з врахуванням їх міцності та вартості;
- співвідношення крупних і дрібних фракцій заповнювачів в одиниці об'єму;

- полідисперсність та полімінеральність тонкодисперсного наповнювача (мінерального порошку);
- умови кліматичної зони і дія агресивного середовища;
- якість ущільнення конгломератних сумішей в покриття дороги;
- інтенсивність дорожнього руху та багато інших чинників.

3. Підготовка і якість виготовлення ґрунтової основи

Основа автомобільної дороги в залежності від різновиду ґрунту повинна бути ретельно спланована відповідно до проектних відміток, з врахуванням фізико-механічних властивостей ґрунту і прийняття запобіжних заходів щодо укріплення, осушення, водовідведення тощо.

Нижній шар основи закладають піском середньої крупності ($M_{кр.}=2,0-2,5$) з достатнім водопроникненням, щоб забезпечити швидке водовидалення і достатню стійкість піску в сухому і вологому стані.

Пісок необхідно ущільнювати легкими катками (2-3 т), або вібраційним способом і достатнім зволоженням. Ущільнення водою рекомендовано застосовувати тільки в сухий і теплий періоди року. На підготовленій основі природні кам'яні матеріали (по фракціям) необхідно розподіляти конструктивними шарами необхідної висоти з подальшим ущільненням.

Основи з гравійних і щебневих матеріалів, а також зі шлаків можна споруджувати в зимовий час. Якість підготовки ґрунтової основи необхідно оцінювати за рівністю та ступенем ущільнення.

Умови “роботи” конгломерату в конструкції включає:

- інтенсивність дорожнього руху;
- навантаження на вісь транспортних засобів;
- максимальні ухили на трасі;
- експозицію окремих ділянок;
- геолого-кліматичні умови на трасі;
- засоби механізації з виробництва, укладання і ущільнення сумішей ШБК і багато інших факторів, що впливають на забезпечення щільності та трщиностійкості покриттів.

Розроблені сучасних та минулих років теорії багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців, де висвітлено структуроутворення конгломератів і деструктивні процеси, що відбуваються при експлуатації покриттів, незважаючи на їх вірогідність і математичну обґрунтованість, не зможуть забезпечити довговічність покриттів, якщо не будуть враховані один або декілька наведених вище факторів “достатньої” довговічності [2,3].

4. Вибір бітумних в'язучих речовин

Бітуми – це суміш хімічних сполук вуглецю (С) і водню (Н), з якими зв'язані (в невеликій кількості) кисень (O_2), сірка (S), азот (N), а також асфальтосмоляні речовини: мальти, карбени і карбоїди, асфальтенові кислоти та їх ангідриди, парафін та інші речовини. Вони розчиняються в хлороформі, сірководні, гасі та інших органічних розчинниках. Елементарний склад може бути таким, %: вуглець, (С)–80...85; водень (Н)–8...11; кисень (O_2)–1,8...4;

сірка (S)–0,5...7; азот (N)–0,2...4,5. Груповий склад бітуму може бути таким (%): масла – 40...62; смоли – 20...38; асфальтени – 10...25; карбени і карбоїди – 1...5; асфальтові кислоти і ангідриди – до 1,0 в маслоподібний або смолисті консистенції, що визначає адгезійну здатність бітуму. Парафін зменшує розтяжність бітуму, через це його вміст обмежується до 5%. Структура бітуму значно впливає на фізико-механічні властивості конгломерату.

Густина ρ , г/см³ залежить від групового складу бітуму і знаходиться в межах 0,99- 1,07 при 20⁰С [4].

Основні властивості бітуму корегуються заводом-виробником, а споживачі (будівельники) можуть тільки прийняти і застосовувати бітум таким, яким його виготовили. Покращити властивості бітуму можливе в процесі виготовлення сумішей конгломератів.

Асфальтобетонні заводи України в основному використовують бітуми, виготовлені в Росії і Білорусії.

Автором проведено покращення зв'язуючих властивостей бітуму шляхом добавки в заповнювачі полімерних побутових відходів (ППВ) у вигляді короткомірної стружки довжиною 10...20 мм в залежності від фракції заповнювачів. Кількість ППВ може бути в межах від 3,0 до 10,0% від ваги бітуму (табл.1). В результаті значно збільшилась розтяжність бітуму, зменшилась товщина утворення плівки на заповнювачах, скоротився час на перемішування суміші. В результаті випробування виготовлених зразків конгломератів показано значне збільшення їх міцності (табл..1)

Таблиця 1. Вплив полімерних побутових добавок на міцність ШБК

Назва бітуму	Кількість добавки, %	Міцність ШБК, МПа/см ² , (20 ⁰ С)
БНД 60/90 (м.Мозир, Білорусь)	0	2,8
	2,5	3,5
	5,0	4,5
БНД 60/90 (м.Саратов, Росія)	0	2,5
	2,5	3,2
	5,0	4,0

5. Природа, вміст і гранулометрія дрібнодисперсного наповнювача

Мінеральний порошок необхідного мінералогічного складу є одним з структуроутворювальних елементів конгломератної суміші.

Від вмісту тонко дисперсної кількості та мінералогічного складу значно залежить зв'язність суміші ШБК. Дисперсні частки мінерального порошку з достатньою кількістю активних Са і Mg, покриті бітумною плівкою, утворюють асфальтовий в'язучий компонент. Зерна піску, добавлені до асфальтового компоненту формують основну структуру суміші, яка визначає фізико-механічні властивості: міцність, щільність, деформативність та ін. Важливо враховувати співвідношення між піщаною фракцією і асфальтовим в'язучим. Співвідношення піщаної фракції з мінеральним порошком раціонально брати 1:1,5.

Полідисперсність і полімінеральність мінерального порошку впливають на вибір бітумного в'язучого. В мінеральному порошку вміст зерен розміром менше 0,07 мм має бути не менше 4% [5].

Пористий мінеральний заповнювач (наприклад, вапняковий) вибірково адсорбує компоненти бітуму, порушуючи його структуру. Плівка бітуму на зернах заповнювача втрачає “масляні” компоненти, а асфальтени і смоли разом з мінеральними зернами об'єднуються і ущільнюють “скелет” ШБК. Рационально частину мінерального порошку замінювати гранітними висівками з пилом.

Водостійкість бітумної плівки, утвореною на поверхні крупних і дрібних заповнювачів в процесі перемішування, забезпечує довговічність покриттів дорожнього одягу.

Висновки

1. На довговічність дорожніх і аеродромних покриттів впливають не тільки основні складові компоненти ШБК, (в'язучі та мінеральні заповнювачі), а багато інших факторів, починаючи з підготовки ґрунтової основи.

2. Можливе покращення зв'язуючих властивостей бітуму шляхом добавки в заповнювачі стружкоподібних полімерних побутових відходів (ППВ), які збільшують довговічність дорожніх і аеродромних покриттів.

Список літератури

1. ДСТУ БВ. 2.7-119-2011. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній і аеродромний.

2. Рыбьев И.А. Асфальтовые бетоны. М.:Выш.шк., 1969.–396с.

3. Котлярский Э.В., Военко О.А. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующий разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации. Технополиграфцентр. М., 2007.–136с.

4. Руденская И.М., Руденский А.В. Органические вяжущие для дорожного строительства. М.: Транспорт, 1984.–229с.

5. Зеленкова Г.Ф. Покращення структури штучних будівельних конгломератів (ШБК). Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. Випуск 45, частина 3. Київ, КНУБА, 2012.С.41-47. ISSN 2076-815X.

*Г. Л. Ячник, магістр
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ПРОБЛЕМА ФОРМУВАННЯ ГРОМАДСЬКО-ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ НА ПРИКЛАДІ ВУЛИЦЬ МІСТА КИЄВА

В Києві, на сучасному етапі, сформувалась реальна проблема транспортного обслуговування населення. Дана система, що формувалась протягом десятиліть, перестала відповідати сучасним містобудівним, екологічним, транспортним та ін. вимогам. Дана проблема стала підґрунтям для дослідження, спрямованого на виявлення та усунення проблем, що утворились в громадсько-транспортних вузлах міста Києва.

Автором проведено натурне обстеження існуючого стану та дослідження даної проблематики у рамках паспортизації вулиць міста Києва, на замовлення Головного управління містобудування та архітектури КМДА.

Важливий внесок в дослідження було отримано з наукових робіт, у яких розглядалися різні аспекти проблеми формування міського середовища:

- із загальнотеоретичних питань формування містобудівних систем: М.М. Дьоміна, В.А. Лаврова, І.О. Фоміна, З.М. Яргіної та ін.;
- з питань розвитку системного підходу в містобудуванні: Л.М. Авдотїна, М.М. Дьоміна, Г.А. Заблоцького, А.В. Кочеткова, Г.І. Лаврика, І.О. Фоміна та ін.

Різні аспекти проблеми транспортних споруджень та вузлів розглядалися в роботах Н.В. Баранова, Г.Є. Голубева «Багаторівневі транспортні вузли», В.В. Товбича «Принципи формування поліфункціональних громадсько-транспортних комплексів», І.О. Лисюк, І.А. Зварича та ін.

Дослідження спирається на досвід наукових розробок та праць в області архітектури транспортних споруджень та вузлів: І.О. Лисюк, незважаючи на те, що більш детально розглядалися саме станції метрополітену, та в цілому в роботі досить добре описано саме поняття громадсько-транспортних вузлів їх проблеми та роль у місті Києві.

Слід зазначити також роботу М.В. Мітіної присвяченої формуванню транспортно-термінальних комплексів, а також праця Г.Є Голубева, Є.С. Русакова, в яких розглянуто міську забудову в зоні впливу транспортно-пересадочних вузлів.

Спираючись на вивчені наукові та нормативні матеріали, натурні обстеження громадсько-транспортних вузлів міста Києва, можна сказати, що проблема архітектурного формування транспортних вузлів є досить актуальною, та ще не одержала необхідного наукового обґрунтування.

Забезпечення архітектурно-планувальної взаємодії систем громадського та транспортного обслуговування є актуальним містобудівним завданням, рішення якого вимагає коротких та зручних шляхів руху пішоходів; забезпечення безперешкодного руху громадського транспорту;

розміщення комплексів обслуговування на стику основних пішохідних та транспортних шляхів.

Темп росту міста Києва та постійно зростаюча кількість населення в ньому призводять до збільшення кількості перевезень, що у свою чергу збільшує пасажиропотік в громадсько-транспортних вузлах, а сучасні темпи розвитку та функціональна загруженість громадсько-транспортних вузлів змушує архітекторів, конструкторів, будівельників шукати нові методи, способи по їх формуванню та реконструкції.

Громадсько-транспортний вузол, досить нове поняття в архітектурі, це поєднання горизонтальних потоків громадського транспорту та вертикальних комунікацій (ліфтів, ескалаторів, сходів) з рядом функцій: громадських, комунальних, ділових, побутових, господарських центрів різної функціональної насиченості (рис. 1).



Рис. 1. Громадсько-транспортний вузол станція метро «Позняки».

Основні проблеми, що відносяться до формування громадсько - транспортних вузлів в місті Києві це:

- естетична і конструктивна застарілість обладнання для очікування транспорту (рис.2);
- відсутність єдиного стилістичного і колірного рішення структурних модульних елементів громадсько - транспортного вузла (рис.3);
- відсутність принципів розміщення малих архітектурних форм в архітектурному середовищі громадсько - транспортного вузла.



Рис.2. Зупинка громадського транспорту «Лук'янівська».



Рис.3. Зупинка громадського транспорту «Осокорки».

У ході дослідження мною було розроблено методику аналізу архітектурного середовища громадсько - транспортного вузла, де по

горизонталі було представлено ряд характеристик з технічних, нормативних, естетичним, візуальним критеріями, а по вертикалі відповідно певний громадсько - транспортний вузол міста. Дана методика дала право сформувати ряд структурних елементів архітектурного середовища громадсько - транспортного вузла:

- павільйон зупинки громадського транспорту;
- павільйон для здійснення підприємницької діяльності;
- кіоск для здійснення підприємницької діяльності;
- вуличні меблі (лавки, урни, ліхтарі);
- рекламно - інформаційні об'єкти (показчики, електронні табло, рекламні носії).

В результаті магістерського дослідження, на основі проведеного аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду формування ГТВ, розглянутих факторів (зовнішніх та внутрішніх) та ін., мною розроблено ряд принципів формування архітектурного середовища ГТВ:

- принцип функціональної організованості, що полягає у виділенні окремих зон : зона зупинкового комплексу; зона обслуговування населення; зона рекреації; транзитна (пішохідна) зона; транспортна зона, та їх взаємодії між собою (рис. 4);
- принцип організованості руху
- принцип естетичності, принцип історичності

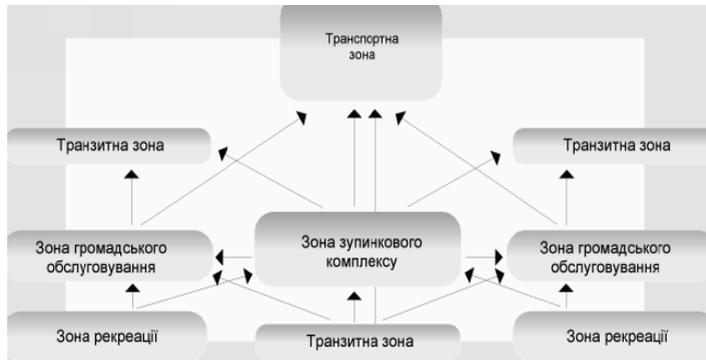


Рис.4. Зонування території архітектурного середовища ГТВ.

На базі чого розроблено модель доступності населення яка показує ступінь доступності окремих груп населення до окремих зон середовища ГТВ (рис.5).

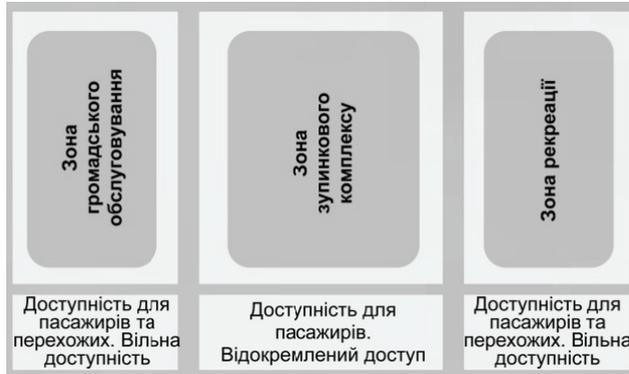


Рис.5. Модель доступності населення у громадсько- транспортному вузлі.

Через свою важливість, невід’ємність в системі міста та не достатню дослідженість метою подальшого дослідження даної теми є розробка єдиної модульної системи для формування архітектурного середовища громадсько - транспортних вузлів міста Києва.

Отримані результати будуть призначені для використання при розробці методичних рекомендацій, при проектуванні, будівництві, реконструкції наземних об’єктів громадсько-транспортних вузлів і спрямовані на вдосконалення функціонально-планувальних рішень, підвищення архітектурно-художньої виразності об’єктів цього типу, що буде сприяти поліпшенню обслуговування населення, умов праці, покращенню функціональних та естетичних якостей міської забудови.

Список літератури

1. Лисюк І.О. Методи реабілітації громадсько-транспортних вузлів на станціях метрополітену (на прикладі міста Києва). Кваліфікаційна робота на здоб. наук. степеня канд. соціально-гуманітарних наук НАУ. – Київ, 2009.
2. Русаков Е.С. Транспортно - коммуникационные узлы в структуре современного города. Автореферат на соиск. уч. степ. канд. арх. – М., 1974. – 32 с
3. Рябова О.В. Методи архітектурного моделювання міських громадсько - транспортних вузлів. Дис. На здоб. наук. степ. канд. арх. – Х., 2007.-238с.

О.В. Родченко, к.т.н. (Національний авіаційний університет, Україна, Київ)

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО АЕРОПОРТУ

Досліджено та розроблено теоретичні підходи, а також надано практичні рекомендації до питання удосконалення стратегії розвитку міжнародного аеропорту.

Від функціонування міжнародних аеропортів залежить можливість розвитку системи авіаційного транспорту України в цілому та, в не меншій мірі, пов'язана з цим можливість загального економічного розвитку держави. Розвиток міжнародних аеропортів сприятиме росту пасажирських та вантажних перевезень, створенню нових робочих місць, розвитку туризму, підвищенню ділової активності держави, надходженню в Україну передових технологій, інтеграції України у світову економіку.

Основна стратегія розвитку міжнародного аеропорту повинна бути направлена на збільшення об'єму міжнародних сполучень.

В даний час найбільший міжнародний аеропорт України за своїм оснащенням та технічним станом не відповідає вимогам, що пред'являються до вузлових аеропортів-хабів, ось чому стратегія розвитку міжнародного аеропорту є важливим аспектом його подальшого функціонування. Концепція вузлового міжнародного аеропорту вимагає забезпечити розвиток його потужної інфраструктури у єдиному технологічному комплексі, включаючи багато чисельні об'єкти обслуговування пасажирських та вантажних перевезень, транзитні зони, митні склади, готелі, комунікації тощо.

Вигідне геополітичне положення України, яка є своєрідною проміжною ланкою між європейським і азійським регіонами, розташування на перетині провідних транспортних магістралей континенту, а також добросусідські відносини з найближчими до України країнами ЄС – все це сприяє попиту на сполучення між нашою державою та іншими країнами світу [1].

Обсяг пасажиропотоків найбільших аеропортів України в період з 2008 по 2012 роки наведено у табл. 1 [1].

Таблиця 1

Пасажиропотік через провідні аеропорти України

Аеропорт	Перевезено тис. пас.					
	2007 рік	2008 рік	2009 рік	2010 рік	2011	2012 рік
Бориспіль	5671,3	6664,9	5795,2	6691,8	8029,4	8478,0
Сімферополь	744,6	854,9	751,0	841,2	963,8	1114,2
Одеса	670,7	787,7	650,9	707,1	824,3	907,6
Донецьк	580,2	669,7	488,1	612,2	829,3	1000,1
Львів	424,1	532,1	452,3	481,9	296,9	576,0
Дніпропетровськ	357,8	433,8	330,5	341,4	426,3	444,2
Харків	258,4	309,9	196,2	243,2	308,5	501,3

Зменшення пасажиропотоків в аеропорту „Львів” у 2011 році пов’язане з реконструкцією штучної злітно-посадкової смуги (див. табл. 1). Порівняно з 2011 роком пасажиропотоки через аеропорти України збільшилися на 8,0% [1].

Відправною точкою при обґрунтуванні та розробці напрямів реалізації стратегії розвитку міжнародного аеропорту є аналіз існуючого стратегічного положення, на основі якого формуються основні аспекти майбутнього стратегічного бачення, що передбачає перетворення найбільшого міжнародного аеропорту України на: зручний та найсучасніший аеропорт, шлюз для міжнародних пасажирів, центральноевропейський транзитний вузол між містами Західної Європи, Москвою та Стамбулом та транзитний вузол для внутрішніх пасажирів, які відлітають за межі України. Фактори, що впливатимуть на розвиток аеропорту внаслідок тенденцій майбутнього розвитку авіаційної галузі, наведено на рис. 1.

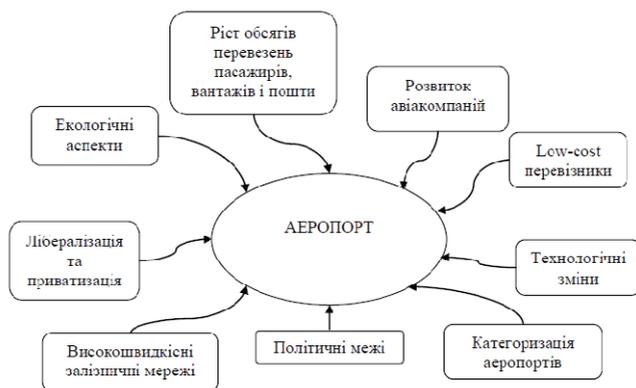


Рис. 1. Фактори, що впливають на майбутній розвиток міжнародного аеропорту

Передбачення тенденцій розвитку майбутнього в діяльності аеропорту є важливим етапом в процесі розробки стратегії. На даний час для передбачення майбутнього авіапідприємства використовуються два підходи: математичний та евристичний. До математичних методів відносяться методи екстраполяції та метод моделювання. Методи екстраполяції базуються на припущенні про незмінність або відносну стабільність наявних тенденцій розвитку. Інакше кажучи, гіпотеза передбачення базується на схожості та спадковості глобальних умов існування авіапідприємства у минулому, теперішньому та майбутньому. В цілому, прогнози включають базовий сценарій та відповідні відхилення діапазону в бік підвищення та зниження чутливості [2]. Методи екстраполяції відбивають характер параметрів часу і дають достатньо красивий прогноз цих параметрів на період до 10 років [3].

У якості економетричної моделі використаємо моделі парної регресії та парної квазілінійної регресії. Найпоширенішим методом при розв’язанні подібних задач є метод найменших квадратів [4, 5]. Прогноз обсягу пасажирських перевезень найбільшого міжнародного аеропорту України для

консервативного, базового (найбільш ймовірного) та оптимістичного сценаріїв наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Прогноз обсягу пасажирських перевезень
найбільшого міжнародного аеропорту України до 2021 року

Рік	Кількість пасажирів, тис. осіб		
	Консервативний сценарій	Найбільш ймовірний сценарій	Оптимістичний сценарій
2013	8050	8761	9472
2014	8609	9402	10196
2015	9166	10044	10922
2016	9722	10685	11649
2017	10277	11327	12376
2018	10831	11968	13105
2019	11385	12609	13834
2020	11939	13251	14563
2021	12491	13892	15293

Основні напрямки реалізації стратегії розвитку міжнародного аеропорту на основі здійсненого прогнозу та наведених факторів наступні: перетворення аеропорту у міжнародний транзитний вузловий аеропорт трансконтинентального значення, перетворення на інтермодальний авіаційний хаб (сполучення з двома і більше видами транспорту), реконструкція льотної зони, розвиток пасажирського, вантажного комплексу та авіаційно-технічної бази, збільшення частки транзитних пасажирів за рахунок раціоналізації сервісних технологій, підвищення рівня обслуговування та забезпечення міжнародних стандартів якості.

Збільшення авіаперевезень вимагає спорудження додаткових об'єктів інфраструктури обслуговування авіапасажирів, вантажів та авіаційної техніки. Враховуючи необхідність забезпечення в перспективі максимально можливої інтенсивності руху літаків, існує необхідність в реконструкції аеродромних покриттів льотної зони. Враховуючи прогноз обсягів перевезень пасажирів на розрахунковий 2021 рік, загальна пропускна здатність аеровокзального комплексу аеропорту повинна складати: мінімально – 4600, в середньому – 5100, максимально – 5600 пасажирів на годину (пас./год.). На даний час пропускна здатність пасажирських терміналів найбільшого міжнародного аеропорту України становить 6300 пас./год., що є достатнім. Але у зв'язку з тим, що до 2015 року буде припинено експлуатацію терміналу, відкритого у 1965 році, то пропускна здатність аеропорту знизиться до 3900 пас./год. Тому для обслуговування пасажирів рекомендується спорудження додаткового аеровокзального комплексу з пропускною здатністю 1000-1500 пас/год.

Зростання обсягів перевезень пасажирів до 2021 року та використання літаків великої місткості (B747-8, A380-800) вимагає вдосконалення транспортних зв'язків аеропорт – місто – аеропорт. Дані задачі можна вирішити за наступними концептуальними напрямками: підключенням до автомобільних та залізничних магістралей та реорганізацією під'їзних шляхів. В провідних європейських аеропортах існує взаємодія авіаційного транспорту

з залізничним, автомобільним та морським. На період після 2015 року з врахуванням функціонування найбільшого міжнародного аеропорту України, як міжконтинентального, можна влаштувати монорельсову дорогу. Альтернативою до монорельсової дороги може бути будівництво: спеціальної лінії метрополітену, тролейбусної лінії, швидкісної автомагістралі.

Варто зазначити, що розвиток аеропортів цивільної авіації в значній мірі залежить від тенденції розвитку повітряних суден, що в даний час відбувається із значним зростанням їх злітної ваги та габаритів (розмах крил, відстань між колесами крайніх шасі). Стара льотна зона найбільшого аеропорту України та збудована у 2001 році нова злітна смуга мають код ІСАО 4D. При функціонуванні аеропорту як хабу він повинен мати код 4F.

Основними видами послуг, за рахунок продажу яких міжнародний аеропорт може отримувати значну частку доходу, є обслуговування пасажирів; обробка багажу, пошти, вантажів, наземне обслуговування повітряних суден. Прогнозування чистих доходів від реалізації продукції та виробничої собівартості реалізованої продукції аеропорту до 2021 року здійснено на основі економетричної моделі, за якою встановлено, що чистий дохід аеропорту у 2021 році буде на 236-264% більше, ніж у 2012 році.

Висновки

Визначено фактори, що впливатимуть на розвиток аеропорту внаслідок тенденцій майбутнього розвитку авіаційної галузі. Запропоновано основні напрямки реалізації та удосконалення стратегії розвитку найбільшого міжнародного аеропорту на основі здійсненого прогнозу перевезень пасажирів та проаналізованих факторів, а саме: перетворення аеропорту у міжнародний транзитний вузловий аеропорт трансконтинентального значення, перетворення на інтермодальний авіаційний хаб, реконструкція льотної зони, розвиток пасажирського, вантажного комплексу та авіаційно-технічної бази. Виконано прогноз ефективності діяльності міжнародного аеропорту до 2021 року.

Список літератури

1. Підсумки діяльності авіаційної галузі України за 2012 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.avia.gov.ua/documents/diyalnist/p%D1%96dsumki%20d%D1%96jalnost%D1%96/23989.html>
2. *Шершньова З. Є.* Стратегічне управління: підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. / З. Є. Шершньова. – К.: КНЕУ, 2004. – 699 с.
3. *Кулаев Ю. Ф.* Экономика гражданской авиации Украины. Монография / Ю. Ф. Кулаев. – К.: Феникс, 2004. – 667 с.
4. *Бенник Ю. В.* Метод наименьших квадратов и основы математической теории обработки наблюдений / Бенник Ю. В. – М.: Высшая школа, 1982. – 346 с.
5. *Толбатов Ю. А.* Математична статистика та задача оптимізації в алгоритмах і програмах: навч. посібник / Толбатов Ю. А. – К.: Вища школа, 1994. – 399 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ КЛЕЙОВИХ СУМІШЕЙ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Розглянуто основні властивості епоксидних та акрилових клейових сумішей, що використовуються в будівництві.

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі реконструкція будівель і споруд відіграє не менш важливу роль ніж нове будівництво. В межах її реалізації багато залізобетонних конструкцій потребують ремонту або підсилення, одним із ефективних способів яких є клеєний бетон. Клей можна використовувати при влаштуванні шпонкових вставок, нерівній поверхні елементів або коли відбулося руйнування бетону існуючих конструкцій. Використання клеїв дає суттєвий економічний ефект, не потребує значного збільшення перерізу у місці з'єднання [1].

При будівництві, експлуатації та реконструкції промислових підприємств досить значний обсяг робіт проводять з монтажу й закріплення на споруджуваних та існуючих фундаментах устаткування, технологічних ліній та допоміжних пристроїв. Особливо це відноситься до підприємств металургійної, машинобудівної, гірничорудної, хімічної та деяких інших галузей промисловості.

Метод склеювання є одним з найбільш універсальних, раціональних і сучасних методів з'єднання матеріалів. Склеювання починає застосовуватися в інноваційних галузях промисловості та транспорту. На відміну від інших існуючих методів, склеювання дозволяє з'єднати найрізноманітніші матеріали, зберігаючи при цьому їх специфічні, характерні лише їм, властивості, в той же час гарантуючи герметичність з'єднання і гладкість поверхні, незмінність початкового кольору і виключаючи можливість подальших деформацій, тим самим постійні гарантовані результати.

У епоксидних клеях, що використовуються для анкеро-установочних робіт зв'язуючим є епоксидно-діанові смоли, а наповнювачем - кварцовий пісок. Для затвердіння епоксидно-діанових смол при нормальній температурі 150С і вище застосовують як затверджувач аміни (поліетиленполіамін, етилендіамін, гексаметилдіамін, піперидин та ін.). Епоксидні смоли мають велику крихкість, тому для додання їм пластичності у них вводять: дибутілфталат, діоксилфталат, трикрезилфосфат та ін. [2].

Епоксидний клей зазначеного складу має наступні технологічні властивості. Технологічна життєздатність при нормальній температурі навколишнього середовища залежно від складу клею коливається від 60 до 85 хв. Полімеризація при температурі більше 150С - відбувається протягом 3 діб, а при температурі нижче 150С -10 діб. В'язкість епоксидного клею досить висока. Пластифікований клей без наповнювача при нормальній температурі має в'язкість за Суттардом 20 см, а клей, наповнений кварцовим піском - 10-14 см.

При застосуванні епоксидного клею при температурі нижче 150С перед заливанням у свердловину його потрібно підігрівати.

Для приготування клею слід застосовувати компоненти, що відповідають вимогам ДСТУ, мають заводські паспорти з відповідними термінами придатності з моменту виготовлення клею. Клей першого складу застосовують на ділянках фундаменту, що прогріваються (на глибині закладення болта) до температури 500С, другого - від 50 до 900С і третього - до 1000С. Компоненти клею треба зберігати в сухому приміщенні з дотриманням умов пожежної безпеки для легкозаймистих рідин. До недоліків епоксидного клею відносяться:

- токсичність компонентів (крім наповнювача), що вимагає строгого дотримання спеціальних заходів з техніки безпеки;
- недостатня теплостійкість, що не допускає застосування клею при температурі нагрівання елементів понад 1000С;
- при приготуванні епоксидного клею потрібне точне дозування затверджувача і пластифікатора, що викликає в умовах будівництва додаткові складності й ненадійність результату;
- у випадку виконання анкеро-установочних робіт при температурі нижче 150С застосування епоксидного клею вимагає додаткових заходів щодо підігріву клею та анкерів;

- висока вартість епоксидної смоли, її дефіцитність.

Акриловий клей складається з полімерного в'язучого і наповнювача. Як полімерне в'язуче застосовується акрилова пластмаса АСТ-Т, що являє собою компаунд холодного затвердіння типу порошок-рідина.

Затвердіння акрилової пластмаси здійснюється мимовільно при нормальній температурі за рахунок полімеризації, заснованої на реакції окислювально-відновних систем. Як наповнювач може використовуватися кварцовий пісок із крупністю зерен від 0,16 до 0,63 мм. Пісок повинен бути сухим, без сторонніх домішок і включень. Для підвищення адгезійних, когезійних, технологічних та ін. властивостей можуть застосовуватися модифікатори. При приготуванні акрилового клею змішують полімер із затверджувачем і після набрякання цієї пластмаси вводять у неї кварцовий пісок.

Набрякання виражається у збільшенні об'єму (маси) полімерів у результаті поглинання ними низькомолекулярної рідини (затверджувача) після їхнього змішування. При набряканні маси пластмаса проходить такі стадії:

- змочування полімерних часток без внутрішнього просочення;
- набрякання полімерних часток з поверхні і часткове розчинення їх у мономері - маса стає липкою;
- подальша дифузія мономера всередину часток, у результаті чого зменшується кількість вільного мономера - маса втрачає липкість. Після набрякання вводять наповнювач.

У процесі набрякання підвищується в'язкість компаунда, причому на кінцевому етапі набрякання в'язкість може мати різні значення. Так, початкова в'язкість (у момент змішування полімеру й затверджувача) компаунда, що складається з 100 мас-частин затверджувача і 100 мас-частин полімеру,

незалежно від температури навколишнього середовища дорівнює 4 сек. (за віскозиметром ВЗ-1). Зі збільшенням кількості затверджувача від 60 до 160 мас-частин на 100 мас-частин полімеру початкова в'язкість зменшується від 14,4 до 2,2 сек. В'язкість компаунда після завершення набрякання складає 27сек. і не змінюється ні від температури навколишнього середовища, ні від складу компаунда.

Низька в'язкість акрилового компаунда дозволяє високо наповнювати його кварцовим піском. При цьому акриловий клей володіє гарним укладанням і низькою в'язкістю, що не залежить від температури навколишнього середовища. Дослідження показали, що наповнюваність акрилового клею залежить від складу компаунда і крупності зерен піску. Так, зі збільшенням кількості затверджувача з 60 до 200 мас-частин на 100 мас-частин полімеру, наповнюваність кварцовим піском із крупністю зерен 0,16 мм збільшується з 160 до 700 мас-частин.

Однією з найважливіших технологічних характеристик клею є його життєздатність, тобто проміжок часу, протягом якого його можна застосовувати для виконання анкеро-установочних робіт.

Дослідження свідчать, що технологічна життєздатність акрилового клею залежить від його складу і температури середовища. Так, цей показник для акрилового клею, що складається з 100 мас-частин полімеру, 100 мас-частин затверджувача і 150 мас-частин кварцового піску з крупністю зерен до 0,16 мм при температурі середовища, рівній 25, 20, 15, 100С, відповідно складає 16, 36, 70 і 250 хвилин. Життєздатність клею зростає зі збільшенням кількості затверджувача у складі компаунда.

Акриловий клей має високу когезійну міцність. Вона залежить від складу компаунда, кількості й крупності наповнювача [3]. Досліди показали, що зі збільшенням кількості полімеру в складі пластмаси міцність клею зростає незначно. Так, зі збільшенням кількості полімеру з 70 до 150 мас-частин міцність клею на стиск підвищилася з 64,19 до 71,29 МПа, на розтяг - від 14,86 до 14,54 МПа і на згин - з 34,78 до 35,91 МПа. Кількість затверджувача при цьому складала 140 мас-частин, а наповнювача - кварцового піску з крупністю зерен 0,16 мм – 160 мас-частин.

Зі збільшенням крупності зерен наповнювача спостерігається зменшення міцності клею. Наприклад, для акрилового клею, що складається з 100 мас-частин полімеру, 100 мас-частин затверджувача і 120 мас-частин кварцового піску міцність на стиск, розтяг і згин відповідно складала: при використанні кварцового піску з крупністю зерен 0,16 мм 77,68, 20,89, 53,13 МПа; із крупністю до 0,315 мм - 77,63, 18,20, 42,98 МПа; із крупністю до 0,63 мм - 74,05, 17,39, 35,46 МПа. Дослідження також свідчать, що когезійна міцність акрилових клеїв не поступається когезійній міцності епоксидних клеїв, широко застосовуваних для анкеро-установочних робіт. Акрилові клеї мають високу довговічність.

Дослідження морозостійкості показали наступне. При багаторазовому заморожуванні й відтаванні зразків акрилового клею міцність при стиску через 20 циклів заморожування зменшилася на 10%. Потім вона почала зростати і до 140 циклів досягла свого початкового значення. Збільшення міцності спсте

рігалося до 180 циклів і складо 2,1% у порівнянні з початковою величиною. Надалі (до 500 циклів) істотних змін міцності не спостерігалось.

У зразків акрилових клеїв після витримування у відпрацьованому машинному маслі протягом 700 діб міцність через 10 діб збільшилася: на стиск – на 11,3, розтяг – на 16,01, згин – на 14,7%. Надалі істотних змін міцності не спостерігалось [5].

Висновки

В результаті проведених досліджень було виявлено, що акрилові клеї мають високу когезійну міцність та технологічну життєздатність порівняно з епоксидними. Тому, використання акрилових клейових розчинів в будівельній галузі є найбільш ефективним і доцільним, а також дає суттєвий економічний ефект.

Список літератури

1. Дослідження клейового з'єднання нового бетону зі старим при зрізі на прикладі зразків Гвоздева. Довженко О.О.к.т.н., Погрібний В.В., доц., Качан Т.Ю., асистент (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, м. Полтава).

2. Барч И.З., Черкасский И.Г., Милославский С.Л., Зейгермстер Л.И., Болотин М.М., Кронфельд Е.М. Закрепление оборудования на эпоксидном клее // Промышленное строительство. - 1971. - № 6. - С. 17-18.

3. Золотов С.М. Влияние модификаторов на адгезионные свойства акриловых клеев // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип. 9. – Рівне: УДУВГПК, 2003. – С. 54-60.

4. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип. 59. – К.: НДІБК, 2003. – С. 440-447.

5. Шутенко Л.М, Золотов М.С., Серіков Я.О., Золотов С.М., Скларов В.О., Серіков С.Я. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів та безпека праці: Навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей. – Харків, ХНАМГ, 2008. - 285

*С.М. Скребнева, інж., В.С. Юзюк, студентка
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

УДОСКОНАЛЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД АЕРОПОРТІВ

Проведено аналіз напрямків енергозбереження в будівлях та спорудах аеропортів і запропоновано удосконалення сучасних систем теплозахисту огорожувальних конструкцій

Найбільш відповідальним етапом енергозбереження в будівлях та спорудах аеропортів є додаткове утеплення зовнішніх стін існуючих будівель. Це пов'язано з тим, що при додатковому утепленні одношарова конструкція стіни перетворюється в багатшарову. В останній можуть з'являтися теплотехнічні неоднорідні ділянки, а також збільшується кількість застосовуваних матеріалів. Все це посилює можливість помилок, що приводять до зниження теплозахисних властивостей і експлуатаційної надійності утеплених конструкцій, і, отже, підвищує вимоги до якості проектування та виробництва робіт. На рис. 1 показано залежність розміру економії паливно-енергетичних ресурсів від капіталовкладень в енергозберігаючі заходи [3].

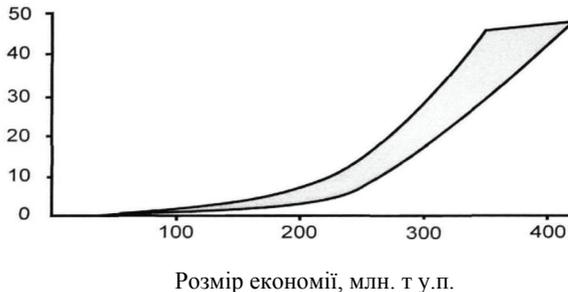


Рис. 1. Залежність розміру економії паливно-енергетичних ресурсів від капіталовкладень в енергозберігаючі заходи.

Підвищення теплозахисних якостей зовнішніх стін існуючих будинків та споруд аеропортів здійснюється з використанням різних конструктивно-технологічних рішень і матеріалів. У своїй більшості ці рішення приймаються без належного обґрунтування з позицій теплофізики. Недостатньо опрацьовані інженерні питання проектування окремих систем додаткового утеплення. Мало уваги приділяється оцінці надійності застосовуваних матеріалів і рішень. Без уваги залишаються питання адаптації конструктивно-технологічних

рішень до кліматичних, матеріально-технічних та економічних умов окремих регіонів нашої країни. Недостатньо опрацьовані організаційно-технологічні аспекти реалізації додаткового утеплення з урахуванням стану зовнішніх огорожувальних конструкцій існуючих будівель. Незважаючи на перераховані вище слабкі місця, підвищення теплозахисних якостей огорожувальних конструкцій в Україні ведеться протягом останніх десяти років. За цей термін накопичений досвід утеплення зовнішніх стін будівель, показав, що розміщення теплоізоляційного матеріалу із внутрішньої сторони утеплюваної стіни знижує і без того невелику площу приміщень.

В наш час системи зовнішнього утеплення стін будівель можна розділити на дві групи: системи без повітряного прошарку і системи з повітряним прошарком. Найбільш широкими представниками першої групи є системи утеплення з оштукатурюванням фасадів, а другий – системи утеплення із захисно-декоративними панелями, які розташовуються на віднесенні від утеплювача (вентильований фасад) [3].

Зовнішнє утеплення стін із захистом теплоізоляційного матеріалу штукатурними сумішами є найбільш дешевим способом теплозахисту в порівнянні з пристроєм вентильованих фасадів, однак технологія нанесення штукатурних сумішей має ряд обмежень по температурі і вологості зовнішнього повітря, що робить даний спосіб утеплення сезонним. Ще одним важливим недоліком штукатурки по утеплювачу є невеликий термін служби системи, викликаний швидкою появою і розвитком тріщин захисно-декоративного шару.

Тому для термомодернізації зовнішніх стін будівель та споруд аеропортів в умовах України доцільно використовувати вентильовані фасади, які позбавлені вище перелічених недоліків.

Вентильований фасад є конструкцією, що складається з кріпильного каркаса, що закріплюється на стіні, теплоізоляції і облицювальних панелей; причому між облицювальними панелями і утеплювачем передбачається повітряний прошарок.

Будівельні матеріали і вироби для зовнішнього утеплення стін житлових будівель з використанням вентильованих фасадів повинні володіти відповідними теплофізичними і фізико-механічними властивостями.

Утеплювач, вживаний в конструкціях зовнішнього утеплення стін будівель, піддається таким експлуатаційним чинникам, як знакозмінний температуро-вологісний режим; можливість капілярного і дифузійного зволоження; дії вітрових навантажень, механічного навантаження від власної ваги і так далі.

З урахуванням вказаних чинників, утеплювач повинен відповідати наступним вимогам: бути довговічним, стійким до старіння матеріалів, зберігати стабільну форму протягом всього терміну експлуатації, володіти високими теплотехнічними характеристиками ($\lambda = 0,035 \dots 0,08$ Вт/(м·К) при щільності не більше 250 кг/м³); мати значення паропроникності, що унеможливорюють накопичення вологи в конструкції в процесі її експлуатації; бути стійким до дії вітрового потоку; володіти необхідною морозостійкістю (не менше 50 циклів) і біостійкістю; бути неагресивним до металу кріпильного

каркаса. Крім того, теплоізоляційний матеріал повинен відповідати вимогам пожежної безпеки для будівель заданого ступеня вогнестійкості [2].

В даний час на будівельному ринку представлена широка гамма теплоізоляційних матеріалів. Пінопласти (пінополістирол, пінополіуретан, піноізол і т.д.), але у вентиляованих фасадах вони не застосовуються унаслідок їх горючості і токсичності компонентів, що виділяються при горінні.

Плити напівжорсткі з мінеральної вати на синтетичному в'язучому застосовують, але вони теж мають певні недоліки (в якості в'язучого використовують токсичні фенолформальдегідні смоли).

У зв'язку з цим в конструкціях додаткового утеплення стін з використанням вентиляованих фасадів пропонується використовувати утеплювач «ПЕРВОЛІН», виготовлений з природних матеріалів на основі базальтового супертонкого волокна, вспученого перліту та бентонітового в'язучого.

На рис. 1 та рис. 2 наведено системи теплозахисту з використанням утеплювача «ПЕРВОЛІН».

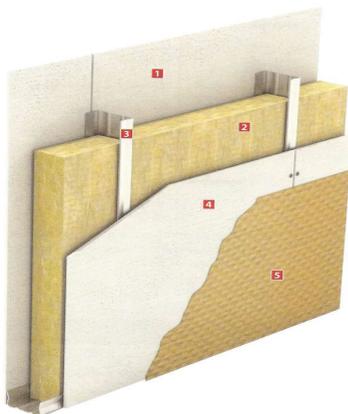


Рис. 1. Система внутрішньої теплозвукоізоляційної перегородки

1 – обшивка ГКЛ; 2 – утеплювач «ПЕРВОЛІН»; 3 – сталевий каркас; 4 – обшивка ГКЛ; 5 – внутрішнє оздоблення

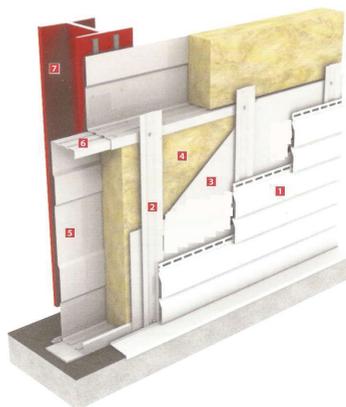


Рис. 2. Фасадна система зі збірних «сандвіч»-панелей

1 – сайдінг; 2 – рейки металеві зі «шляпним» профілем; 3 – плівка гідро-вітрозахисна для скатної покрівлі та фасадів; 4 – утеплювач «ПЕРВОЛІН»; 5 – «сандвіч»-профіль; 6 – пароізоляційна ущільнююча смуга; 7 – несуча рама будівлі

Таблиця 1

Фізико-технічні показники «ПЕРВОЛІНУ»

Найменування показників	Норми по марках	
	175	250
Щільність, кг/м ³	до 175	176-250
Теплопровідність, Вт/(м. К),	0,042	0,044
Границя міцності при розтягу, МПа, не менше	0,23	0,28
Вологість %, не більше	0	0
Сорбційне зволоження %, не більше	3	3
Горючість	не згорають	

Висновки

Для комплексної оцінки напрямів енергозбереження можуть бути застосовані всі запропоновані методи, а саме – вдосконалення архітектурних і об'ємно-планувальних рішень будівель і їх приміщень; розробка нових типів огорожувальних конструкцій, що володіють підвищеними теплозахисними показниками; підвищення ефективності роботи систем опалення, водопостачання, вентиляції та кондиціонування повітря; оптимальне використання природного освітлення.

Запропонований метод удосконалення сучасних систем теплозахисту огорожувальних конструкцій з використанням нового теплоізоляційного матеріалу «ПЕРВОЛІН» є доцільним і можливим для використання в будівлях і спорудах аеропортів, тому що система теплозахисту є негорючою, має гарні теплоізоляційні показники і є екологічно безпечною.

Список літератури

1. *Фаренюк Г.Г.* Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк // – К.: Гама-Принт. – 2009. – 216 с.
2. ДБН В.2.6-33:2008 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації.– К.: Мінрегіонбуд України, 2009.– 20 с.
3. *Монастырев П.В.* Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. 1-е изд. - М.: АСВ, 2000. -160 с.

*М.В. Шмуילו, студент, В.И. Колчунов, д.т.н., проф.,
(Национальный авиационный университет, Украина, г.Киев)*

РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СОСТАВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ

В статье предлагаются зависимости для определения параметров напряженно-деформированного состояния в железобетонных конструкциях. При этом используется гипотеза плоских сечений в пределах каждого из составляющих стержней с учетом податливости шва на уровне арматуры и между разными бетонами в виде условного сосредоточенного сдвига.

Предметом длительных дискуссий было установление зависимости $\sigma - \varepsilon$ для бетона (рис. 1).

В свое время А.Ф. Лолейт показал, что несущая способность сечения практически не зависит от формы эпюры, принятой в расчете. В этом легко убедиться, рассматривая рис. 1, где $Z_1 \approx Z_3 \approx Z_2$. Максимальная ошибка от такой замены не превышает 2 %, поэтому по предложению П. Л. Пастернака, эпюра принята прямоугольной.

Это же можно отнести не только к несущей способности, но и к стадии нормативной нагрузки, что и принято в действующих нормах.

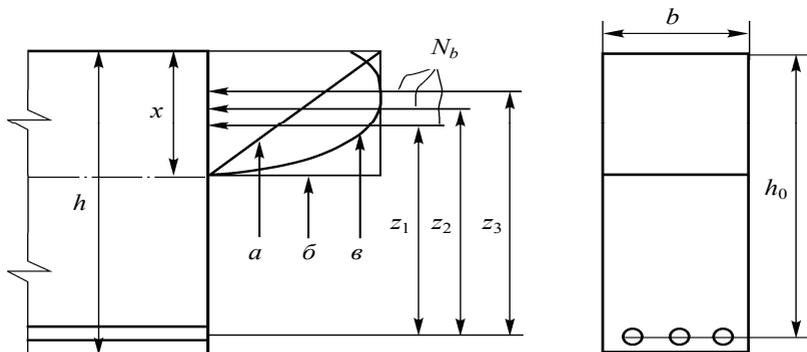


Рис. 1. Эпюра напряжений в поперечном сечении железобетонной балки в предположении упругой (а), пластической (б) и упругопластической (в) работы бетона

Здесь параметры поперечного сечения определялись с учетом упрощений, принятых в нормах [1, 2], т. е. действительная эпюра напряжений в сжатом бетоне заменяется прямоугольной; при этом, вместо эмпирической зависимости $\sigma = f(\xi)$ базирующейся на гипотезе плоских сечений для средних деформаций бетона и арматуры, используемой в пределах каждого из составных стержней.

Располагая эпюрами распределения деформаций и напряжений в поперечном сечении железобетонного составного стержня (рис. 2), неизвестные расчетные параметры x ; σ_{b2} ; σ_{b1} ; σ_s ; σ'_s определяются из следующих уравнений.

Здесь высота сжатой зоны бетона x определяется из уравнений равновесия суммы проекций всех сил на ось X ($\sum X = 0$), из которого следует:

$$x = \frac{N + \sigma_s \cdot A_s - \sigma'_s \cdot A'_s - b \cdot h_{f,2} \cdot (\sigma_{b2} - \sigma_{b1})}{\sigma_{b1} \cdot b}. \quad (1)$$

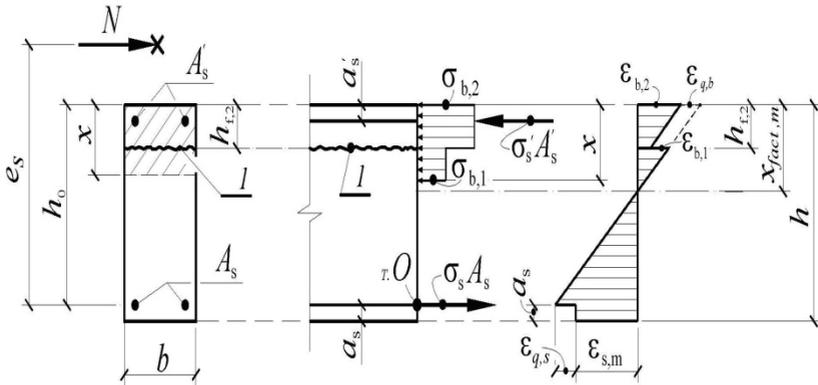


Рис. 2. К определению x , σ_s , σ_b в железобетонных составных изгибаемых и внецентренно сжатых (растянутых) предварительно напряженных конструкциях

Напряжение в бетоне сжатой зоны определяется из моментного уравнения равновесия моментов всех сил, действующих в поперечном сечении (рис. 2) относительно точки O ($\sum M_o = 0$) из которого следует:

$$\sigma_{b,2} = \frac{N \cdot e - \sigma'_s \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'_s) - \sigma_{b,1} \cdot b \cdot (x - h_{f,2}) [h_0 - h_{f,2} - 0,5 \cdot (x - h_{f,2})]}{b \cdot h_{f,2} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h_{f,2})}. \quad (2)$$

Из гипотезы плоских сечений, принятой для средних деформаций в пределах каждого из составляющих стержней, входящих в железобетонный составной стержень (рабочая арматура рассматривается как отдельный стержень, – рис 2) отыскиваются напряжения в старом бетоне $\sigma_{b,1}$,

растянутой арматуре σ_s и сжатой арматуре σ'_s :

$$\sigma_s = \frac{(\sigma_{b,2} + \varepsilon_{q,b} \cdot E_{b,2} \cdot \nu_{b,2}) \cdot (h_0 - x_{factm}) \cdot \alpha_{s2} - \varepsilon_{q,s} \cdot \Psi_q \cdot E_s \cdot \nu_{b,2} \cdot x_{factm}}{\nu_{b,2} \cdot x_{factm} \cdot \Psi_s} + \sigma_0 \Psi_s \leq R_s; \quad (3)$$

$$\sigma_{b,1} = (\sigma_{b,2} + \varepsilon_{q,b} \cdot E_{b,2} \cdot \nu_{b,2}) \cdot \alpha_b \cdot \frac{\nu_{b,1}}{\nu_{b,2}} \cdot \left(\frac{x_{fact,m} - h_{f,2}}{x_{fact,m}} \right) \leq R_{b1}; \quad (4)$$

$$\sigma'_s = \frac{(\sigma_{b,2} + \varepsilon_{q,b} \cdot E_{b,2} \cdot \nu_{b,2}) \cdot \alpha'_{s,2} \cdot (x_{fact,m} - a'_s) - \varepsilon_{q,b} \cdot E'_s \cdot x_{fact,m} \cdot \nu_{b,2}}{\nu_{b,2} \cdot x_{fact,m}} \leq R_{sc}. \quad (5)$$

Здесь,

$$\alpha_b = \frac{E_{b,1}}{E_{b,2}}; \quad \alpha_{s2} = \frac{E_s}{E_{b,2}}. \quad \alpha'_{s,2} = \frac{E'_s}{E_{b,2}}.$$

Подставляя полученные выражения (3) – (5) в выражение (4) получим:

$$\sigma_{b,2} = \frac{k_4 \cdot x_{fact} + k_5 \cdot (k_6 \cdot x_{fact} + k_7) - k_8 \cdot (x_{fact} - h_{f,2}) \cdot (x - h_{f,2}) \cdot (h_0 - 0,5h_{f,2} - 0,5x)}{[k_1 \cdot x_{fact} + k_2 \cdot (x_{fact} - a'_s) + k_3 \cdot (x_{fact} - h_{f,2}) \cdot (x - h_{f,2}) \cdot (h_0 - 0,5h_{f,2} - 0,5x)]} \leq R_{b,2}. \quad (6)$$

Здесь,

$$k_1 = \nu_{b,2} \cdot b \cdot h_{f,2} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h_{f,2});$$

$$k_2 = A'_s \alpha'_{s,2} (h_0 - a'_s);$$

$$k_3 = \alpha_b \cdot \nu_{b,1} \cdot b;$$

$$k_4 = N \cdot e \cdot \nu_{b,2};$$

$$k_5 = A'_s \cdot \varepsilon_{q,b} \cdot \nu_{b,2} \cdot (h_0 - a'_s);$$

$$k_6 = E'_s - \alpha'_{s,2} \cdot E_{b,2}$$

$$k_7 = \alpha'_{s,2} a'_s \cdot E_{b,2};$$

$$k_8 = \alpha_b \cdot \nu_{b,1} \cdot b \cdot \varepsilon_{q,b} \cdot E_{b,2} \cdot \nu_{b,2}.$$

Алгоритм расчета сводится к следующему: на первом шаге принимаем $x_{fact,m} = 0,5h_0$ (где $x_{fact,m}$ – фактическая высота сжатой зоны бетона, усредненная в блоке между трещинами) и по формуле (6) находим $\sigma_{b,2}$; затем по формуле (3) определяется σ_s с учетом соответствующего ограничения; после этого по формуле (4) находим $\sigma_{b,1}$, а по формуле (5), – σ_s' с учетом соответствующего ограничения; в результате располагаем всеми параметрами для определения высоты сжатой зоны x по формуле (1) (при этом необходимо учитывать, что $x = x_{fact,m} \cdot \omega$, где ω – характеристика сжатой зоны бетона, определяется в соответствии с [1]); в итоге предоставляется возможным сравнить заданное и вычисленное значение \mathcal{X} и с учетом этих сравнений перейти к следующему шагу итераций; таким образом, итерационный процесс продолжается до требуемой точности вычислений.

Выводы

Полученные параметры НДС могут быть использованы для перерасчета прогибов железобетонных составных конструкций. При этом значения кривизны записываются с учетом относительных сосредоточенных сдвигов в шве между бетонами.

Список литературы

1. Бетонные и железобетонные конструкции : СНиП 2.03.01–84* . – [Введены в действие с 1986-01-01]. – М. : ЦТИП Госстроя СССР, 1989. – 88с. – (Строительные нормы и правила).
2. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения : СП 63.13330.2012. – [Введены в действие с 2013-01-01]. – М.: Министерство регионального развития РФ, 2012. – 156 с. – (Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 52–01–2003).

*М.С. Барабаш, к.т.н., доц.,
М.А. Ромашкина, аспирантка, Ю.М. Лимар, студентка
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Проведен анализ методов оценки риска возникновения аварийных ситуаций.
Разработан алгоритм исследования отказов.*

Методологическое обеспечение анализа риска – это совокупность методов, методик и программных средств, позволяющих всесторонне выявить опасности и оценить риск чрезвычайной ситуации. Используя количественные показатели риска, в принципе можно «измерять» потенциальную опасность и даже сравнивать опасности различной локализации.

Понятие риска всегда включает два элемента: частоту, с которой осуществляется опасное событие, и последствия возникновения опасного события. Анализ риска, в свою очередь, заключается в выявлении (идентификации) опасностей и оценке риска, когда под опасностью понимается источник потенциального ущерба или ситуация с возможностью нанесения ущерба, а под идентификацией опасности подразумевается процесс выявления опасности и определение ее характеристик [1]. Применение понятия риск, таким образом, позволяет переводить опасность в разряд измеряемых категорий.

Оценка риска – это анализ происхождения (возникновения) и масштабов риска в конкретной ситуации. Сегодня оценка риска является единственным аналитическим инструментом, позволяющим определить факторы риска для здоровья человека, их соотношение и на этой базе очертить приоритеты деятельности по минимизации риска.

Оценка риска включает в себя анализ частоты, анализ последствий и их сочетание.

Для анализа частоты обычно используются:

- исторические данные, соответствующие типу местности, геологическим, климатическим условиям, где планируется строительство;
- статистические данные по аварийности и надежности применяемых конструктивных решений;
- логические методы анализа «деревьев событий» или «деревьев отказов» (эти методы обычно рассматриваются как единственно приемлемые для оценки риска);
- экспертная оценка с учетом мнения специалистов в данной области.

На этапе оценки риска следует проанализировать возможную неопределенность результатов, обусловленную неточностью информации по надежности несущих конструкций, ошибкам проектирования, а также принятых допущений применяемых при построении и расчете моделей строительных объектов.

Анализ опасностей описывает опасности качественно и количественно и заканчивается планированием предупредительных мероприятий. Он базируется на знании алгебры логики и событий, теории вероятностей, статистическом анализе, требует инженерных знаний и системного подхода.

Качественные методы анализа опасностей позволяют определить источники опасностей, потенциальные аварии и несчастные случаи, последовательности развития событий, методы предотвращения возникновения аварийных ситуаций, методы предотвращения перерастания аварийных ситуаций в аварию и методы смягчения последствий.

Выбор качественного метода анализа опасностей зависит от назначения объекта и его сложности. Качественные методы анализа опасностей включают: предварительный анализ опасностей; анализ последствий отказов; анализ опасностей с помощью «дерева причин»; анализ опасностей с помощью «дерева последствий»; анализ опасностей методом потенциальных отклонений; анализ проектных ошибок; причинно-следственный анализ [1].

Анализ опасностей с помощью «дерева последствий» потенциальной аварии производится путем оценки критических событий, приводящих к перерастанию аварийной ситуации в аварию.

При анализе «причин - последствий» используются комбинированные методы «дерева отказов» (выявить причины) и «дерева событий» (показать последствия). На рис.1 приведен алгоритм исследования отказов на примере высотного здания.

Отдельные аварийные ситуации и виды отказов элементов позволяют, определить их воздействие на другие близлежащие элементы и систему в целом. Причинно-следственный анализ отказов конструктивной системы высотного здания осуществляют в следующем порядке:

1) При анализе конструктивной системы прежде всего необходимо учитывать совокупность воздействий, приводящих к аварийной ситуации. По степени влияния воздействия классифицируются на регламентированные и нерегламентированные. К регламентированным воздействиям относятся параметрические отказы, возникающие в нормальных условиях эксплуатации в результате естественных процессов старения, износа, коррозирования и т. д. К нерегламентированным воздействиям относятся внезапные катастрофические отказы, возникающие в результате внешних воздействий, превышающих пределы устойчивости строительных объектов, например сейсмическое воздействие, взрыв, удар и прочие форс-мажорные факторы.

2) Конструктивная система (объект) состоит из конструктивных элементов. Несущий каркас объекта – это сложная конструкция, представляющая собой организованную совокупность групп унифицированных конструктивных элементов, таких как основание, фундамент, колонны, пилоны, стены, перекрытие и т.д. Каждый из этих элементов имеет свой критерий важности, свою категорию ответственности, согласно нормативным документам [2].

Аварийная ситуация приводит к полному или частичному отказу конструктивного элемента или системы в целом. Для оценки последствий возникновения аварийной ситуации (отказа) в конструктивном элементе

необходимо учитывать критерий важности элемента в системе и учитывать его расположение. Например, отказ колонны первого этажа ведет к перерастанию аварийной ситуации в аварию, а отказ колонны среднего этажа при правильном проектировании ведет к перераспределению усилий в конструктивной системе.

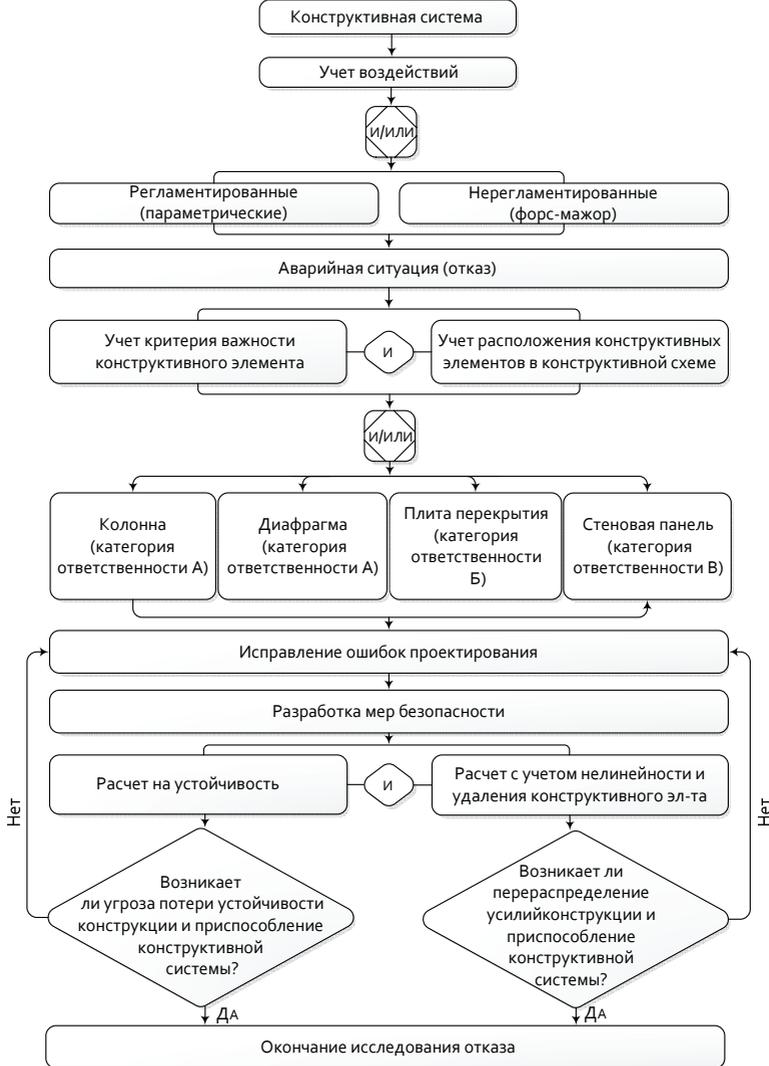


Рис. 1. Алгоритм причинно-следственного анализа отказов для конструктивной системы

3) Согласно нормативным документам [2] назначаются различные уровни надежности, конструктивным элементам или всему каркасу. При этом под стандартным уровнем надежности унифицированных групп несущих конструкций следует понимать такой уровень надежности, при котором риск аварии становится стандартным: нормальным или предельно-допустимым. К нормальному уровню надежности относится уровень P_i , при котором обеспечивается нормальный (естественный) R_i риск аварии объекта, а к предельно-допустимому – уровень P_j , который соответствует предельно-допустимому значению R_j риска аварии.

Соответственно к нормальному риску аварии объекта приводят параметрические воздействия, а к предельно-допустимому приводят внезапные нерегламентированные воздействия. Поэтому при проектировании необходимо разрабатывать предупредительные меры для обеспечения безопасности объекта в течении заданного периода времени при возникновении аварийной ситуации.

4) В качестве предупредительных мер обеспечения безопасности объекта предлагается выполнять расчет на устойчивость и расчет с учетом нелинейности. Расчет на устойчивость выполняется для выявления устойчивости системы. Расчет с учетом нелинейности выполняется для выявления критической нагрузки в элементе, потенциально подвергающемуся аварийному воздействию. Если критическая нагрузка в элементе возникла, необходимо проанализировать работу конструктивной системы при учете исключения из работы этого элемента и оценить вероятность приспособляемости конструктивной системы к вновь возникшим условиям работы. По результатам этого расчета следует выявить перераспределение усилий, которое возникает после удаления элемента, если перераспределения не произошло, то может возникнуть аварийная ситуация, которая может привести к аварии большого участка либо всего объекта. Для предотвращения этой ситуации рекомендуется предпринять проектные меры по усовершенствованию конструктивной системы в целом, с учетом взаимовлияния конструктивных элементов.

Вывод

При помощи алгоритма исследования отказов для конструктивной системы можно оценить потенциал несущей способности любого строительного объекта.

Список литературы

1. *Ветошкин А.Г.* Надежность технических систем и техногенный риск/ *Ветошкин А.Г.* – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. – 155 с.
2. ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.

*О.І. Оглобля, д.т.н., проф.,
(Український державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний
інститут УкрНДІводоканалпроект, Україна м. Київ)
М.С. Маслов, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ СУЧАСНИХ СПОРУД ЗАСТОСОВУЮЧИ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНІ БЕТОННІ ПУСТОТНІ ПЛИТИ БЕЗ ЗВИЧАЙНОГО АРМУВАННЯ

*Особливості попередньо напружених залізобетонних пустотних плит без
звичайної арматури для великих прольотів зміцнення сталевих канатів та їх
переваги порівняно із звичайним армуванням.*

Особливості та переваги застосування попередньо напружених бетонних пустотних плит без звичайного армування

Останнім часом в будівельній галузі України набув поширення новий вид пустотних плит, які армовані лише високоміцними попередньо напруженими канатами. На відміну від поширених круглопустотних плит касетного виробництва з комбінованим армуванням (попередньо напруженою і звичайною арматурою) унікальність технології виготовлення даних пустотних плит полягає у тому, що окрім попередньо-напруженої арматури звичайної ненапруженої каркасної арматури немає взагалі. Пустотні плити шириною 1200 мм, які виготовляються, наприклад, на залізобетонному заводі «Обербетон» в м. Житомирі, є трьох видів: висотою 400 мм, 320 мм та 220 мм.

В якості робочої арматури при виготовленні пустотних плит використовуються високоміцні канати К-7 діаметром від 9 до 15 мм, чим досягається їх достатньо висока несуча здатність. Канати знаходяться в спеціальних бухтах, а їх кількість і діаметр визначається типом армування, яких є теж по 3 види для кожного виду пустотних плит. Натягуються канати за допомогою спеціальних домкратів. За один прийом для певного виду або типу виготовляється близько 150 м пустотної плити. Після того, як бетон набере не менше 70 % міцності відбувається розрізання на елементи потрібної довжини або конфігурації плит в плані. Їх поперечні перерізи наведені на рис. 1.

Дослідження напружено деформованого стану залізобетонної плити перекриття армованої попередньо напруженими канатами

Плити розраховані як шарнірно опертих однопрогонові балки, завантажені рівномірно розподіленим навантаженням. Розрахунком відповідно до вимог СНиП 2.03.01-84 * «Бетонні і залізобетонні конструкції» визначені допустимі величини розрахункових навантажень з умов:

- міцності нормальних перерізів в прольоті;

- відсутність тріщин в плитах при дії повних розрахункових навантажень з урахуванням $M_{bt} = W_{pl} \cdot R_{bt} \cdot ser$;
- обмеження прогинів плити граничними, нормованими СНиП 2.01.07-85 *, величинами ($[f] < 1/150L$ при $L < 3$ м; $[f] < 1/200L$ при 3 м $< L < 6$ м; $[f] < 1/300L$ при 6 м $< L < 24$ м);
- обмеження величини головних розтягуючих напружень в будь-якій точці на довжині ділянки заанкерування арматури $\max < R_{bt}$ при дії на плиту розрахункових навантажень.

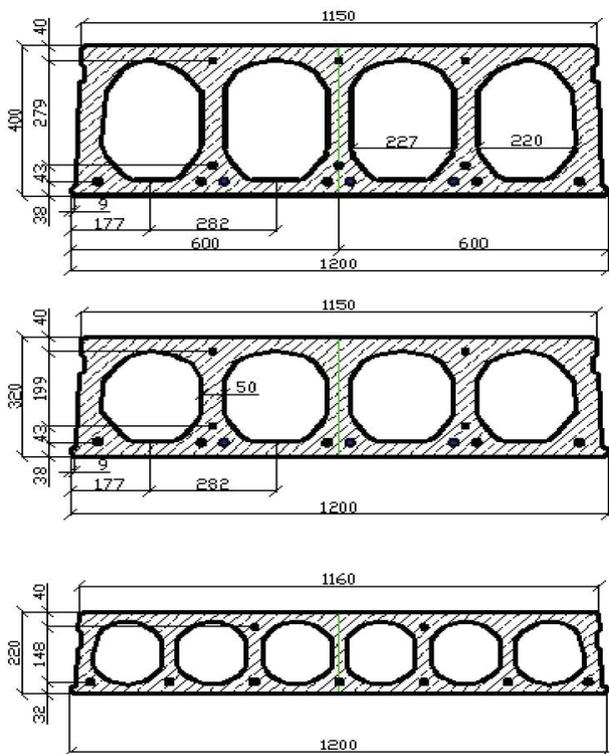


Рис 1. Поперечні перерізи пустотних плит

На рис. 2 як приклад наведено графіки несучої здатності плит з висотою перерізу 220 мм з номінальною шириною 1500 мм, з бетону класу В40, армованих у нижній грані канатами класу К7 діаметром 9 мм в залежності від довжини і кількості арматурних канатів - 4, 8 і 20 шт. Аналіз кривих дозволяє встановити, що при малих прольотах допустиме розрахункове навантаження на плити визначають умови міцності. Потім на значному інтервалі довжин допустиме навантаження визначається умовою

тріщиностійкості нормальних пролітних перетинів. Для плит граничних (при даній висоті перерізу) довжин визначальним стає умова обмеження прогинів.

Розрахунковий проліт для плит всіх довжин приймався рівним їх координаційної довжині зменшеною на 120 мм $L_p = L - 120$ мм.

Рівномірно розподілене навантаження від власної маси плит з урахуванням ваги бетону заливки швів між плитами прийнята:

для плит з висотою перерізу 220 мм при ширині 1200 мм -3,5 (3,85) кПа, при ширині 1500мм - 3,6 (4,0) кПа;

- для плит з висотою перерізу 300мм при ширині 1200 мм -4,1 (4,5) кПа, при ширині 1500 мм - 4,3 (4,75) кПа;

- для плит з висотою перерізу 400 мм при ширині 1200 мм -4,85 (5,3) кПа.

Тут у дужках наведені розрахункові значення при коефіцієнті надійності по навантаженню $\gamma_f = 1,1$ (з округленням до 0,1 кПа).

Для розрахунку дійсні перетину замінялися еквівалентними двотавровими з приведенням порожнеч складного обриси до прямокутника з рівновеликими площами і моментами інерції.

При визначенні допустимої розрахункового навантаження по умові тріщиностійкості момент від повної розрахункового навантаження для шарнірно опертої балки прирівнювався до моменту:

$$M_k = W_{pl} R_{btser} + N(e_0 - r)$$

дозволяє проектування багатопустотних плит перекриттів, армованих високоміцною дротяною арматурою без внутрішніх анкерів.

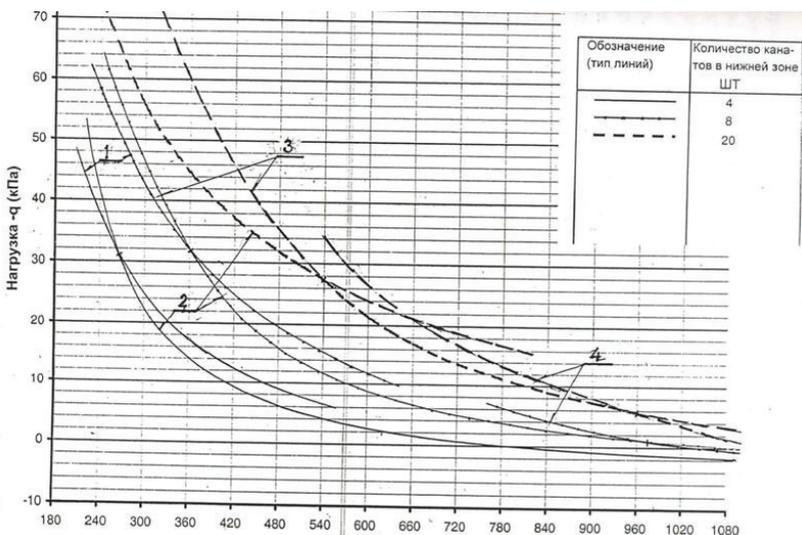


Рис. 2 Графік залежності розрахункової рівномірно розподіленого навантаження від довжини плит (L)1. По міцності при опорних зон

$\sigma_{\max} < R_{bt}$; 2. По міцності нормальних перерізів в прольоті; 3. По тріщиностійкості нормальних перерізів в прольоті 4. По умовам обмеження прогинів

При використанні плит в перекриттях будівель з обпиранням на кладку несучих стін з цегли, керамічних або бетонних дрібних блоків, а також при великоблочних і панельних стінах з платформеними вузлами обпирання перекриттів слід провести додаткові розрахункові перевірки на тріщиностійкість нормальних перетинів по гранях опор і похилих перерізів у решт плит. У кінців плит, заведених у кладку стін або затиснутих в платформних вузлах панельних стін, від навантажень понад їх власної маси виникають опорні (негативні) згинальні моменти, які повинні сприйматися неармовані бетонні перетином плит (на довжині «прослизання» арматури і на початку зони заанкерування). Величини моментів защемлення, обумовлених опором матеріалу стін повороту кінців плит на опорах, залежать від багатьох факторів:

- величини і розподілу навантаження;
- довжини прольоту (кут повороту осі вільно опертої плити при рівномірному навантаженні пропорційний довжині прольоту в третього ступеня);
- модуля деформацій і міцності матеріалу стін;

Висновки

З графіку ясно, що плити довжиною до 4 м (з висотою перерізу 220 мм) можуть використовуватися в перекриттях, опертих на несучі стіни будівель із цегли і дрібних бетонних блоків при навантаженнях до 16 кПа і більше. У плитах завдовжки понад 6,3 м навіть навантаження встановлені СНиП 2.01.07-85 * для будівель масової забудови (пункти 1.2.3 таблиці 3) можуть створити небезпечні опорні моменти. Для плит завдовжки понад 7,2 м моменти тріщиноутворення відповідають навантаженням понад власної маси порядку 0,4 кПа. Тому плити довжиною більше 7,2 м не повинні застосовуватися з защемленням на опорах.

Список літератури

1. ДБН В.1.2-2:2006, Навантаження та впливи, К.: МНБУД України, 2007. – 73с.
2. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення, К.: МНБУД України, 2010.
3. УДК 624.012 Мельник І.В., Сорохтей В.М. Використання ефективних вставок у монолітних і збірно-монолітних перекриттях при реконструкції будівлі оздоровчого відділення санаторію, Львів.-2010. –[114-119с.]

*М.Д. Князев, магістр, М.С. Барабаши, доцент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

Динамічна теорія сейсмостійкості постійно удосконалюється. Удосконалюються не тільки моделі будівель, але і моделі сейсмічних впливів на них. Не менш важливим етапом у розвитку теорії сейсмостійкості було винайдення нової моделі сейсмічних впливів - спектрів коливань.

Раніше в якості моделі будівлі приймалося абсолютно жорстке тіло, а сейсмічні впливи представлялися у вигляді простих гармонійних коливань. Тепер ця спрощена модель замінена іншою - консольним стрижнем з зосередженими або розподіленими масами, що дало можливість врахувати індивідуальні динамічні властивості при коливанні будівель.

Важливим етапом у розвитку теорії сейсмостійкості було створення нової моделі сейсмічних впливів - спектрів коливань, що враховує реальний характер коливань ґрунту при землетрусі та його особливості впливу на лінійний осцилятор: зменшення амплітуд сил інерції при збільшенні періоду власних коливань. У результаті з'явилися рекомендації з проектування будинків з підвищеною податливістю вертикальних елементів.

Спектральний метод, розроблений для систем з одним ступенем свободи. Для цього скористалися моделлю методу приведення, коли пружне тіло з кінцевим або нескінченним числом ступенів свободи замінювалося лінійними осциляторами - масами, підвішеними на пружинах. Наведені маси визначаються з рівності кінетичних, а наведені жорсткості пружин - з рівності потенційних енергій пружного тіла осцилятора. Це було певним досягненням, оскільки вперше вдалося в одному розрахунку одночасно врахувати реальні моделі будівлі на сейсмічний вплив. Однак сучасний спектральний метод має ряд недоліків. Так визначення сейсмічних навантажень виконується за формулою:

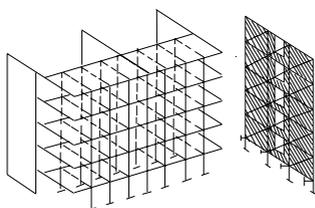
$$S_t(x_k) = R_c \beta_i \square_{ti}(x_k) Q_k, \quad (1)$$

$$\text{де } \square_{ti} = \frac{X_i(x_k) \sum_{k=1}^n Q_k X_i(x_k)}{\sum_{k=1}^n Q_k x_i^2(x_k)}$$

Відповідно до формули (1), до уваги беруться форми коливань, при яких перекриття переміщається поступально, як абсолютно жорсткий диск. Для багатьох типів будинків такі форми в «чистому» вигляді не існують. Формула (1) є окремим випадком більш загальних формул. Вона придатна для обчислення лише одного поступального виду коливання будівлі, що має регулярну структуру по довжині. Використання ж формули (1) для загальної

оцінки сейсмостійкості таких будівель нерідко призводить до помилки, так як інші складові сейсмічних навантажень, що не враховуються розрахунком, можуть бути того ж порядку. Так, наприклад, сейсмічні навантаження, на крайніх рамах каркаса при крутильних коливаннях, у ряді випадків перевищують навантаження, що виникають при поступальних коливаннях. Усі розрахункові формули спектрального методу отримані в припущенні нескінченно великій швидкості поширення сейсмічної хвилі. У дійсності ж швидкості і довжини хвиль змінюються в досить широких межах ($c = 100 \div 5000$ м / сек. $\lambda = 30 \div 400$ м) і вже при довжині хвилі менше 250 м необхідно розглядати питання про несинхронності руху окремих ділянок основи будівлі. Не менш важливим питанням є врахування резонансних коливань поверхневого шару ґрунту. Відомо, наприклад, що амплітуди коливань цього шару можуть в 4-8 разів перевищувати коливання корінних порід.

Просторові розрахункові моделі будівель і їх елементів. Спрошені розрахункові моделі типу консольного стрижня не відображають дійсної роботи будівлі та знаходяться в протиріччі з останніми експериментальними даними для всіх типів будинків. Тому вони повинні бути замінені просторовими розрахунковими моделями. Для каркасних будівель просторова розрахункова модель представляє собою сукупність поперечних і поздовжніх рам, вертикальних діафрагм жорсткості, сходових кліток та ліфтових шахт, з'єднаних лінійними зв'язками з перекритими. Облік моментних зв'язків не представляє принципових труднощів, але викликає невиправдане в більшості випадків ускладнення розрахунку. Маса будівлі зосереджені по висоті в рівнях перекриттів, а по довжині розподілені рівномірно. Просторова модель будівлі може бути розчленована на плоскі квазістатичні моделі вертикальних елементів на штовхаючих пружних опорах і перекриття на пружній основі двох типів - штовхаючий і підтримуючий.



Просторова розрахункова модель каркасних будівель може бути представлена у наступному математичному вигляді:

З жорсткими вузлами :

$$\delta_{11} = \frac{1}{12} (p_1 + R_1); \quad (2)$$

$$\delta_{kk} = \frac{1}{12} \left(p_k + R_k + \frac{h_k^2}{4 r_k} \right); \quad (3)$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \dots = \delta_{1n} = \delta_{n1} + \delta_{11} + \frac{h_1 h_2}{48 r_1 + 4 s_1}; \quad (4)$$

$$\delta_{k,k+1} = \delta_{k+1,k} = \dots = \delta_{kn} = \delta_{nk} = \delta_{kk} + \frac{h_k h_{k+1}}{48 r_k} \text{ при } k > 1; \quad (5)$$

$$R_1 = \frac{h_i^2}{4 r_1 + 0.33 s_1}; \quad R_2 = \frac{(h_1 + h_2)^2}{4 r_1 + 0.33 s_1};$$

s_j, r_j – сумарні погонні жорсткості стін і ригелів кожного яруса рами .

З абсолютно жорсткими ригелями :

$$\delta_{kk} = \sum_{j=1}^k \frac{h_j^2}{12 s_j} \quad (6)$$

$$\delta_{k,k+1} = \delta_{k+1,k} = \dots = \delta_{kn} = \delta_{nk} = \delta_{kk} \quad (7)$$

Рамні конструкції з заповненням :

$$\delta_{kk} = \sum_{j=1}^k \frac{h_j^2}{12 s_j + f_j} \quad (8)$$

$$f_j = \sum_{a=1}^{n_1} (hFG_{\square np})_{ja} \quad (9)$$

Де h, F, G, γ_{np} – відповідно висота , площа в плані , модуль зсуву матеріалу і коефіцієнт пройомності a -й панелі заповнення , виготовляються по всім панелям j -го поверху , розташованого в площі дії на j -м поверсі.

Власні числа та форми коливань визначилися у програмному комплексі ЛІРА-САПР. Розрахунки були виконані для заданих n усереднених мас, зосереджених по рівнях міжповерхових перекриттів.

Дослідженнями встановлено, що форми зсувів таких складних статичних невизначених стрижневих систем, якими є поперечні рами. - це. перш за все, зсувне. як для складеного консольного стрижня. При збільшенні поверховості, наприклад, вище десяти , все більше починають проявляться згинні форми.

Перекриття. Експериментальні дослідження горизонтальної жорсткості монолітних перекриттів нечисленні. Проводилися статичні і динамічні випробування в своїй площині моделей монолітних, збірних залізобетонних і дерев'яних перекриттів. Вони показали, що жорсткість збірних перекриттів істотно залежить від способу сполучення їх елементів. У першому наближенні збірність перекриттів може бути врахована введенням в розрахунок умовного модулі пружності $E' = pE_n$, де E_n -нормативний модуль пружності бетону монолітного перекриття; p - коефіцієнт, враховуючий збірність перекриттів.

Для збірного перекриття, замоноличеного за допомогою шпонок з наступним заливанням швів розчином. $p = 1/15$, для збірного перекриття з обв'язкою по периметру $1/32$

Теоретичні та експериментальні дослідження горизонтальної жорсткості збірних залізобетонних перекриттів проводились а Одеському

інженерно-будівельному інституті (В. Ф. Тачков, А. И. Сапожников, А. С. Михайлов). Випробувалися збірні перекриття із вузьких плит, об'єднаних в загальну плиту за допомогою замоноличування їх по контуру за допомогою обв'язки.

Висновки

Підсумки досліджень показали, що в розрахункових моделях збірні перекриття не можна приймати у вигляді суцільної системи типу високих балок або балок-стінок. Модель їх у вигляді складеної балки, працюючої на вигин та зрушення, ближче відповідає дійсній роботі. Вона зручна для розрахунків, якщо жорсткість її в своїй площині характеризувати двома величинами $E'I$ і $G'F$, де E і G' - умовні модулі пружності.

Список літератури

1. ДБН В .1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины.
2. СНиП 2-03.01-83. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1983. – 89с.
3. Сейсмический риск и инженерные решения. Под ред. Ц. Ломнитца и Э. Розенблюта. Пер. с англ. М.М. Мешкова, Б.Г. Слепцованедра, 1981. -376с.

*Н.А. Костыра, к.т.н., доцент,
Я.В. Баишинский, студент, А.А. Роман, студент
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИЙ И ШУМА ОТ МЕТРОПОЛИТЕНА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Данная статья посвящена исследованию проблем, связанных с влиянием метрополитена на здания. Рассматривается численное моделирование на примере высотного здания вблизи Киевского метрополитена.

Расчет вибрации от движения поездов метрополитена проводится при прогнозировании ожидаемых значений вибрации в зданиях, расположенных в зоне возможного влияния проектируемых линий метрополитена, с целью проверки их на соответствие требованиям СНиП 32-02, а также при разработке конкретных технических решений по виброзащите зданий и сооружений.

Не идеально гладкая поверхность материала колеса и рельса, деформированные колеса, эффект влияния поезда при движении создают поличастотную вибрацию. Наиболее опасным является ударное воздействие (25-50 Гц).

Продолжительность колебаний в зданиях, которые вызваны поездом метрополитена, составляют, примерно, 10 с. В часы пик на трассе метрополитена может проходить в обоих направлениях до 25 пар поездов. Соответственно, продолжительность действия колебаний может достигать 10-20% общего времени работы метрополитена.

Спектральный состав этих колебаний достаточно широк – 5-100 Гц, но основная энергия колебаний сосредоточена в более узком диапазоне – 35-60 Гц. Максимальные амплитуды колебаний строительных конструкций и сооружений, которые находятся вблизи линий метрополитена, равны несколько микрон. Обычно амплитуда колебаний редко превышает 1 мкм. Колебания такой интенсивности не влияют на прочность строительных конструкций. Вместе с тем, скорость колебаний может быть 0,5 мм / с, а ускорение колебаний – 20 см/с². Колебания такой интенсивности уже могут быть ощутимыми и создавать дискомфорт.

Техногенные динамические нагрузки распространяются, как правило, в верхней части почвенной массы до глубины 10-15 м, потому что основная часть энергии переносится к зданию поверхностными волнами Рэлея, которые быстро затихают с увеличением глубины. Примерно до такой отметки углубляются фундаменты большинства общественных зданий, жилых домов в частности.

Кроме того, значение наиболее низкочастотных составляющих транспортных динамических нагрузок часто близки к значениям собственных частот колебаний большинства зданий, которые не редко находятся в пределах 2-8 Гц. Поэтому в зонах действия метрополитена иногда наблюдается дополнительное проседание зданий на 50-150 мм.

В условиях динамического воздействия наиболее устойчивы к вибрации здания и сооружения из монолитного железобетона. Такая возможность обеспечивается свойством работы монолитных конструкций воспринимать не резонансы, а более мягкие резонансные воздействия. Оптимальная конструктивная схема в данном случае - это колонный каркас, эффективность которого повышается с увеличением толщины плит перекрытия и уменьшением сечения колонн или пилонов. В качестве фундамента рекомендуется использовать сплошную монолитную железобетонную плиту на палевом поле, что позволяет уменьшить влияние неоднородностей грунтового основания.

Для проведения численного эксперимента за основу было взято 27-этажное монолитное здание, расположенное вблизи Святошино-Броварской линии Киевского метрополитена. Класс бетона В30, класс рабочей арматуры АIII. Толщина монолитного перекрытия 200 мм, толщина вертикальных несущих конструкций 300 мм. Фундамент - сплошная монолитная железобетонная плита на палевом поле. Численный эксперимент проводился в программном комплексе МОНОМАХ. Расчет производился с учетом ветровых и снеговых нагрузок согласно району строительства. Учтены долговременные и кратковременные нагрузки на плиты перекрытия типовых этажей, а также чердачного перекрытия. Колебания грунтов основания дома вблизи метрополитена соответствуют 6-7 бальному землетрясению.

Проводился расчет здания с толщиной плит перекрытия 200, 300 и 400 мм. Результаты расчетов сведены в таблицу 1 и положены в основу определения коэффициента динамичности β в зависимости от периода колебаний T_i и сечения плит перекрытия.

Таблица 1.

Частоты и периоды колебаний при изменении толщины плиты перекрытия

Толщина плиты, мм	Горизонтальные перемещения, м	Форма колебаний	Частота, Гц	Период, с
200	0,011	1	0,67	1,4876
		2	0,80	1,2576
		3	0,85	1,1008
		4	2,93	0,3418
		5	3,43	0,2916
300	0,008	1	0,81	1,2361
		2	0,92	1,0880
		3	0,96	1,0447
		4	3,25	0,3074
		5	3,85	0,2597
400	4,1e-004	1	0,65	1,5297
		2	0,77	1,2917
		3	0,83	1,2064
		4	2,85	0,3504
		5	3,33	0,3003

Коэффициент динамичности β вычислялся по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \text{При } T_1 \leq 0,5 \text{ с } \quad v_i &= 1 + 4T_1; \\ \text{при } 0,5 \text{ с} < T_1 \leq 3 \text{ с } \quad v_i &= 3; \\ \text{при } T_1 > 3 \text{ с } \quad v_i &= 8/T_1^{9/10}. \end{aligned} \quad (1)$$

Используя данные из таблицы 1 и формулы (1) построены графики зависимости коэффициента динамичности β в зависимости от периода колебаний T_i и сечения плит перекрытия (см. рис. 1). Из графиков видно, что с увеличением толщины плиты перекрытия коэффициент динамичности β имеет тенденцию к уменьшению, а, следовательно, здание становится устойчивым к вибрациям. Также в ходе эксперимента установлено, что с увеличением толщины плит перекрытия наблюдается уменьшение значения горизонтального перемещения.

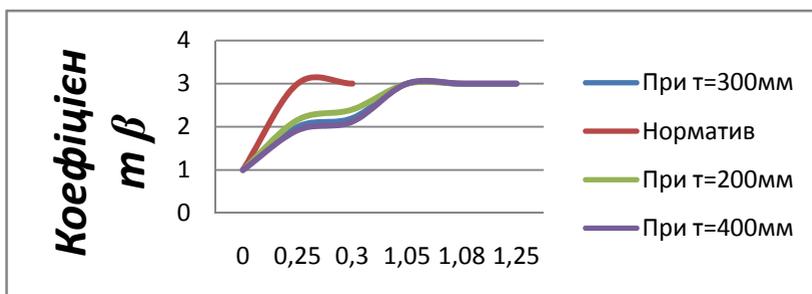


Рис. 1. График коэффициентов динамичности β в зависимости от периода колебаний T_i и сечения плит покрытия

Для уменьшения интенсивности вибрации от движения поезда метрополитена в качестве ограждающих конструкций можно использовать железобетонный и металлический шпунт без грунтовой насыпки, но с изоляцией и засыпкой грунта за шпунтом. Поскольку расстояние от метрополитена до здания 50 м, рекомендуется применять двухрядные переемы цилиндрической формы.

Испытание модели здания на влияния вибрации и применение необходимых мер в ходе проектирования может предотвратить серьезные последствия в будущем. Мы можем увидеть это на следующей модели.

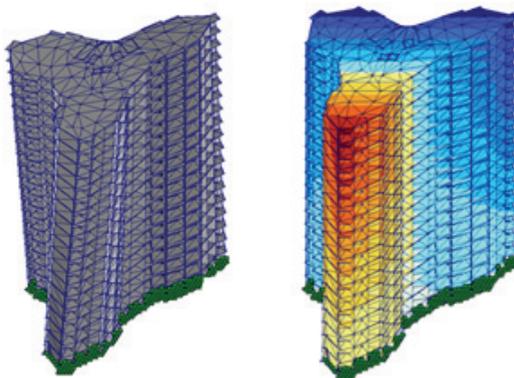


Рис.2. 3D-вид здания: а - деформационная схема; б – горизонтальные перемещения от динамических нагрузок (яркие и темные цвета показывают наиболее напряженные зоны)

На рисунке 2 видно деформацию и места наибольших усилий возникших в здании. Так же необходимо учитывать нелинейную работу грунта, которая позволяет учитывать его физико-механические свойства. Это связано с тем, что грунтовое основание имеет неоднородную структуру. При учете влияния вибрации создается наиболее подходящая модель здания. Таким образом сохраняется стабильное состояние при влиянии различных видов внешних факторов.

Выводы

В ходе принятия необходимых мер по уменьшению влияния вибрации от метрополитена на окружающую среду необходимо рассматривать различные способы, которые могли бы привести к желаемому результату. Часто комбинация разных методов является лучшим решением проблемы.

Рассмотрев проблему с разных сторон можно сделать вывод, что изменение основы рельсового покрытия поездов метро и изменение конструкции здания сводит влияние вибрации на здания к минимуму.

Список литературы

1. СП 23-105-2004 Оценка вибрации при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов метрополитена.
2. J. Jensen, O. Larsen. Railway Gazette International, Metro Report, 2000, p. 11 – 13.
3. Развитие железных дорог и метрополитена в Дании (рус.) // Железные дороги мира : Журнал. — 2000. — № 6.

*Н.В. Усенко, И.А. Яковенко, к.т.н, Вл.И. Колчунов, д.т.н., проф.,
(Национальный авиационный университет, Украина, г.Киев)*

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДЕФОРМАЦИЙ РАСТЯЖЕНИЯ БЕТОНА ДЛЯ РАСЧЕТА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Выполнен анализ расчетной схемы и необходимых параметров для определения деформаций растяжения бетона при расчете трещиностойкости железобетонных конструкций по наклонным сечениям с учетом нарушения гипотезы сплошности и отказе от упрощенных подходов, так, как этого требуют измеряемые в опытах с помощью микроскопа параметры.

При образовании трещин в железобетонных составных конструкциях сплошность нарушается из-за наличия макротрещин и основная гипотеза сплошности механики твердого деформируемого тела здесь неприменима [1].

Поэтому до настоящего времени задача не имеет удовлетворительного решения.

Анализ приопорных трещин и трещин, прилегающих к сосредоточенной нагрузке с выявлением веера наклонных трещин, прилегающих к сосредоточенной нагрузке и веера возможных наклонных трещин, прилегающих к опоре, позволяет выявить расчетную схему для определения $e_{bt}(x)$ в верхней зоне железобетонной конструкции [2], приведенной на рис. 1.

Здесь главные растягивающие напряжения определяются из зависимости:

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_{bt}(y)}{\cos \alpha_{crc}} = \frac{E_b \cdot \nu_b}{1 - \mu_b^2} (\varepsilon_3 + \mu_b \varepsilon_1), \quad (1)$$

$$\sigma_{bt}(y) = \frac{E_b \cdot \nu_b}{1 - \mu_b^2} (\varepsilon_{bt}(y) + \mu_b \varepsilon_1 \cos \alpha_{crc}), \quad (2)$$

Рассматривая напряжения $\sigma_{bt}(y)$ (а также напряжения, в середине наклонной площадки σ_x , σ_y и τ_{xy}), применительно к расчетной схеме, приведенной на рис. 1, коэффициент заполнения этих эпюр ω может быть принят равным единице, как среднее значение таких эпюр, приближающихся к трапециевидным.

Составляя уравнения равновесия проекций всех сил на ось Oy ($\sum Y = 0$), получим:

$$\sigma_{sw} A_{sw} - \sigma_{sw}(y) A_{sw} - \sigma_{bt}(y) A_{bt,w} - \tau_{j,up} \cdot b \cdot (y + t_* - 0,5 Stg \alpha_{crc}) +$$

$$+ \tau_{j+1,up} \cdot b \cdot (y + t_* + 0,5Stg\alpha_{crc}) = 0. \quad (3)$$

Значения $\sigma_x(y)$ и τ_{xy} вычисляются по формулам:

$$\sigma_x(y) = \frac{M_{j,up} + M_{j+1,up}}{2I_{m,up}} \cdot (0,5h_{m,up} - y - t_*) + \frac{N_{j,up} + N_{j+1,up}}{2 \cdot b \cdot h_{m,up}}, \quad (5)$$

$$\text{где } I_{m,up} = \frac{b \cdot h_{m,up}^3}{12}.$$

Отсюда, после алгебраических преобразований, будем иметь:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 = \frac{1}{E_b \cdot \nu_b} \cdot \left[\frac{\sigma_{bt}(y)}{\cos \alpha_{crc}} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{crc} + \sigma_x (\cos^2 \alpha_{crc} - \sin^2 \alpha_{crc} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{crc}) + \right. \\ \left. + \tau_{xy} \cdot (\sin 2\alpha_{crc} \operatorname{tg}^2 \alpha_{crc} + \sin 2\alpha_{crc}) - \mu_b \cdot \frac{\sigma_{bt}(y)}{\cos \alpha_{crc}} \right]. \quad (4) \end{aligned}$$

После подстановки (8) – (12) в (4) в итоге получим

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 \left(1 - \frac{\mu_b}{1 - \mu_b^2} \cdot E_b \cdot \nu_b \cdot \cos \alpha_{crc} \cdot D_6 \right) = \\ = \frac{E_b \cdot \nu_b}{1 - \mu_b^2} \cdot D_6 \cdot \varepsilon_{bt}(y) - D_3 \cdot D_7 \cdot y + D_4 \cdot D_7 + D_5 \cdot D_8, \quad (6) \end{aligned}$$

где

$$\frac{M_{j,up} + M_{j+1,up}}{2I_{m,up}} = D_3, \quad (7)$$

$$\frac{M_{j,up} + M_{j+1,up}}{2I_{m,up}} \cdot (0,5h_{m,up} - t_*) + \frac{N_{j,up} + N_{j+1,up}}{2 \cdot b \cdot h_{m,up}} = D_4. \quad (8)$$

$$\tau_{xy,m,up} = \frac{Q_{j,up} + Q_{j+1,up}}{2b \cdot h_{m,up}} = D_5. \quad (9)$$

$$\frac{\operatorname{tg}^2 \alpha_{crc} - \mu_b}{\cos \alpha_{crc} \cdot E_b \cdot \nu_b} = D_6, \quad (10)$$

$$\frac{(\cos^2 \alpha_{crc} - \sin^2 \alpha_{crc} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{crc})}{E_b \cdot v_b} = D_7, \quad (11)$$

$$\frac{(\sin 2\alpha_{crc} \operatorname{tg}^2 \alpha_{crc} + \sin 2\alpha_{crc})}{E_b \cdot v_b} = D_8. \quad (12)$$

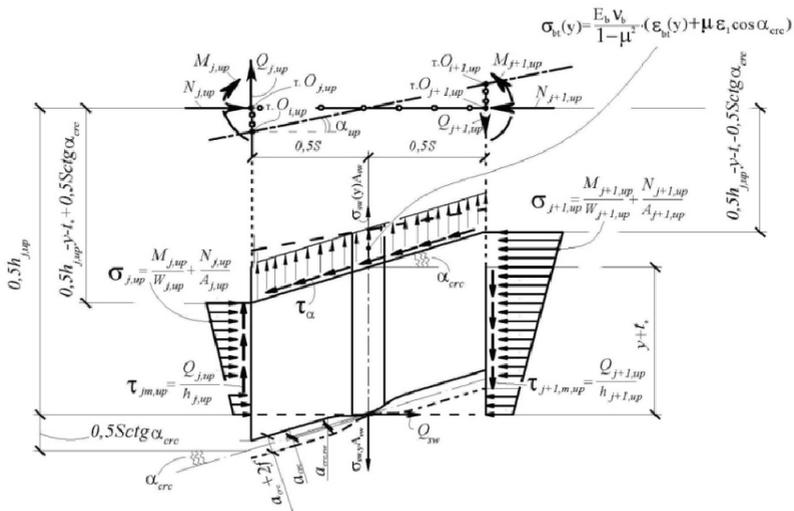


Рис. 1. Расчетная схема к определению деформаций растяжения бетона по наклонным сечениям в железобетонной конструкции

Список литературы

1. Бондаренко В. М. Расчетные модели силового сопротивления железобетона : монография / В. М. Бондаренко, В. И. Колчунов. – М. : АСВ, 2004. – 472 с.
2. К определению деформаций растянутого бетона для расчета трещиностойкости жб конструкций по наклонным сечениям / [Х. З. Баширов, А. А. Дородных, В. И Колчунов, И. А. Яковенко, Н. В Усенко] // Весник гражданских инженеров. – 2012. – №5. – С. 50–54.

АНАЛІЗ ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СИЛОСНИХ КОРПУСІВ ТА ЇХ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

Наведені та згруповані основні фактори, що впливають на руйнування залізобетонних силосних корпусів .

Дослідження характеру та причин аварій в силосних корпусах має допоміжне значення для встановлення істинного фактору настання критичного стану експлуатації силосі. При аналізі обстежень елеваторів відмічається, що близько 30% силосних корпусів потребують капітального ремонту вже через 10-15 років їх нормальної експлуатації. Складне навантаження, його розподіл, циклічність в період експлуатації впливає на виникнення деформацій як в самій конструкції та і в його основі.

Аналіз причин руйнування окремих силосних корпусів дає можливість виділити основні фактори, що впливають на зміну напружено-деформованого стану конструкції. Усі фактори можна умовно поділити на дві категорії: 1- виробничі фактори (навантаження, впливи, конструктивні рішення, фізико-хімічні процеси, що виникають в матеріалах при їх виготовленні та експлуатації); 2 – фактори навколишнього середовища – зміна температур, вологості, кліматичні фактори, наявність ґрунтових вод та агресивних сполук в цих водах та в ґрунтах. Можна виділити третю групу факторів - це помилки при проведенні будівельних робіт, невідповідність проекту, недотримання технології виконання робіт, не відповідність матеріалам, що закладені по проекту. Окрім цього має місце недостатнє дослідження роботи силосних корпусів при реальних навантаженнях. Як показує практика, силосні корпуси, що були побудовані достатньо давно, в даний момент звантажуються з порушенням рекомендованих нормами схем завантажень.

Спираючись на результати дослідження елеваторного корпусу для зберігання зерна були визначені основні види дефектів.

Відхилення осей від проектного положення. Цей параметр має підтвердження при наявності на підприємстві проектної документації. При проведенні обмірних креслень виникла проблема відсутності проектної документації, таким чином за порівняльні (проектні) розміри можна приймати рекомендовані за нормами.

Дефекти фундаментів. При виникненні відхилень та кренів споруд в першу чергу звертають увагу на геологічний розріз та конструкцію фундаменту. Роблять оцінку стану геології на момент обстеження та порівнюють з вихідними даними. Спираючись на дослідження виділяють рівномірні та нерівномірні осадки. Рівномірні осадки не представляють великої загрози для споруди. А от нерівномірні осадки призводять до виникнення крену. Величина крену залежить від різниці осадок та розмірів

споруди в плані. Іноді крен має значення, яке унеможливує нормальну роботу норій, що в свою чергу призводить до неможливості експлуатації силосу.

Виробничі фактори (обводнення та проморожування котлованів, недостатнє ущільнення просадочних ґрунтів) теж впливають на осадку споруди. Для встановлення цього фактору необхідні технологічні карти виконання робіт по зведенню елеватора. Окрім цього близьке розташування в плані фундаментів з різним напруженням по подошві теж впливає на значення осадок.

З усього вищеведеного можна зробити наступний висновок: дефекти та деформації, що виникають під час експлуатації споруд залежать від дії чинників, які можна поєднати у чотири групи: науково-дослідницькі; проектні; будівельні; експлуатаційні.

Руйнування стінок силосів. Причинами руйнування стінок силосів можуть бути: нерівна розкладка зовнішніх стінових панелей, тріщини (особливо виникають в процесі неправильної експлуатації споруди), зволоження та вилугування бетону, відсутність захисного фарбувального шару (не проведення поточного ремонту будівлі).

Руйнація огороджувальних конструкцій найчастіше свідчить про деформацію всієї споруди. При обстеженні конкретного корпусу окрім вище зазначених дефектів були виявлені такі: шви стінових панелей в своїй більшості не оброблені цементно-піщаним розчином. Стінові панелі встановлені з відхиленнями як в площині так і поза площину (рис.1, рис.2).



Рис 1. Відхилення стінових панелей

Спостерігалися промерзання, сколювання, утворення тріщин в цегляній кладці. Внаслідок недотримання необхідного співвідношення компонентів розчину кладки відбуваються вивітрювання розчину зі швів. Мали місце значна корозія закладних деталей, руйнація стиків з'єднань, значне зволоження, луження бетону, розкриття тріщин, відшарування захисного шару бетону та оголення робочої арматури. Основні види руйнування відбуваються

з причини невідповідності проекту та поганому виконанню робіт. Та к цьому фактору можна додати ще неналежне обслуговування будівлі в цілому.



Рис.2. Відсутність цементно-піщаного розчину в стиках панелей та їх розходження

Руйнування підсилюючих конструкцій. До підсилюючих конструкцій в першу чергу відносяться колони. Найбільш характерні дефекти та пошкодження в цих конструкціях свідчать про надмірні навантаження, неоднозначний вплив температурних процесів, що відбуваються у норіях, невідповідність процесів завантаження та розвантаження силосів, наявність великого тиску сипкого матеріалу на стінки силосів тощо. До параметрів руйнації відносять наявність тріщин, сколювання бетону, вилугування бетону, волосяні тріщини, враження грибок та пліснявою (рис.3), руйнацію захисного шару бетону з оголенням робочої арматури, корозію елементів підсилення (при їх наявності.)

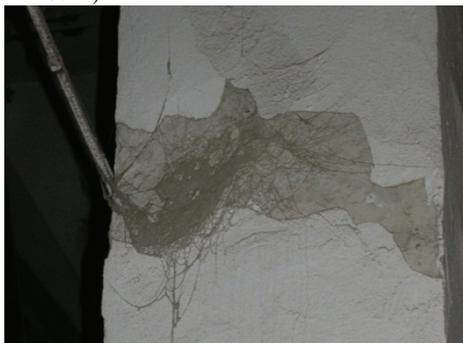


Рис.3. Враження колони грибок

Дефекти, що призводять до зменшення несучої здатності колон визначаються як візуально, так і з допомогою неруйнівних методів обстеження споруд. Одним із найважливіших параметрів, які призводять до руйнування конструкцій є зменшення міцності матеріалу. Так наприклад, при обстеженні елеваторного корпусу в м.Полтава, при визначенні міцності колон з допомогою пристрою неруйнівного контролю ИПС-МГ 4.01 (ТУ 7618-002-

12585810-94), було виявлено, що більшість досліджуваних колон втратили свою міцність у порівнянні з проектними. Так за рекомендаціями, що враховують досвід дослідження споруд після аварії, для елеватору даного типу розрахунковий клас бетону повинен бути вище за В30. При аналізі отриманих даних виявилось, що більше половини колон мають клас бетону нижчий за В30 (рис.4). Це призводить до того, що проектна міцність споруди не забезпечується, але силос знаходиться в стані експлуатації.



Рис.4. Гістограма визначення характеристик бетону.

Ще один фактор, що впливає на зменшення напружено-деформованого стану споруди. Це невідповідність схем завантаження та величини навантаження запроєктованим. Для силосних корпусів, так як і для всіх споруд за розрахунком приймають найбільше за значенням навантаження із використанням певних коефіцієнтів по навантаженню. На стійкість елеваторів, крім самої ваги навантаження, впливає схема завантаження.

З допомогою сучасних розрахункових комплексів можна створювати математичні моделі споруд та визначати їх стійкості при різних варіантах завантажень. На практиці схеми завантаження та розвантаження мають хаотичний характер, що в свою чергу призводить до зміни динаміки навантажень. Тому важливим питанням залишається дослідження схем завантаження силосних корпусів на практиці.

Висновки

Виконавши необхідні розрахунки для типових споруд можна рекомендувати однакові схем завантажень, при яких зменшуються внутрішні деформації в конструкціях. Це дає змогу зняти критичний стан у споруді без попереднього обстеження на певний час. А вже потім проводити детальне обстеження конструкцій для визначення питання її подальшої експлуатації.

Список літератури

1. Количественная система диагностики, оценка качества, технического состояния несущих строительных конструкций зданий и сооружений // Савицкий Н.В., Пшинько А.Н., Швец Н.А., Худолей Е.Ю. и др. / Сб. научн. тр. ПГАСА. Вып.18.- Дн-ск: ПГАСА, 2002.- С. 170-174.

*О.В. Фоменко, аспирант
(Харьковский Государственный Университет Городского
Хозяйства, Украина, Харьков)*

РАЗВИТИЕ ПРИДОРОЖНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АЭРОВОКЗАЛОВ

Рассмотрены направления формирования современных ПТК в Украине в зоне влияния аэровокзалов в системе внутреннего и иностранного туризма.

Как известно, пассажирские воздушные путешествия осуществляются с 1935 года. Они становятся массовыми с середины XX века, когда появляются регулярные авиамаршруты. На Украине эти процессы начали развиваться с середины 60-х годов XX века.

Развитие регулярных пассажирских авиамаршрутов обусловило массовое строительство туристических комплексов, в том числе и придорожных. За рубежом - в Америке и западноевропейских странах в середине 50-х годов прошлого века - появляются разнообразные туристические цепи (сети), включавшие в свою структуру как объекты для размещения туристов так и объекты, представлявшие экскурсионно-познавательный и рекреационно - оздоровительный интерес. Составным звеном этих цепей являлось оказание комплекса разнообразных услуг - в том числе и прокат автомобилей для авиапассажиров. Большинство представительств автопрокатных предприятий размещались в зонах влияния аэровокзалов. Если турист приобретал пакет услуг «перелет\автопутешествие» - то цена на транспортные затраты отдыха резко снижалась. Таким образом, усовершенствование до туристского уровня таких транспортных средств, как автомобиль и самолет - послужило основным фактором расцвета массового туризма в XX веке. По данным Курьера ЮНЕСКО (декабрь 1996 г.) - в 1965г. число авиапассажиров в мире достигло 180 млн., а количество автомашин насчитывалось около 130 млн. [1].

Целью данной работы является осуществление анализа формирования архитектурной среды ПТК в зоне влияния аэровокзалов. В соответствии с целью - **задачей** служит выявление тенденций развития автотуризма на территориях, прилегающих к аэровокзалам всвязи с развитием международных авиалиний. Объединение в середине прошлого века за рубежом услуг «авиаперелет - автопутешествие» способствовало увеличению пунктов автосервиса в зонах влияния аэровокзалов и явилось стимулом для включения в функционально-планировочную схему аэровокзалов автостанций и паркингов как автономных градостроительных образований, органично связанных в одно целое с системой других помещений автовокзала. Современная архитектурная среда сферы автотуризма в ближнем радиусе влияния аэровокзалов (до 5 км) включает в себя объекты автосервисного обслуживания (СТО, АЗС, шиномонтажные предприятия и т.д.) и

монофункциональные объемы (кафе, закусовые), а в более крупном радиусе (до 70 км и более) – полифункциональные комплексы для туристов. Объекты связываются автомобильными дорогами разной категории в единую градостроительную систему. Цепи «авиаперелет - автопутешествие» необходимо развивать и в нашей стране для увеличения потоков въездного туризма, а также реализации ее туристического потенциала. Украина с 1992 года является членом Международной организации гражданской авиации (ИКАО). 17 аэропортов страны открыты для международных полетов и 25 авиакомпаний из 41 владеют правом выполнять международные пассажирские авиаперевозки [2]. В рамках подготовки к международным футбольным соревнованиям Евро-2012 в Украине за 5 лет реконструированы аэропорты, которые вместе каждый час могут принимать до 22 тысяч пассажиров. Инвестиции в реконструкцию современных аэровокзалов и взлетно-посадочных полос Донецка, Львова и Харькова за 5 лет составили около 900 млн. долларов [3]. Пространства спланированы с максимальным комфортом для людей и в настоящее время обеспечены самым передовым инженерным, информационным и логистическим оборудованием, а также новейшими системами безопасности.

В аспекте рассматриваемой темы, необходимо указать, что архитектурная среда украинских аэровокзалов объединила лучшие планировочные решения объектов в системе «авиаперелет\автопутешествие». Так, например, в Донецком международном аэропорте им. Сергея Прокофьева пассажиры имеют возможность после оформления таможенных документов непосредственно перейти на автостанцию или прилегающий паркинг вместимостью 233 автомобиля специальными крытыми галереями. Следует подчеркнуть, что в аэровокзалах Украины - как международных так и крупных региональных - целесообразно создавать предприятия, представляющие услуги по цепи «авиаперелет\автопутешествие» в системе туристической инфраструктуры. Такие цепи в большей части должны быть ориентированы на 1 и 2 класс рекреантов (*таблица 1*), к которым относятся туристы стран дальнего и ближнего зарубежья. Этими цепями могут также воспользоваться и туристы 3, 4 класса, ориентированные преимущественно на внутренний туризм регионального, областного и локального значения. Такие цепи развития туризма по схеме «авиаперелет-автопутешествие» в перспективе потребуют дальнейшего развития инфраструктурной системы архитектурной среды объектов автотуризма. Указанные объекты целесообразно дифференцировать на три категории (*таблица 1*). -К первой из них следует отнести создание элементов элитного автотуризма с учетом находящихся на Украине памятников культуры и истории, включенных в список ЮНЕСКО как всеобщее достояние цивилизации, а также объекты природной среды - например, девственные буковые леса Карпат, рассматриваемые этим же списком как бесценные природные объекты. В эту же схему органично впишутся и ландшафтно-экологические объекты Украины. -Ко 2-ой категории следует отнести элементы, создаваемые с акцентом на их значимость на уровне страны и с учетом их специфики. - К третьей- локальные объекты, обеспечивающие потребности сферы туризма- преимущественно

рекреационный аспект - на уровне районных административных единиц страны. Необходимо указать, что при использовании аэровокзалов, автодорог и систем ПТК в единой цепи «авиаперелет\автопутешествие» -значительно ускорится вовлечение в сферу туризма районов Украины, расположенных в стороне от международных авиатрасс страны.

Выводы: как показал проведенный анализ функционирования авиа- и автотуризма - в зонах влияния аэровокзалов актуально формирование и дальнейшее усовершенствование системы «авиаперелет\автопутешествие» с соответствующей инфраструктурой обслуживания. В Украине такие цепи целесообразно создавать с учетом категорий путешествующих - преимущественно для 1 и 2 категорий. Поскольку аэровокзалы Украины благоприятно расположены в городах, 1-временно являющимися центрами туризма страны, а международные аэропорты Киева и Львова - вблизи историко-архитектурных ансамблей, внесенных в список ЮНЕСКО как достояние культурного наследия всего человечества (Киево-Печерский ансамбль, Софийский собор и исторический центр Львова) - то их можно рассматривать в качестве каркасных центров радиальных связей между основными туристскими регионами страны. В дополнение к ним необходимо развивать кольцевые системы (автотрассы) туристских маршрутов национального значения (для преимущественного использования туристами 3 и 4 категории) (таблица 1):

Список литературы

1. *Генезис международного туризма* [электронный ресурс]: — <http://www.kazatur.narod.ru/mut/6.HTML>
2. *Национальные сообщения Украины по вопросам изменения климата, подготовленные на выполнение статей 4 и 12 Рамочной конвенции ООН об изменении климата и статьи 7Киотского протокола* [электронный ресурс]: — http://unfccc.int/resource/docs/natc/ukr_nc5rev.pdf
3. *Deutsche Welle* [электронный ресурс]: — <http://www.life.ukrnet/archives/11015>

Таблица 1



*О.В.Чемакіна, к. арх., доц., проф. кафедри містобудування
І.А.Лисюк, аспірант кафедри містобудування
(Національний авіаційний університет, Київ, Україна)*

ФАКТОРИ ТА УМОВИ ФОРМУВАННЯ ЦЕНТРУ РЕЛАКСАЦІЇ В АЕРОПОРТУ

У даній роботі розглянуто фактори та умови формування центру релаксації в аеропорту та визначено який саме вплив вони мають на формування архітектурно-планувальної організації. Проведений аналіз факторів та умов дозволить на їх основі визначити вимоги щодо центру релаксації та в подальшому сформулювати принципи їх влаштування.

Проведений аналіз сучасного стану роботи в аеропорту та приклади закордонної практики демонструють, що тут існує ряд проблем, які можна вирішити за допомогою архітектурних засобів, а саме проблема людського фактору, відсутність заняття під час транзиту, відсутність місця для відпочинку та зняття стресу. [5]

Оскільки науковому дослідженню даного питання в Україні приділяється недостатньо уваги та воно не вивчається з архітектурної точки зору, дана тема є дуже актуальною.

Отже, актуальність теми полягає у вирішенні проблеми впливу людського фактору на безпеку в аеропорту та вдосконаленні існуючої системи відпочинку відповідно до потреб користувачів. Таким чином, виокремлюється багатофункціональний центр релаксації як об'єкт, що буде задовольняти потреби у відпочинку.

Вивчення існуючого дослідження на дану тематику показало відсутність:

- даного об'єкту досліджень та умови його формування;
- узагальнених положень про влаштування відпочинку в аеропорту як для пасажирів, так і працівників
- архітектурно-планувальних принципів проектування центрів релаксації у структурі аеропорту. [1,2,3,4]

Таким чином, виникла потреба створення багатофункціонального центру релаксації в структурі аеропорту, що потребує подальшого дослідження та вирішення. Визначення вимог формування центру релаксації відбувається на основі умов та факторів.

Фактору даній роботі - причина виконання корисних процесів діяльності центру релаксації, що визначає характер АПО та залишається незмінним. Умова у даній роботі – це обставина, динамічно що впливає на здійснення корисних процесів у центрі релаксації для виконання основної задачі – забезпечення відпочинку в аеропорту.

Визначено групи факторів, що впливають на організацію центру релаксації в аеропорту залежно від предмету дослідження

- За місцем дії - розміщення центру відносно території аеропорту чи терміналу (дозволяючі, обмежуючі, заборонні);
- За характером дії – вплив на середовище, що залежить або не залежить від людини (зовнішні: економічні, кліматичні, технологічні; внутрішні: комфорт, безпека, інформативність)
- За способом дії - потреби різних груп користувачів (демографічні, соціальні, культурні)
- За часом дії - тривалість різних процесів (тимчасові, довготривалі, постійно діючі).

Визначено, що вимоги відносно факторів залежать від конкретного аеропорту, де влаштовується центр релаксації. Саме тому фактори є незмінними відносно умов, які є динамічними і які можна узагальнити та визначити загальні вимоги щодо формування центру релаксації.

Складовими умов є:

1) Функціональні умови - функціональне зонування центру:

- Надання різного спектру послуг;
- Можливість трансформації простору;
- Створення умов для повноцінного відпочинку всіх груп користувачів.

Отже, першою вимогою є необхідність створення багатофункціональної структури, яка забезпечує вимоги користувачів. Передбачається три основні функціональні зони:

- для працівників;
- для пасажирів;
- для відвідувачів;
- додаткової функції (спортивна зона, зона харчування тощо);
- діагностична зона.

Слід врахувати всі потреби різних груп користувачів в залежності від їх потреб.

Для працівників основною є релаксація: емоційна, розумова, фізична та психологічна. Відпочинок – це сон і спілкування, а розваги не влаштовуються.

Для пасажирів надаються релаксаційні послуги: емоційна (терапія страху польоту) та фізична. Відпочинок - сон та спілкування, а також розваги. Для відвідувачів надаються лише послуги у відпочинку (спілкування) та розвагах. Дані зони не можуть перетинатися між собою, так як призначені для певних груп користувачів, які мають бути роз'єднані при наданні послуг. Можливе тільки поєднання функцій для пасажирів та відвідувачів. Послуги харчування розраховуються відповідно до кількості відвідувачів центру і можуть використовуватися, якщо є така необхідність, або пов'язуватися з уже існуючою системою харчування в аеропорту. Діагностичний центр є обов'язковим для розподілення потоків користувачів та надання необхідної послуги. Отже, дане зонування влаштовується на основі розроблених досліджень у визначенні потреб користувачів та існуючих послуг у рекреації.

2) Умови містобудівного розміщення - територіальне розміщення центру:

- Зручний транспортний доступ;

- Рівно доступність для всіх груп користувачів;
- Відсутність перешкод основним транзитним шляхам.

Другою вимогою є те, що центр релаксації може розміщуватися у трьох положеннях відносно аеропорту:

- У комплексі терміналу (Внутрішні приміщення);
- На території аеропорту (Суміжні приміщення та окремо розташовані споруди);
- Поза територією аеропорту (Окремо розташовані споруди).

У першому випадку транзитні зв'язки центру об'єднуються із термінальними зв'язками. Для запобігання перешкод транзитним шляхам слід влаштувати центр на різних рівнях, використати приміщення із застарілою функцією, використати тераси та внутрішні двори. Проте планувальні можливості в даному випадку є мінімальними, але найбільш функціонально виправдані.

У другому випадку центр може прибудовуватися до основної будівлі аеропорту, якщо це не суперечить усталеним нормам, або розташовуватися окремо від терміналу. Можливе використання будівель із застарілою функцією, що мають зручний доступ до терміналу. Планувальні можливості є раціональними, проте не виконують своєї функції в повній мірі. Але забезпечують ширший спектр послуг.

У третьому випадку центр розташований поза територією аеропорту, що розширює функціональні можливості центру, проте обмежує їх доступ до користувачів. Це приклад центру максимального планування. Схема руху допоміжного транспорту не може перешкоджати основним транзитним потокам.

Норми для влаштування транспортних сполучень та стоянок приймаються згідно з ДБН В.2.3 - 4 - 2000 Споруди транспорту. Автомобільні дороги, ДБН 360-92**. "Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень." та Відомчим нормам технологічного проектування аеровокзалів аеропортів.

3) Планувальні умови – планувальна схема приміщень:

- Усесторонній доступ для користувачів;
- Зручні взаємозв'язки між приміщеннями;
- Пріоритет основним функціональним одиницям.

Отже, іншою вимогою є те, що центр релаксації в аеропорту може мати три планувальні схеми:

- Мінімального планування (блоковані та окремі приміщення), що використовує мінімум функцій, проте за рахунок зручного доступу до користувачів є найбільш ефективним у наданні послуг.

- Раціонального планування, де функції розширені в порівнянні з попереднім, проте доступ має певні обмеження

- Максимально планування, де забезпечуються всі можливі функції, але додаткового рішення потребує транспортне сполучення між терміналом та центром.

Основні приміщення визначаються в залежності від містобудівного розташування та планувальної схеми центру. Вони є змінними в залежності від надання певного типу послуг.

Площі необхідних приміщень слід визначати згідно з ДБН, а також Відомчими нормами технологічного проектування аеровокзалів аеропортів.

4) Конструктивні умови - конструктивна система:

- Безпека перебування у центрі;
- Врахування нових технологій;
- Забезпечення простоти та економічності рішень.

Головною вимогою тут є те, що конструкції та матеріали для будівництва центру мають відповідати нормам пожежної безпеки, забезпечувати захист від шуму та вібрацій аеропорту.

5) Естетичні умови - зовнішній і внутрішній образ споруди

- Виразність та єдність стилістики;
- Відповідне функції колірне рішення;
- Використання ландшафтних засобів для виконання функції.

Зовнішній вигляд центру має поєднувати естетичні характеристики та вказувати на тип споруди – рекреаційно-оздоровчий. Слід дотримуватися єдиної стилістики в оформленні внутрішнього простору центру. Важливим є колірне вирішення приміщень. Переважним для використання є пастельних холодних кольорів для приміщень релаксації (зеленого, синього та фіолетового). Для активізації – яскравих кольорів. Для приміщень відпочинку – пастельних теплих кольорів. Для приміщень розваг – яскравих та пастельних гам різного поєднання.

Висновки

Отже, у даному дослідженні було визначено поняття «фактор» та умова», які відповідають задачам даного дослідження. Тут сформульовано групи факторів впливу на АПО центру релаксації в аеропорту залежно від предмету дослідження та охарактеризовано їх дію. Досліджено також умови, що впливають на формування центру релаксації та визначити вплив кожної з них на АПО. На основі даних умов сформулювати вимоги формування центру релаксації в аеропорту.

Список літератури

1. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учебник для вузов/В.В. Адамович, Б.Г.Бархин, В.А. Варежкин и др.; Под общ. ред. И.Е. Рожина, А.И. Урбаха.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1984. -с.147.
2. *Блохин В. И.* Основы проектирования аэропортов. – М.: Транспорт 1985.- 208 с.
3. *Гельфонд А.Л.* Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учеб. пособие.-М.: Архитектура-С,2006. -с. 247-252.
4. *Змеул С.Г., Маханько Б.А.* Архитектурная типология зданий и сооружений: Учеб для вузов:/Змеул С.Г., Маханько Б.А. Издание стереотипное.-М.: Архитектура-С, 2004. -с.116-123.
5. *Кожевин И. В.* Архитектура и проектирование аэропортов гражданской авиации. – М: Государственное архитектурное издательство академии архитектуры СССР, 1941. – 241 с.

*О.В. Чемакіна, к. арх., доц., проф. кафедри містобудування
Г.Л. Ячник, магістр
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

КОМПОЗИЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГРОМАДСЬКО-ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ НА ПРИКЛАДІ ВУЛИЦЬ МІСТА КИЄВА

Система транспортного обслуговування, що формувалась в місті Києві протягом десятиліть, перестала відповідати сучасним містобудівним, екологічним, транспортним та ін. вимогам. Дана проблема стала підґрунтям для дослідження, спрямованого на виявлення та усунення проблем, що утворились в громадсько-транспортних вузлах.

Спираючись на вивчені наукові та нормативні матеріали, натурні обстеження громадсько-транспортних вузлів, що проходили в рамках паспортизації вулиць міста Києва, на замовлення Головного управління архітектури та містобудування КМДА, можна сказати, що проблема архітектурного формування транспортних вузлів є досить актуальною, та ще не одержала необхідного наукового обґрунтування.

Забезпечення архітектурно-планувальної взаємодії систем громадського та транспортного обслуговування є актуальним містобудівним завданням, рішення якого вимагає коротких та зручних шляхів руху пішоходів; забезпечення безперешкодного руху громадського транспорту; розміщення комплексів обслуговування на стику основних пішохідних та транспортних шляхів.

Основними завданнями архітектурно-просторової організації архітектурного середовища ГТВ є:

- визначення характеристик композиції;
- характеристики відповідності за такими показниками, як структура мережі, структура вузла, геометрія вузла, геометрія мережі, “вага вузла” у плані міста та у відношенні до існуючої забудови;
- характеристики змін структури і параметрів композиції у процесі розвитку транспортної інфраструктури;
- характеристики змін у співвідношенні вузла до мережі, площі до вузла.

Завдання архітектурно-композиційного вирішення середовища громадсько – транспортних вузлів – це завдання формування естетики цього специфічного просторового середовища на рівні благоустрою території.

На композицію архітектурного середовища та підбір його предметного наповнення впливають:

- місце вузла у транспортній системі міста;
- його внутрішня організація;
- функціональне навантаження, що діє на вузол.

Особливу композиційну роль на рівні генерального плану міста відіграють основні громадсько-транспортні вузли і відні блоки транспортної системи (рис.1).

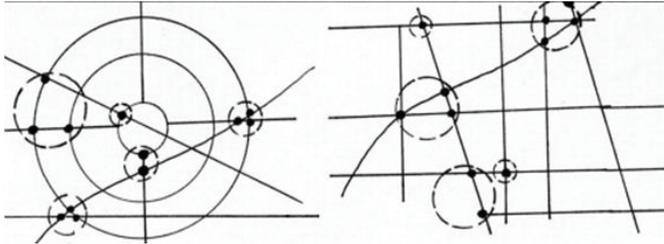


Рисунок 1. Транспортні вузли в системі крупного міста.

Місце громадсько-транспортного вузла в комунікаційній мережі міста визначає його функціональне насичення, що впливає на розміщення адміністративних споруд, торговельних центрів, офісів і т.п. Складність вузлів залежить від кількості та видів шляхів, що перетинаються. До композиційних характеристик транспортної мережі міста входять:

- параметри міського простору;
- рисунок “каркасу” міста;
- рівномірність розподілу його елементів.

До композиційних характеристик внутрішньої організації вузла відносяться ярусність, конструктивно-планувальні дані, взаємозв'язок із зовнішнім середовищем (рис.2).



Рисунок 2. Внутрішня організація транспортного вузла.

Естетичний вплив архітектурного середовища програмується на рівні найважливіших характеристик простору: перервності і неперервності, відкритості і замкненості, лінійності і компактності, чергування і порядок

взаємозв'язку яких формує художню виразність і образний ряд міського середовища.

Враховуються і такі важливі складові, як покриття доріг і пластика землі, багаточисленні реклами, знаки, інші візуально-інформаційні об'єкти, так звані “малі форми” і елементи міського благоустрою, транспортні засоби, тимчасові споруди, все те, що сьогодні відноситься до сфери міського дизайну (рис. 3).



Рисунок 3. Застосування міського дизайну у формуванні транспортного вузла.

Важливими є розподіл об'єктів, що формують композицію, їх концентрація на місцевості. У рамках вузла і площі його впливу діють такі принципи забезпечення цілісності планувальної композиції частин міста: випередження у формуванні окремих елементів, що забезпечують цілісність композиції при заданому напрямку і масштабі росту; розподілення території.

До властивостей композиційного каркасу громадсько-транспортного вузла слід віднести:

- співрозмірність каркасу вузла його функціональному навантаженню;
- положення відносно плану транспортних комунікацій;
- щільність і рівномірність розподілу елементів у вузлі;
- ієрархія рівнів у композиції.

Доцільність композиційного вирішення архітектурного середовища ГТВ в визначається: просторовими характеристиками об'єктів, як містувальючих елементів, що відрізняються за величиною, формою, місцем розташування та естетичною цілісністю об'єктів, а також їх функціональною організацією або історичним контекстом. Композиція в планувальному і об'ємно-просторовому аспектах відбиває співвідношення певних її елементів. Про композицію на планувальному рівні можна говорити при вирішенні формування мережі громадсько-транспортних вузлів з урахуванням структурно-функціонального, природного, історико-культурного, семіотичного міського середовища. Об'ємно-просторовий аспект доцільно брати до уваги при функціонально-планувальній організації вузла і розробці благоустрою території, яку він займає над рівнем землі.

Упорядкованість композиції на всіх рівнях проявляється: у розташуванні елементів (об'єктів планувальної композиції, що являє собою геометричний аспект упорядкування); у взаємозв'язку сукупності елементів (що являє собою структурний аспект упорядкування). При цьому на кожному рівні виступають свої елементи відносно мережі – це вузли, відносно вузлів – їх предметне наповнення.

При вирішенні благоустрою території основною мірою усіх елементів композиції є людина. На рівні візуального сприйняття враховуються:

- виявлення і наявність центру;
- підпорядкованість домінанті;
- чітка система композиційних зв'язків.

На сьогоднішній день, композиційні особливості та міський дизайн в цілому розширили свої проєктні межі, та дозволяють розглядати архітектурне середовище ГТВ, як просторову форму і як процес, як цілісний простір і як мінливу матерію. Вище наведені способи і принципи допоможуть створити гармонійне і естетично привабливе середовище громадсько-транспортного вузла.

Отримані результати будуть призначені для використання при розробці методичних рекомендацій, при проєктуванні, будівництві, реконструкції наземних об'єктів громадсько-транспортних вузлів і спрямовані на вдосконалення функціонально-планувальних рішень, підвищення архітектурно-художньої виразності об'єктів цього типу, що буде сприяти поліпшенню обслуговування населення, умов праці, покращенню функціональних та естетичних якостей міської забудови.

Список літератури

1. Лисюк І.О. Методи реабілітації громадсько-транспортних вузлів на станціях метрополітену (на прикладі міста Києва). Кваліфікаційна робота на здоб. наук. степеня канд. соціально-гуманітарних наук НАУ. – Київ, 2009.
2. Кудрявцев О.В. Город и транспорт. - М: Знание. 1975. – 285с.
3. Рябова О.В. Методи архітектурного моделювання міських громадсько - транспортних вузлів. Дис. На здоб. наук. степ. канд. арх. – Х., 2007.-238с.
4. Щурова В.А. Основні характеристики композиційного вирішення міських площ у зоні впливу транспортно-пересадочних вузлів. – К.: КНУБіА, 2002.

РІВНІ ВІЗУАЛЬНОГО СПРИЙНЯТТЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА

У статті розглянуто різні рівні сприйняття міського середовища.

Дія архітектури реалізується через сприйняття. Саме ж сприйняття архітектури – явище, що включає різні рівні: від сприйняття фізичних властивостей архітектури (лінії, об'єми, простір) до сприйняття її художньої форми (організація простору, масштаб, пропорції, ритм і т.д.). Сприйняття архітектурного середовища визначається як самими архітектурними об'єктами та просторами, їх якостями, доступними безпосередньому сприйняттю, так і суб'єктом з його психофізичними механізмами сприйняття. Ці механізми сприйняття обумовлені людиною і відповідають принаймні двом групам аспектів сприйняття: біологічним і соціальним. Біологічні чинники сприйняття (оптичні, психофізіологічні) характерні для всіх людей і впродовж століть практично не змінювалися, оскільки сучасна людина має ті ж самі здібності сприйняття, що і людина давніх епох. А от соціальні чинники, завдяки яким людина не просто «сприймає», а осмислює інформацію, дає оцінку оточуючому середовищу, змінюються історично. До них відносять: соціальне положення, професійну підготовку, спосіб життя і пов'язані з цим вдачу і звичаї, а також настрої, установки і стереотипи сприйняття, загальні для великих груп людей. Звичайно, не існує «людини взагалі» проте, кожне суспільство в кожную епоху мало щось загальне в своєму сприйнятті, обумовлене соціально-історичними умовами і суспільними стосунками. Людина, що досягла певного рівня, як в процесі історичного розвитку, так і в процесі розвитку своєї особистості, здатна певним чином сприйняти художню сторону архітектурного середовища.

Архітектурне середовище – це середовище життєдіяльності людини вже хоча б тому, що більшу частину свого життя вона проводить або в будівлях різних типів, або поза ними, але у просторі, сформованому фасадами і об'ємами будівель. Сприйняття середовища може відбуватися на різних рівнях і з різних позицій (ціле, фрагмент, деталь, архітектура, процес і т.д.), що перетворює кожен з цих рівнів і явищ на специфічний об'єкт композиційної творчості. Саме ці рівні цікаві нам для розуміння механізмів як самого процесу сприйняття, так і створення певних образів середовища, що мають вплив на поведінку людини в ньому.

Тема сприйняття є наразі однією із самих популярних в галузі психології, а особливо гештальтпсихології. Разом із тим, в останні роки відчувається зацікавленість архітектурознавців темою психології архітектури, початок розробки якої припав на 1970-1980-і роки як в СРСР так і за кордоном.

Аналіз робіт зі сприйняття архітектурного середовища дає можливість виділити наступні аспекти візуального сприйняття: 1) *психофізіологічний*

(зорова система, емоції): сприйняття середовища як фізично існуючої реальності з його властивостями – масою, об'ємом, розмірами, розташуванням у просторі, фактурою, світлом і кольором, а також емоційним рядом, що визначається насамперед біологічною системою сприйняття людини; 2) *естетичний* – вид естетичної діяльності, що виражається в цілеспрямованому і цілісному сприйнятті об'єкта як естетичної цінності, супроводжуються естетичним переживанням і включає життєвий досвід суб'єкта, його смак і ціннісні орієнтації. Це сприйняття відповідно до поняття краси, що змінюється разом зі зміною соціально-історичних умов; 3) *художньо-образний* – процес осмислення композиції, художньої форми і через них – образної виразності, що багато в чому обумовлена «духом місця» і завершеністю вигляду середовища.

Оскільки архітектура – один із видів образотворчого мистецтва, то головним видом сприйняття архітектури і архітектурного середовища є зорове сприйняття. Взагалі, у людини зорове сприйняття займає в системі інших перцептивних процесів провідне місце. Поряд із завданням віддзеркалення предметів і їх властивостей воно виконує також важливу кінестезичну функцію, беручи участь в сприйнятті і у регуляції власних рухів спостерігача. Сучасні дані показують, що зір дає початок цілому ряду якісно різних процесів, пов'язаних із віддзеркаленням колірних, просторових, динамічних і фігуративних характеристик об'єктів, що знаходяться в зоровому полі. На ранніх етапах розвитку філогенезу зорове сприйняття забезпечує здобуття інформації в основному про просторове положення і рух об'єктів. Пізніше ця інформація доповнюється відомостями про форму і структуру об'єктів.

Сприйняття кольору є найбільш елементарним і найчастіше воно зводиться до оцінки світлоти (видимий яскравості), колірного тону (власне кольори) і насиченості (показника, пропорційного мірі відмінності кольору від сірого рівної світлоти) відбитого поверхнею світла. Основні механізми сприйняття кольору вроджені, вони локалізуються на рівні підкіркових утворень мозку.

За дослідженнями науковців, саме зорове сприйняття людиною просторової інформації пов'язано із переробкою цієї інформації в таких сенсорних системах як слухова, вестибулярна, шкірно-м'язова, і є по суті інтермодальним. Тут виділяється 2 групи перцептивних операцій. Найперше і найголовніше, що оцінює людина в оточуючому середовищі – це віддаленість інших об'єктів – це перша група операцій. Далі – відбувається оцінка напряму, в якому розташований той чи інший об'єкт – це друга група операцій. Комбінація даних про об'єкт, його віддаленість і напрям, отриманих внаслідок цих двох операцій забезпечує константне сприйняття величини видимих об'єктів.

На основі даних про просторове положення об'єктів будується сприйняття руху, а найбільш складним процесом зорового сприйняття є сприйняття форми. Будучи синтезом останніх видів зорової інформації, видима форма виявляється незалежною відносно кольору, положення, орієнтації і стану руху предмету.

Рух людини по місту та її поведінка в міському середовищі

визначається наявністю цілі, швидкості пересування, впізнаваності оточення тощо. Візуальні зв'язки визначають орієнтацію та направленість простору. Якщо орієнтація пов'язана із положенням людини у фізичному просторі і характеризується поняттями «низ», «верх», «з переду», «ззаду», «збоку», то направленість простору визначається його спрямуванням по одній із трьох координат і виражається якісними поняттями «низьке-високе», «мілке-глибоке», «вузьке-широке», «коротке-витагнуте».

Лише після того, як виникає сприйняття руху об'єкту, починається процес специфікації його форми.

Засновник проксеміки відомий антрополог Едвард Холл для аналізу сприйняття простору в міжособистісному спілкуванні запропонував систему дескрипторів, які визначають ієрархію і пріоритети сприйняття простору: 1) положення тіла у просторі і стать (жінка, стоїть); 2) положення в просторі відносно один одного (лицем до лица); 3) потенційна можливість взаємодії (дистанція контакту чи неможливість контакту); 4) тактильні коди (форма та інтенсивність дотику); 5) візуальні коди (обмін поглядами); 6) термічні коди (сприйняття температури); 7) коди запахів (сприйняття запахів); 8) гучність голосу [3].

Сприйняття форми є найбільш складним і завершуючим процесом у розумінні людиною середовища. Більшість із досліджень доводять, що деякі форми краще сприймаються людиною, вони перцептивно більш помітні в порівнянні з іншими, бо процеси сприйняття таких форм тяжіють до найбільш простого, стійкого стану, і це знаходить своє вираження у фундаментальному принципі «хорошої форми» гештальтпсихології, яка організує сприйняття [1].

Особливості сприйняття середовища можна розглядати у відповідності до розділення його на рівні. Ці рівні можна виділяти як по вертикалі так і по глибині середовища і об'єктів, що сприймаються. Так, в першому випадку, елементи-деталі будь-якого будинку і всього середовища можна поділити на елементи «основи» – цоколь, портал, «тіла» – фасад, та «капітелі» – атік, фриз, карниз, що і обумовлено трьома різними рівнями сприйняття – дальній, середній, ближній. На дальньому рівні «працює» контур і силует будівлі, завершення, дахи, куполи, символіка і емблематика на фронтоні, верхні поверхи, карниз, вікна тощо. На середньому «працює» об'єм і загальна композиція будинку з деякими деталями середніх поверхів, на ближньому – вхід в будинок, та частини, пов'язані із ним: ландшафтні елементи (клумби, дерева, скульптури тощо), парадні сходи, двері, цоколь, вікна, символіка і емблематика, реклама, декор, вивіска і т. ін.

В другому випадку головними поняттями, що оперують сприйняттям середовища будуть поняття «фігура» – «тло». І.Лежава та І.Галімов вважають, що оперуючи лише цими двома загальними поняттями, можна отримати повний опис об'єкту в структурних характеристиках форми на всіх рівнях її візуальної даності [2].

В такому разі, на дальньому плані будинок буде виділятися своїм завершенням, контуром і силуетом на тлі неба, на середньому – інші будинки своєю формою, деталями, контуром виділятимуться на тлі першого рівня (будинку), на ближньому – усі елементи міського середовища (МАФи, озеле-

нення, підпірні стінки, сходи, мощення доріг тощо) виділятимуться деталями, кольором, фактурою і текстурою на тлі всіх елементів середнього рівня. В цьому випадку значення має повітряна перспектива, при якій нівелюються (розмиваються) деталі дальнього плану і чітко виділяються деталі ближнього. Окрім того, кожен наступний план, починаючи із самого ближнього, світліший від попереднього і в ньому прочитується менше деталей ніж в попередньому.

В обох випадках дальній рівень можна лише споглядати, середній – споглядати і тактильно відчувати, ближній – бачити деталі і відчувати тактильно, тому на цьому рівні значення має фактура та текстура об'єктів.

Разом із тим, з точки зору психології сприйняття можна виділити і інші рівні, пов'язані із запам'ятовуванням об'єктів: 1) рівень розглядання (ідентифікація); 2) рівень зацікавлення, або не зацікавлення (вивчення, аналіз); 3) рівень запам'ятовування (розуміння, нерозуміння, драгування).

На першому рівні ідентифікація архітектурного об'єкта відбувається завдяки його виділенню (акцентуванню) на тлі рядової забудови, чому сприяє значення місця, цілісність, традиційність/нетрадиційність його форми тощо. Аналіз і вивчення об'єкта, в разі зацікавлення ним, відбувається завдяки використанню певних засобів і прийомів: виділення в рядовій забудові, контраст із нею, створення підготовки до сприйняття, складність форми, або навпаки, її нарочита простота, герметичність, або розгалуженість, деталі та колір тощо. Процес формування образу закінчується на рівні запам'ятовування та порівнянням із подібними об'єктами, баченими раніше. Чим більше об'єкт відрізняється від того, що людина бачила і знала раніше (порівняння з еталоном) тим краще він запам'ятовується.

Висновки

У сприйнятті архітектурного середовища беруть участь майже всі психічні процеси особистості: відчуття, сприйняття, уява, мислення, воля, емоції і т.д. Людська психіка, що виявляється в акті взаємодії особистості з архітектурними творами, іншими естетичними предметами, має повноцінно відкривати найбагатші можливості формування світогляду, моральних якостей, творчих здібностей особистості. Дослідження вчених у галузі психології архітектури підтверджують думку про те, що емоційний вплив архітектурних середовища в цілому і архітектурних об'єктів зокрема на людину є настільки сильним, що вимагає глибокого дослідження для визначення умов і можливостей створення комфортного архітектурного середовища.

Список літератури

- 1.Губерман Ш.А. Теория гештальта и системный подход // Системные исследования. Ежегодник. – М.: Наука, 1984. – С. 66-83.
- 2.Лежава И., Галимов И. Визуальный язык архитектуры. // Архитектура СССР. – 1988. – № 4. – С. 15-20.
- 3.Hall E. T. Proxemics // Nonverbal communications: Readings with commentary. N. Y., 1974. - P. 205 - 229.

ВПЛИВ ЕСТЕТИЧНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ ЗАМОВНИКА НА АРХІТЕКТУРНЕ РІШЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЖИТЛА

У статті розглядаються питання взаємодії архітектора та замовника в процесі формування індивідуального житла, класифікації психотипів людей їх естетико-психологічні пріоритети, що безпосередньо впливають на вибір архітектурної форми, природних компонентів, місця в будинку, оздоблення та кольорову гаму, дані рекомендації по їх використанню.

Виклад основного матеріалу. Індивідуальний житловий будинок що як найяскравіше відбиває в своїй архітектурі специфічні риси, притаманні його власнику, його естетичні та психологічні пріоритети. Саме індивідуальна привабливість житла, врахування вимог особистості стала на заваді широкому розповсюдженню в радянські часи типових проектів житлових будинків садибного типу. На відміну від інших типів житла: секційного, блокованого, коридорного, галерейного і таке інше, реакція населення на типізацію садибного житла була вкрай негативною, незважаючи на їх величезну кількість (в Україні розроблялись серії типових проектів садибного житла для кожної області і окремих регіонів). Свідченням неефективності такого підходу стала масова практика самостійного будівництва садибного житла та внесення суттєвих змін в їх архітектурну побудову при використанні типових проектів.

Якщо звернутись до світової практики, то садибне житло на елітному рівні проектувалось та будувалось виключно як індивідуальне, неповторне і, розробку таких проектів виконували дипломовані, відомі архітектори. В Америці найвідомішим із усіх митців був Ф.Л. Райт, в Європі активно працювали такі постаті як Л.Корбюз'є, Р Мейер, в Японії – Т. Андо, І. Юшида та К. Финдлей. В цих спорудах розкривались найяскравіші, унікальні архітектурні образи, що відображають художньо-естетичні якості, притаманні замовникам.

Особливу роль в процесі індивідуальній забудові відіграє народна творчість, яка в кристалізованій формі поєднує природно-кліматичні умови, етнічні нашарування, місцеві будівельні традиції, художньо естетичні привабливості кожного народу.

Для ефективною співпраці архітектора та замовника, виявлення його естетично-психологічних пріоритетів, потрібно на сам перед визначити психотип замовника. Існує декілька класифікацій психотипів людини, які відображають різні підходи щодо оцінки поведінки сутності у життєвому просторі та відношення один до одного. Існує чотири засоби розподілу взаємодії психотипу із природним оточенням згідно еволюційним передумовам, що обумовлює наявність квадри головних психотипів. Це – холерики – сангвиники – флегматики – меланхоліки в традиційній психологічній класифікації, творці – прагматики – інтелектуали – романтики в

сучасній езотеричній класифікації, що відповідає розподілу за Стихіями (Вогню, Землі, Повітря та Води) Кожен з головних психотипів розподіляється на три психотипи, утворюючи зодіакальне коло з дванадцяти типів (знаків). Такий розподіл дозволяє створити доволі широку палітру, в межах якої можна розрізнати досить чітко психотипи між собою і в той же час враховувати спільні естетико-художні особливості в межах квадрати.

Для “вогняних” психотипів притаманною символічною ознакою в архітектурному образі будинку є вогнище, яке домінує іусіляко підкреслюється, виділяється, а пріоритетною формоутворюючою основою є трикутник, який активно визначається, особливо на фасадах споруди.

”Земні” психотипи віддають перевагу квадрату (кубу), чіткій прив’язці об’ємно-планувального рішення до землі, доцільному використанню рельєфу, свідомому застосуванню рослинності, в тому числі в інтер’єрі оселі.

Характерною рисою “повітряних” психотипів є легкість, пронизливість, прозорість будівлі, використання різноманітних сходів, відкритих внутрішніх просторів (атріумів). Вони часто “відривають” будівлю від землі, ставлячий на ніжки.

“Водні” психотипи відають перевагу сфері – як основній формоутворюючій структурі архітектурного образу таїї хвилеподібним елементам, які сприяють емоційну насиченню простору. Відповідно до цього, вони в своєму життєвому середовищі значне місце відводять воді (басейнам, акваріумам і т. п.).

Таким чином, визначивши головні, принципів ознаки кожного з основних психотипів можна розпочинати конструктивне спілкування з замовником, орієнтуючись на наукове підґрунтя – його притаманні психоестетичні пріоритети, які легко визначити по дню народження замовника. Подальша деталізація архітектурного художнього та об’ємно-планувального рішення має будуватись на уточненні конкретних параметрів: складу та площ приміщень, бажаних функціональних зв’язків, характеру декору, кольорової гами. При цьому можна застосувати метод фоторобота, умовно розділивши архітектурну споруду на три частини по горизонталі: цокольно-подіумну, площинно-стінову та дахово-завершальну, працюючи спочатку з кожною окремо, а потім синтезуючи отриманий результат за законами архітектурної гармонізації. Такий підхід дає змогу отримати позитивні результати, скоротити витрати час на проміжні уточнення вимог замовника, який в більшості своїй не має чіткого уявлення про архітектурний образ та структурну побудову свого майбутнього житла. В архітектурній практиці доволі багато випадків, коли замовник на кінцевому етапі змінює своє попереднє рішення завдяки відсутності образного мислення та умовностей ортогональних проєкцій (планів, розрізів, фасадів), що при здійсненні будівництва начебто трансформуються, скорочуючись, чи навпаки зорово розтягуючись. Наприклад, замовник значно витратився на красиву та фактурну покрівлю, а в натурі її з двору та з вулиці майже не видно, оскільки ухил даху відносно малий. виправити таку ситуацію спромогли завдяки насуванню даху, створенні своєрідноїюбки із відповідними наслідками.

Дуже важливим для вирішення нагальних художньо-естетичних проблем у взаємодії архітектор-замовник є визначення ключових, найважливіших для замовника міць в архітектурному просторі його помешкання, які безпосередньо пов'язані з його психоестетичною орієнтацією. Якщо, скажемо, замовник народився під сузір'ям Овна, то його пріоритетним місцем в житловому просторі є передпокій (кабінет), якому необхідно приділити відповідну увагу, формуючи та оздоблюючи його належним чином як за формою, декором, так і за колористикою. За загальною схемою це має бути доволі просторе, вишукане приміщення, оздоблене деревом (червоним деревом, дубом) з підвісною стелею, масивною меблюю. Колористична гама – червоно-охриста або теракотова. В той же час Леви опановують вітальню а Стрельці – лоджії та балкони, а колористика їх приміщень відповідно жовто-золотиста, пурпурно-фіолетова.

Висновки

Оскільки житловий будинок призначається для цілої родини то його архітектура повинна певною мірою відображати і психоестетичні уподобання усіх її мешканців. Тому, зберігаючи домінуючу вагомість голови родини в екстер'єрному та інтер'єрному просторах, оздоблювання та меблювання інших приміщень підпорядковується відповідним вимогам інших членів родини. Якщо, реальне лідерство належить жінці або комусь іншому, то і архітектурно-художнє рішення підпорядковується саме цій особі. Доцільне використання рекомендацій, що пропонуються, дозволить значно покращити якісні характеристики проектних рішень і зробити більш ефективною роботу із замовником.

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ОЗЕЛЕНЕННЯ МІСТА З ВИКОРИСТАННЯМ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Стаття присвячена визначенню методики проектування системи озеленення міста з використанням порушених територій. Виявлено послідовність виконання проектних робіт, з'ясовано зміст проектних завдань на різних етапах проектування.

У містобудівній практиці існує декілька різних методичних підходів до процесу формування та здійснення проектних рішень. Методика, як правило, базується на урахуванні соціально-обґрунтованих цілей та має включати етапи формалізації вхідної інформації; структурування вхідної інформації; виділення об'єкту проектування.

Проектні етапи являють сукупність проектних завдань, які спрямовані на формування структури об'єкту проектування та керування процесом проектування. Отже, на основі дослідження пропонується проектні роботи з формування системи озеленення міста з використанням порушених територій у її структурі, виконувати в такій послідовності: стадія підготовки, стадія проектного пошуку, стадія оцінки, стадія детального проектування (табл. 1).

Таблиця 1
Методика проектування системи озеленення міста з використанням
порушених територій

Стадія	Проектні завдання	Зміст проектних завдань	Ет ап
стадія підготовки	Збір та аналіз інформації	Загальне ознайомлення із містобудівною ситуацією: аналіз проектних матеріалів, літературних даних, вивчення досвіду світових аналогів	1
	Аналіз містобудівної ситуації	Ретроспективний аналіз формування системи озеленення міста	
		Аналіз конфліктних ситуацій у системі озеленення міста Оцінка природно-кліматичних умов міста Аналіз екологічної ситуації міста	
	Визначення проблем і тенденцій розвитку систем озеленення міст	Вибір напрямку формування системи озеленення міста	
Виявлення територіальних резервів під озеленення			

	Визначення задач та вимог за окремими аспектами та розділами проекту	Розрахунки щодо відповідності нормативному рівню озеленення у місті Розрахунки щодо потреб населення у рекреаційних об'єктах	2
	Обґрунтування та вибір порушених територій для використання у системі озеленення	Детальне дослідження порушеної територій (грунти, рельєф, експозиція схилів, рівень ґрунтових вод, озеленення) Вибір напрямку функціонального використання порушеної територій	3
стадія проектного пошуку	Розробка проектних варіантів формування та розвитку систем озеленення міст Донбасу	Вибір стратегії проектування Рациональне функціональне зонування з урахуванням вимог до організації систем озеленення міст	4
		Пошукове проектування щодо організації структурного елементу системи озеленення на порушеній території (рекреаційного чи загальнооздоровчого призначення)	5
стадія оцінки	Комплексна оцінка проектних варіантів	Порівняльний аналіз проектних варіантів Вибір та затвердження варіанта	6
		Аналіз потенційних можливостей прийнятого варіанту	7
стадія детального проектування	Детальна розробка прийнятого проектного варіанту	Прогнозне моделювання планувального розвитку системи озеленення міста	8
		Детальна оцінка прогнозованих змін (кількісні та якісні показники)	
		Корегування обраного варіанта	9

Вхідною інформацією для здійснення аналізу існуючої ситуації щодо об'єкта проектування є завдання на проектування, опорний план, нормативні дані, рекомендації, умови проектування. Результатом виконання аналізу вихідної ситуації є відібраний архітектором матеріал для проектування. Проводиться аналіз містобудівної ситуації.

Для визначення напрямків розвитку системи озеленення необхідним є проведення ретроспективного аналізу генерального плану міста. На основі картографічних матеріалів, що розроблені у УДНДПІМ «ДІПРОМІСТО» ім. Ю.М. Білокозя, КП «Управління генерального плану м. Донецька», ТП «Донбасцивільпроект» та ін., а також інформації, отриманої на попередньому етапі стадії підготовки, проводиться аналіз конфліктних ситуацій, котрі склалися в системах озеленення, що розвинулися у складних специфічних умовах міст Донбасу.

Виходячи з аналізу конфліктних ситуацій, архітектор визначає недоліки у планувальній організації вихідної схеми системи озеленення міста, виділяє зони її «розриву».

Спираючись на розрахунки вхідних даних, виконаних фахівцями різного профілю, щодо природно-кліматичних умов та екологічних показників, із урахуванням статистичних даних щодо кількості населення (різних вікових верств), архітектор визначає потреби у рекреаційних об'єктах, встановлює рівень необхідного захисту населення від негативного впливу промислових підприємств, транспорту тощо.

На основі отриманих вихідних даних та проведених розрахунків архітектор встановлює вимоги до їх корегування та шляхи реалізації заходів з ізоляції міського середовища від зовнішнього забруднення. На цьому етапі також мають бути визначені озеленені території, подальша експлуатація яких потребує збереження та захисту, реконструкції та модернізації, а також затверджені ділянки для розширення площ озеленення.

Вхідною інформацією для виконання чергового проектного завдання є розрахунок вхідних параметрів, дані нормативних документів, завдання на проектування. До основних розрахунків належать: визначення даних щодо балансу міських територій (розміри функціональних зон) відносно планувальних частин; визначення даних про відсоткове співвідношення системи озеленення з диференціацією за призначенням; визначення даних щодо рекреаційного попиту відповідно до відомого демографічного складу населення; визначення загальної структури системи озеленення для конкретних містобудівних, екологічних, соціальних та екологічних умов (склад елементів, потенціали, кількісні та якісні характеристики).

У визначених зонах «розриву» проводиться пошук резервних під озеленення ділянок, виявляються порушені території. При обґрунтуванні та затвердженні обраної території під озеленення архітектор бере до уваги вимоги щодо її функціонального використання. Фахівцями відповідних галузей детально досліджуються внутрішні характеристики (грунти, рельєф, експозиція схилів, рівень ґрунтових вод, озеленення тощо) порушеної території; архітектором обирається її функціональне призначення у системі озеленення міста.

Згідно з вимогами до порушених територій, які використовуються під структурні елементи системи озеленення міста, архітектор визначає її:

- місце розташування, взаємозв'язок з іншими елементами системи озеленення, радіус доступності, наявність під'їздів транспортних засобів та підходів для пішоходів;
- напрямки використання у якості об'єкту рекреаційного або загальнооздоровчого призначення;
- екологічний стан, ступінь естетичної привабливості.

Вибір стратегії проектування базується на міському та локальному рівнях формування системи озеленення. Розробка варіантів в межах функціональних зон територій міста – це міський рівень, а визначення функціонально-планувальної організації структурних елементів системи озеленення з рекреаційною чи загальнооздоровчою функцією (парки, сади, зелені масиви тощо) – це локальний рівень.

Формування ідеї рішення (міський рівень) починається з визначення вихідної схеми системи озеленення міста, виявлення засобів її формування. Загальна схема системи озеленення міста проектується на основі вивчення існуючого стану використання озелених територій, з урахуванням проблемних питань: розташування відносно житлових будинків, місць праці, навчання тощо; вирішення пішохідно-транспортних та інженерних комунікацій; визначення рекреаційної ємності; розпланування існуючих елементів системи озеленення у структурі міста із зазначенням рівню його благоустрою.

Формування ідеї рішення структурних елементів системи озеленення з рекреаційною чи загальнооздоровчою функцією (локальний рівень) рекомендується проводити у відповідності до архітектурно-планувальних прийомів планування парків на порушених територіях, за різними типологічними ознаками, з урахуванням усіх умов обмеження використання відповідно до розрахунків, зроблених фахівцями.

Таким чином, вихідною інформацією етапу є попередній ескіз, дані попередніх розрахунків, пропозиції, які відповідають вимогам раціонального функціонального зонування територій міста за умови захисту від забруднень, шуму та пилу.

На наступній стадії проектного процесу виконується пошукове проектування щодо організації структурного елементу системи озеленення на порушеній території з зазначенням обраного напрямку функціонального використання рекреаційного чи загальнооздоровчого призначення з конкретизацією зелених насаджень, характерних для заданих умов.

Отже на стадії оцінки проводиться порівняльний аналіз проектних варіантів. Архітектор обирає та затверджує оптимальний варіант, проводить аналіз потенційних можливостей прийнятого варіанту на предмет забезпечення планувальної безперервності та повноцінності виконання заданих функцій.

На стадії детального проектування, після прогнозного моделювання планувального розвитку систем озеленення міста та оцінки прогнозованих змін (у кількісних та якісних еквівалентах), проводиться остаточне корегування обраного варіанту.

Висновки

Таким чином, запропонована методика формування системи озеленення міста з використанням порушених територій безпосередньо враховує специфіку Донбасу та умови, в яких вона розвивається та функціонує.

SOCIAL AND ECOLOGICAL ASPECTS IN ARCHITECTURE DEVELOPMENT AS THE MAIN FACTORS AND PRECONDITIONS OF MODERN INDUSTRIAL HERITAGE PROBLEM

The article deals with the important problem of industrial cities — problem of use of the nonoperating and noneffective industrial objects (as well as in status industrial heritage). The relevance and topicality of the problem of new use of postindustrial objects have been defined. The conversion of industrial architecture into new sustainable social functions as the reasonable method has been suggested.

Problem statement. According to present conditions of industrial cities' industrial nonoperating and noneffective architecture it is possible to assert that architectural industrial infrastructure demands a new experimental level that means the level of use (for example, conversion into new sustainable social functions: cultural, administrative, entertaining, residential, recreational etc.).

Relevancy of the present research is defined by aggravating environmental situation in industrial cities because of industrial component that has negative influence on health improvement, psychic and emotional state of people and demographic indices [1, 2].

Overview of the last researches and publications. The problem of protection and use of industrial heritage is so relevant nowadays. There are many organizations and institutions are connected with this problem: scientific and research centers in the leading educational and scientific institutions, specialized organizations with competent professionals, a number of social groups etc. For example, The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage (Great Britain) [3], Research Centre for Industrial Heritage (CTU in Prague) etc. Research in the field of problems of the city environment, including the research of actual problems of industrial architecture and industrial heritage, carried out today by prof. Ing. arch. Tomáš Šenberger, PhD. Benjamin Fragner, prof. Ing. arch. Petr Urlich, CSc. and Mgr. Lukáš Beran (CTU in Prague) Prof. Hafizula Benai, Igor Lobov (DonNACEA), Prof. Mykola Bezv (Lvivska politechnika), Prof. Mykola Dyomin (KNUCEA) etc.

The **purpose** of present work: to define relevance and topicality of the problem of use of the nonoperating and noneffective industrial objects (as well as in status industrial heritage).

Basic material. It is defined, that during the all time of our civilization development the relations between the person end environment are characteristically. This fact as the social factor is influenced like a precondition on "initiation of architecture". Modern architecture has a complicated three step history today and it is reasonable to note, that the worldwide architecture development consists of three general periods: primitive, preindustrial vernacular and modern [4, 5].

Architecture has been progressed from primitive spaces under the rocks and close tree branches structures of structures made by bones and skin of animals to modern materially organized architectural environment with all necessary elements for people, for their life and work, according to progressive technical features and aesthetic views of society [6].

It is necessary to emphasize, that industrialization is the important period in all worldwide architecture development. Exactly at this period the qualitative new type of architecture like industrial buildings is formed. It is defined, that the first processes in industrialization at the first time were started in England at the end of XVIII century. Industrialization has made an impulse for large-scale production. Finally, this fact has changed the worldwide outlet [3, 7].

The first results of industrialization are following: decrease of production costs and developing of new products and finally changes in the structure of society, thinking and lifestyle in general. The maximal progress in the system of production at industrialization period was at the end of XX century. It was connected with the fast adoption of innovation and development of new materials. As a result, the equipment has become electronic, more technological and automated. It is made from new materials and become more compact [7, 8].

Consequently, the most modern cities in worldwide today have industrial component. This component can be expressed as a small industrial site as well as industrial region. During the industrialization the new problem is exposed — the problem of new use of unprofitable, nonoperating and dangerous for environment industrial architecture [3].

It is defined, that the modern concept of architecture today has the multidisciplinary character and connected with the another related aspects and disciplines. It implies a connection with the art and the various fields of science: physics, aesthetics, demographics, ergonomics, biology, geography, medicine, psychology, economics, philosophy etc. [9].

Among the most relevant aspects of industrial architecture (including in industrial heritage status) in a multidisciplinary context, it is reasonable to note the *Social* and *Ecological aspects*. Just Social and Ecological aspects have an influence on the development of modern architecture, including the architecture of industrial buildings and structures of Industrial and Postindustrial periods.

Modern changes and progress of social level of population have influenced on humanization of social consciousness. As a result, it is reflected on definition and formation of the problem of conversion of industrial architecture into new functions. And this problem has today a regional character as well as national and relevant in the worldwide.

It is defined, that last fifty years the problem of protection and conversion of industrial heritage has a great importance and relevance in Czech Republic, Slovak Republic, Poland, Hungary, Germany as well as in the worldwide. As the main preconditions, it is reasonable to expose changes in production (methods, technologies, concepts etc.), when the society in the advanced countries moved up from industrial to postindustrial stage. As the result, industrial objects can not produce and historical industrial fund with all recourses can not modernize and upgrade [3].

It is important to note, that the problem of use of nonoperating and noneffective industrial objects as well as in industrial heritage status is very relevant now and one effective approach for solving of this problem connected with research in the field of use of this type industrial objects for a new goals and functions: medical, cultural, sports, residential, administrative, entertaining, scientific, recreational etc.

Today, there are also many other organizations that are connected with this problem: scientific and research centers in the leading educational and scientific institutions, specialized organizations with competent professionals, a number of social groups etc.

For example, in the 1960s in Great Britain was founded The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage (TICCIH) like a public organization of residents in the industrial regions. The main goals of this Committee are following: research, analysis, preservation, documenting, restructuring and rehabilitation of industrial objects as the historical and cultural monuments and important elements of the socio-cultural environment of modern society [3].

It is defined, that the evolution of humanity makes a direct action on the environment. In the frame of the *Ecological aspect* it is reasonable to take into account that industrialization has changed not only the relationship between society and environment, but also the nature as well as ecosystem [1]. Consequently, the Ecological aspects of industrialization should also be studied in a context of present work problem.

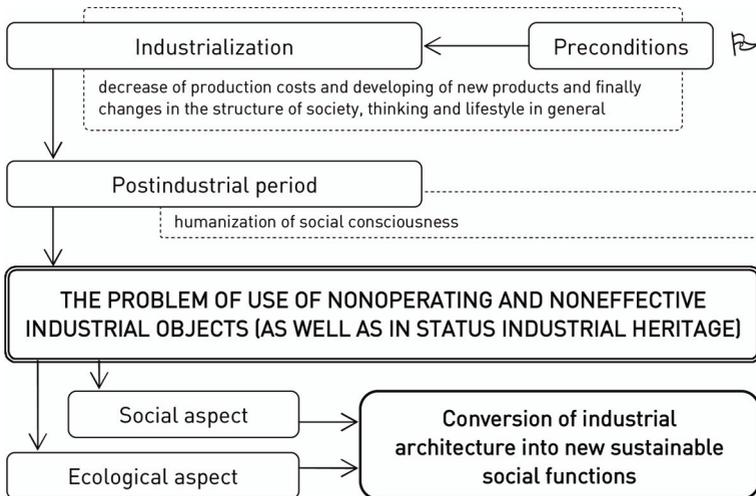


Fig. 1.1. Model of Postindustrial period problems in a context of industrial architecture

The modern industrial architecture, including nonoperating and industrial heritage, today are the objects of negative influence on environment. Consequently, the relevancy of the present research is defined by aggravating environmental

situation in industrial cities because of industrial component that has negative influence on health improvement, psychic and emotional state of people and demographic indices.

In a context of present aspects it is important to analyse the problem of conversion of industrial architecture in European urbanized cities into new sustainable social functions.

It is defined the relevance and topicality of the problem of new use of postindustrial nonoperating and noneffective industrial objects as well as industrial heritage. The conversion of industrial architecture into new sustainable social functions as the reasonable method has been suggested. The model of Postindustrial period problems in a context of industrial objects has been developed.

References

1. *Маслов Н. В.* Градостроительная экология [Текст] / Н. В. Маслов. — М. : Высш. шк., 2003. — 284 с. : ил. — ISBN 5-06-004643-5.

2. *Holubec, P.* Infrastructure of sustainability [Текст] / Pavel Holubec // Proceedings of workshop W3-2011. — Prague : CTU in Prague, 2011. — P. 104—109. — ISBN 978-80-01-04948-8.

3. *Zemánková, H.* Tvořit ve vytvořeném: nové funkční využívání uvolněných objektů [Текст] / Helena Zemánková. — Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2003. — 157 s. — ISBN 80-214-2365-X.

4. *Вильковский М.* Социология архитектуры [Текст] / М. Вильковский. — М. : Фонд «Русский авангард», 2010. — 592 с., ил. — ISBN 978-5-91566-021-1.

5. *Amos Rapoport.* House Form and Culture [Текст] / Amos Rapoport. — NJ : Prentice Hall, 1969. — 150 pp. ISBN: 978-0133956733.

6. *Karel Schmeidler.* Sociologie v architektonické a urbanistické tvorbě [Текст] / Karel Schmeidler. — Brno : “Zdaněk Novotný”, 2001. — 292 s. — ISBN 80-238-6582-X.

7. *Морозова Е. Б.* Архитектура промышленных объектов: прошлое, настоящее и будущее [Текст] / Е. Б. Морозова. — Мн. : «Технопринт», 2003. — 316 с. — ISBN 985-464-349-2.

8. *Ching Francis, D. K., Jarzombek, M., Prakash, V.* A global history of architecture [Текст] / Ching Francis, D. K. — Hoboken: Wiley, 2006. — 800 pp. — ISBN: 978-0-470-40257-3.

9. *Oleg Fetisov, Dusan Stetina.* Sociological and ecological concepts in the development of architecture of residential buildings [Текст] / Oleg Fetisov // Вісник ДонНАБА. Серія : Проблеми архітектури і містобудування. — Макіївка, 2012. — 2012—4(96). — С. 36—42. — ISSN 1814-3296.

МЕТОДИКА АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДКРИТИХ МІСЬКИХ ПРОСТОРІВ ВУГЛЕВИДОБУВНИХ РЕГІОНІВ ДОНБАСУ

Запропоновано методику архітектурно-планувальної організації відкритих міських просторів (ВМП), що містять порушені території (ПТ), яка має три основні етапи: аналіз, моделювання, тенденції.

Вуглевидобувні регіони Донбасу відрізняються специфікою народного господарства, що склалася, умовами формування міст і високим рівнем урбанізації. Підприємства гірничовидобувного комплексу, є містоутворюючим фактором більшості індустріальних міст Донбасу і визначають ряд особливостей формування відкритих міських просторів (ВМП), що містять порушені території (ПТ), розміри і кількість яких визначають планувальну структуру і містобудівний режим функціональних зон міста. ВМП стали особливим об'єктом містобудівної політики (пошук практично можливих методів їх ідентифікації та заходів з їх архітектурно-планувальної організації) і самостійним предметом теоретичних досліджень. Розвиток промисловості спричиняє за собою техногенне забруднення не тільки в екологічному, але і в «архітектурно-композиційному відношенні». У містах вуглевидобувних регіонів в силу історичних, функціональних і планувальних особливостей формується порушене міське середовище, яке можна розглядати як систему ВМП, утворену в процесі просторової взаємодії антропогенних, техногенних і природних ландшафтів. Просторовий розвиток міст вуглевидобувних регіонів стратегічно має передбачати: забезпечення сталого розвитку міських територій, збереження своєрідності і самобутності архітектурних та історико-культурних традицій; раціональне використання природних ресурсів з урахуванням якісного вирішення технологічних процесів у всіх сферах промислової політики та антропогенної діяльності; створення оптимальних умов міського розвитку, пошук нових виразних елементів композиційної побудови міського середовища.

Міське середовище вуглевидобувних регіонів Донбасу є своєрідним і унікальним в тому плані, що компонентом майже всіх ВМП є ПТ, або кілька ПТ. Аналіз сучасної планувальної структури містобудівних утворень Донбасу, з найбільш характерними ознаками порушеного міського середовища, дозволить виявити особливості формування та розміщення ВМП, які містять ПТ та запропонувати методику архітектурно-планувальної організації ВМП, яку видається доцільним проводити по такій умовній схемі, що містить три основні етапи: *аналіз, моделювання, тенденції*.

На першому етапі – *аналіз*, – визначається тип ВМП за типологічним рядом (ВМП великого, середнього чи малого міста, його розміщення в структурі міста, виявлення формоутворюючих компонентів, а також проводиться аналіз еколого

- ландшафтних чинників, забудови та його просторової організації). Стосовно до конкретної містобудівної структури на підставі отриманого сумарного результату робиться висновок про стан середовища (необхідність рекультивацийних заходів, архітектурно - планувального корегування).

Наступний етап - *моделювання* - планується визначення основних груп заходів щодо середовищних характеристик простору, через його архітектурно-ландшафтну організацію і формування на їхній основі каркасу ВМП міста. Даний етап припускає конструювання концептуальних моделей, що спрямовані на гармонізацію середовища й враховують можливі варіанти створення середовища, з урахуванням архітектурно-ландшафтних і об'ємно-просторових особливостей організації ВМП. На підставі цього прогнозуються заходи містобудівного використання ВМП, що ґрунтовані на сумарній оцінці території: якісної (функціональне насичення, умови орієнтації) та кількісної (розміри та межі простору).

У рамках третього етапу - *тенденції* – визначення концепції архітектурно-планувальної організації ВМП, які містять ПТ, застосовуючи системний підхід до оцінки та прогнозування результатів просторової організації ВМП, сприятиме якнайефективнішому містобудівному їх використанню, покращенню їхньої екологічної складової, естетичної привабливості і гармонізації соціальної сфери. Запропонована методика архітектурно-планувальної організації ВМП, які містять ПТ, згідно з генеральними планами розвитку містобудівних систем вуглевидобувних регіонів Донбасу, у рамках концепції реабілітації порушеного міського середовища, є частиною єдиної соціально-економічної стратегії стійкого розвитку міст.

*О.А. Костюченко, аспірантка
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПОЗИЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ЦЕНТРІВ МИСТЕЦТВА ТА НАУКИ

Розглянуто поняття центру мистецтва та науки, визначені види таких центрів в залежності від функціональної наповненості. Наведено огляд організації найбільших центрів мистецтва та науки, визначено основні види експозиції (закрита, відкрита, комбінована) та їх особливості.

Досягнення науки та техніки разом з творами мистецтва являють собою складові культурного надбання людства. Ця спадщина, подібно до живого організму, нерозривно з'єднує минуле з сьогоденням і майбутнім. З давніх часів предмети матеріальної культури збирали і зберігали у спеціалізованих просторах (фондосховищах та музеях). Проте, традиційний тип музею вже не відповідає сучасним соціальним вимогам. Тому сьогодні створюються нові заклади відкритого типу, форум для спілкування і обміну думками, який буде сприяти новому розумінню технологічної культури. Це дозволить краще зрозуміти наше суспільство.

Поєднання елементів, що існують окремо, але певною мірою доповнюють один одного, експозиційний простір, майстерні, виробництво, форум новаторів, центр ремесел дає закладу живий характер і робить його невід'ємною частиною міста (1).



Рис. 1. Місце центру науки та мистецтва у загальній класифікації центрів мистецтва.

В залежності від процентного співвідношення функціональних зон, центри науки та мистецтва можна класифікувати наступним чином:

Містечко науки та мистецтва. Комплекси такого типу несуть тематику науково-пізнавального характеру. На території таких комплексів знаходяться громадські будівлі з науково-пізнавальною функцією, розміри яких порівнянні з масштабом міської будівлі аналогічної типології. У таких

комплексах архітектура домінує над атракціонними спорудами і природнім ландшафтом. Наприклад, «Центр науки та мистецтва» Іспанія, «Ла-Вілет» Франція.

«Технопарк» - науково-розважальний комплекс, в якому виставкова функція демонстрації досягнень науки і техніки переважає над розвагою. Цей тип близький до виставок ЕКСПО, але відрізняється не настільки грандіозними габаритами. Комплекс базується на науково-технічних досягненнях, а з тематики він орієнтований на перспективне бачення майбутнього та пізнання.

Музей науки та техніки – вузькоспеціалізований музейний заклад.

Коротко оглянемо найбільші центри науки та мистецтва та музеї науки та техніки.

Національний музей авіації і космонавтики (англ. National Air and Space Museum) - музей Смітсонівського інституту, розташований на Національній алеї, в якому розташовується найбільша в світі колекція історичних літаків і космічних апаратів. Це дослідницький центр в області історії і науки авіації і космічних польотів, а також планетології, геології і геофізики. Майже всі експонати музею оригінальні історичні екземпляри або їх дублери. Входячи до складу National Mall (національний парк) - комплексу пам'ятників і музеїв в історичному центрі Вашингтону, музей є одним з основних об'єктів, які показують досягнення культури та техніки. Являючи собою частину комплексу музеїв різного спрямування, Національний музей авіації і космонавтики є яскравим прикладом поєднання різних видів культурних надбань людства.

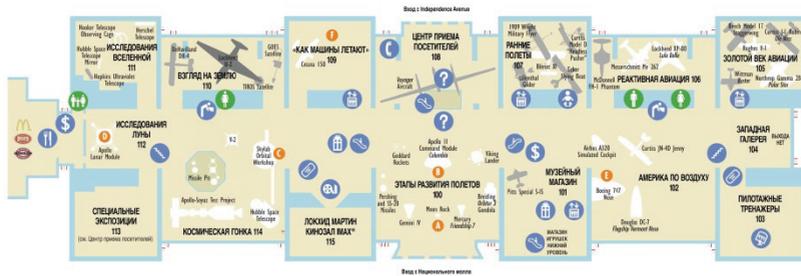


Рис. 2. План експозиції Національного музею авіації і космонавтики Смітсонівського інституту.

Музей науки і індустрії (фр. Musée de la Cité des sciences et de l'industrie) - центральний музей розташованого в парку Ла Віллет Містечка науки і індустрії (Франція, Париж). Постійна експозиція музею носить назву «Експлора» і містить значну постійну колекцію, розбиту по наступних розділах: Всесвіт (космос, планетарій, гра світла), Живий світ (людина і гени), Засоби комунікації (зображення, звук), Індустрія (автомобіль, аеронавтика, енергія), Математика, Акваріум, Дитяче містечко (Cité des enfants), Планетарій

Велика кількість експонатів - інтерактивні. У музеї регулярно проводяться тематичні виставки, освітні програми для дітей різного віку.

Невеликий по розмірах комплекс включає крупні будівлі: відреставрований Великий зал XIX століття, зал популярної музики «Зеніт», музей науки і промисловості театр, ряд невеликих павільйонів - скульптур, канал, нові будівлі Національної консерваторії і Музичного містечка. Особливість комплексу «Ла-Віллет» полягає в рівномірному розподілі функцій (пізнавальна, видовищна, виставкова).



Рис. 3 Фрагмент інтер'єру музею науки і індустрії парку Ла Віллет.

В Україні існує декілька технічних музеїв. Але, на даний час не має значного універсального комплексу для експонування досягнень науки та техніки. Основні напрями колекцій спеціалізованих музеїв: медицина, природничі науки, транспорт та авіація. Найбільші з них: Водний інформаційний центр в Києві, Музей космонавтики імені С. П. Корольова в Житомирі, Державний музей історії авіації та космонавтики України, Полтавський музей авіації і космонавтики, Авіаційно-технічний музей м. Луганськ, Музей історії планеризму й парашутизму (с. Планерське, Крим).

Види експонатів: технічні об'єкти (дослідні установки, технічні вироби: транспортні засоби, літаки, вертольоти та ін.) та супутні матеріали (макети, особисті речі, фотографії, документи та ін.).

Види організації експозиції (рис. 4):

Закрита – авіаційні об'єкти та супутні матеріали експонуються в одному закритому просторі або комплексі просторів із створенням оптимальних умов експонування (зали, ангари, павільйони);

Відкрита – авіаційні об'єкти експонуються на відкритих просторах на території комплексу, супутні матеріали експонуються у спеціально відведеному приміщенні;

Комбінована – поєднує принципи відкритої та закритої експозиції, частина експонатів знаходиться на відкритому просторі, частина – у приміщеннях.

При розробці концепції організації простору та експозиції постають різноманітні задачі. Вони стосуються як питання про роль науково-технічної експозиції, її функцій і трансформації в умовах сучасного суспільства, так і проблеми передачі знань через експозицію.

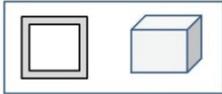
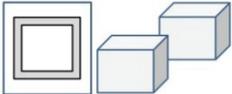
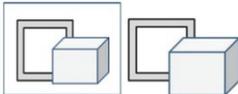
Схема експозиції	Приклад
	
	
	

Рис. 4. Види організації експозиції

Експозиція повинна бути центром досліджень, де відвідувач може проявити власну винахідливість і піти своїм шляхом у вирішенні тих чи інших задач.

Організація простору, врахування запитів публіки, розробка маршрутів, вибір методів показу, вибір областей науки і наукового змісту, а також спосіб включення відповідних тем в експозицію, особливості роботи з відвідувачами (інтерактивність), характер і форма пояснюючих текстів, естетика експозиції і використання в ній творів мистецтва – основні задачі при проектуванні експозиційного простору центрів мистецтва та науки (2)

Експозиція, побудована по певному сценарію на основі законів виставкової режисури, стає комплексним видовищем, де експонат є засобом впливу на глядача.

Висновки

В результаті проведеного дослідження було визначено поняття центру мистецтва та науки, визначені види таких центрів в залежності від функціональної наповненості. Наведено огляд організації найбільших центрів мистецтва та науки, визначено основні види експозиції (закрита, відкрита, комбінована) та їх особливості.

Список літератури

1. Барблан Марк-А. Центр промислового насліддя в Женеве// Museum ЮНЕСКО. Париж. -1984. -№142. – 56 с.
2. Декросс А. Постоянные экспозиции в Городе науки и техники Ла Виллет: Эксплора// Museum ЮНЕСКО. Париж. -1987. -№155. – 97 с.
3. Кликс Р. Р. Художественное проектирование экспозиций. – М.: Высшая школа, 1978. -368с.

ПРИЙОМИ АРХІТЕКТУРНО-ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ АЕРОВОКЗАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ БЕЗПЕКИ ІСАО

У статті розглядаються прийоми архітектурно-просторової організації аеровокзальних комплексів аеропортів із врахуванням вимог безпеки Міжнародної організації цивільної авіації (ІСАО).

Виклад основного матеріалу. Щоразу після чергової надзвичайної ситуації в будівлях аеровокзалів питання безпеки тимчасово виходять на перший план: їх обговорюють, намагаються зрозуміти причини і умови, що сталося, шукають вирішення проблем охорони та захисту, люди починають цікавитися досвідом інших країн у цій області, найчастіше без переходу до реальних дій, і поступово про них забувають до наступного інциденту.

Як можна уникнути шкоди через збої в роботі техніки, людського фактора і зробити систему безпеки більш надійною і постійно діючою? Архітектура відіграє тут першочергову роль: вона неперервна в своєму впливі на людину, вона може керувати її рухом і захищати від можливих загроз. Вона створює основну стійку структуру, поступово обплітаючи інженерними мережами, лініями зв'язку і спостереження. Структура ця – основа всього, своєрідна сцена, на якій розігруються дії з чітко визначеним сценарієм, для яких об'єкт був передбачений. Але якщо архітектурно-просторова організація аеровокзалу погано узгоджена і ненадійна, її не вдається виправити вже нічим – ось чому необхідно звернути увагу на прийоми організації середовища будівлі аеровокзалу та комплексне забезпечення безпеки ще на стадії проектування. Згідно вимогам безпеки Міжнародної організації цивільної авіації (ІСАО 8973 *Руководство по безопасности для защиты ГА от актов незаконного вмешательства. Том III Безопасность аэропорта: требования в отношении организации, программ и проектирования* (изд.7) – 2009), який оптимізує:

- проектування об'єктів аеропорту;
- проектування систем безпеки;
- розробку експлуатаційних процесів;
- дислокацію персоналу служб безпеки.

Аеровокзальний комплекс в межах системи може розвиватися за рахунок нарощування числа секторів. Однак виробляти розвиток тільки за рахунок будівництва нових секторів економічно не виправдане, тому що при цьому доводиться повністю дублювати всі приміщення аеровокзалу.

При розширенні аеровокзалів за рахунок будівництва пасажирських павільйонів (як це часто робиться на практиці) організація архітектурно-просторового рішення носить випадковий характер. У зв'язку з цим пропонується розвиток системи аеровокзального комплексу виробляти за

ретельно і всебічно розробленої схемою, що передбачає поетапне нарощування секторів, кожен з яких матиме можливість власного додаткового розвитку (приблизно на 20-30% від своєї пропускної спроможності).

Практика експлуатації як вітчизняних, так і зарубіжних аеропортів показує, що секції вимагають розширення через п'ять-шість років після введення в експлуатацію, в той час як більш статична група приміщень блоку загального призначення – через десять-п'ятнадцять років. З урахуванням цієї закономірності і прийнято таке рішення, щоб забезпечити незалежний розвиток різних за функціональним призначенням і структурою груп приміщень. Подальший розвиток сектора може відбуватися за рахунок блокування приміщень загального призначення і появи другої секції, що замикається привокзальною площею.

У аеровокзалобудуванні, як в інших областях архітектури, все більше застосування знаходить прийом відкритих структур, що передбачає створення такої архітектурно-просторової композиції, яка, маючи закінчений образ на першому етапі розвитку, допускає можливість додавання нових елементів, таких же, як аеровокзал першого етапу, чи іншого характеру.

За характером розвитку аеровокзальних комплексів можна виділити два основні прийоми рішення:

- лінійний;
- радіальний, тупиковий.

Вибір прийому залежить від розміщення аеровокзалу на генплані аеропорту. Однак для нових перспективних аеропортів найбільш доцільною є схема лінійного розвитку, що забезпечує найбільший потенціал пропускної здатності аеровокзального комплексу.

Слід зазначити, що розвиток аеровокзального комплексу за рахунок безпосереднього розширення (нарощування) спочатку побудованого будинку, а не за рахунок будівництва нових окремо стоячих аеровокзалів має ряд переваг: велика компактність забудови, короткі шляхи руху пасажирів, легкість їх орієнтації в умовах суспільних засобів доставки в аеропорт і т. д. Безпосереднє розширення будівлі аеровокзалу є показником певної проектної та будівельної культури. Воно можливе лише за ретельно опрацьований проектному рішенні. Підтвердженням тому - приклади деяких зарубіжних аеровокзалів, що представляють певний професійний інтерес.

Висновки

При вирішенні проблеми розвитку аеровокзалів та прийомів їх архітектурно-просторової організації слід враховувати важливі прийоми розвинутого крупного аеровокзального комплексу - внутрішню систему транзитного транспорту, та вимоги безпеки Міжнародної організації цивільної авіації.

Список литературы

1. Писков М.Г. Аэровокзальные комплексы аэропортов / М.Г.Писков–М.: Воздушный транспорт, 1983. – 158с.
2. ТР 205-09 Технические рекомендации по проектированию систем антитеррористической защищенности и комплексной безопасности зданий. – М.: Госстрой России, ГУП «НИИМосстрой», 2010.
3. Шевоцуков П.А. Вопросы обеспечения комплексной безопасности в строительстве [Электронный ресурс] / Шевоцуков П.А. // Строительная безопасность – 2005.
4. ICAO Doc. 8973 Руководство по безопасности для защиты ГА от актов незаконного вмешательства. Том III Безопасность аэропорта (изд.7) – 2009.

МІЖПРОГРАМНИЙ ІНТЕРФЕЙС АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИХ САПР

Розглянуто проблемні аспекти забезпечення міжпрограмного інтерфейсу архітектурно-будівельних САПР на горизонтальному (однофункціональні програми) і вертикальному (різнофункціональні програми) рівнях.

Сучасну архітектуру і будівництво вже неможливо уявити без використання комп'ютерних засобів, методів і технологій, без багато- і різнофункціональних систем автоматизованого проектування, інженерних розрахунків, технологічної підготовки і управління виробництвом. Комп'ютер із відповідним програмним забезпеченням стрімко увірвався у архітектурно-будівельну галузь і посів найбільш відповідальне місце. Інформаційні технології з відповідним апаратним, комунікаційним і програмним забезпеченням органічно вбудувалися практично в усі процеси, пов'язані із проектуванням і спорудженням різних архітектурних об'єктів. Більше того, рівень, обсяг і якість використання інформаційних технологій стає оцінним критерієм і показником сучасності представленого проекту.

Традиційно процес спорудження будь-якого архітектурного об'єкта складається з трьох взаємопов'язаних етапів: проектування ↔ затвердження ↔ реалізація (рис. 1). При цьому такий процес характеризується нелінійністю, ітераційністю й передбачає постійний обмін різноманітною інформацією.

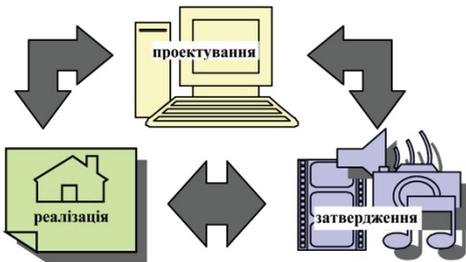


Рис. 1. Етапність спорудження
архітектурного об'єкта

Мовою інформатики, оскільки інформаційні технології стали невід'ємним атрибутом зазначеного процесу, такий обмін інформацією називають інтерфейсом. А оскільки інформаційні технології реалізуються насамперед за допомогою програмних засобів, то постає проблема забезпечення якісного міжпрограмного інтерфейсу задіяних програмних засобів.

Укрупнено, на етапі проектування розв'язується задача розробки архітектурного проекту споруди чи об'єкту, результатом чого є архітектурний проект у вигляді віртуальної інформаційної моделі – тривимірної архітектурної моделі, яка існує у віртуальній реальності. Оскільки архітектурне проектування здійснюється за допомогою різних САПР (архітектурних і не тільки), то постає проблема обміну проектною інформацією між різними САПР – без спотворення і втрати інформації. Окрім того, архітектурний проект має бути розроблений з урахуванням інформації, яка забезпечить його практичне втілення. Останнє стосується конструктивної, електротехнічної, санітарно-технічної, кошторисно-фінансової та інших частин проекту. Зокрема, конструктивна частина має забезпечувати міцність, стійкість, довговічність об'єкта будівництва. Тому постає потреба щодо передавання архітектурної моделі в спеціалізовані програми інженерних розрахунків, зокрема, на міцність і несучу здатність (програми ЛІРА-САПР, МОНОМАХ, SCAD тощо) та наступне корегування проекту за результатами обчислень.

За наведеною у попередньому абзаці інформацією легко бачити, що міжпрограмний інтерфейс на першому етапі має здійснюватися у двох площинах: *горизонтально*, між функціонально тотожними САПР (Autodesk Revit Architecture, Allplan Nemetschek, ArchiCAD GraphiSoft, Arcon Eleco, AutoCAD Architecture, САПФІР ЛІРА-САПР, КОМПАС-3D АСКОН тощо – архітектурного проектування), та *вертикально*, між функціонально різними програмами – архітектурного проектування і інженерних обчислень.

На етапі затвердження архітектурного проекту розв'язується задача підготовки візуалізованої презентації проекту Замовнику. Згідно з найпоширенішим означенням візуалізація – це процес подання даних у вигляді формалізованих зображень з метою максимальної зручності їх сприйняття і розуміння, надання видимої форми мисленневому об'єкту чи процесу даному разі – архітектурному проекту. Презентаційна візуалізація – надзвичайно важлива частина архітектурного проектування. Вона супроводжує проект на всіх його стадіях: від початкової ескіз-ідеї до остаточного узгодження проекту з Замовником. Для цього розробляється графічна експозиція (статична демонстрація) та анімаційний відеоролик (динамічна мультимедійна демонстрація).

Міжпрограмний інтерфейс здійснюється у вертикальній площині, між функціонально різними програмами. Найчастіше передавання інформації з архітектурної моделі здійснюється у програми 3ds Max, Cinema 4D, Rhino, MS PowerPoint (анімаційна комп'ютерна графіка – динамічна візуалізація) та Photoshop, Illustrator, Gimp, Corel PHOTO-PAINT (графічна експозиція – статична візуалізація). Останнім часом виділилася в окрему групу і досить часто використовується візуалізація архітектурного проекту з використанням PDF-формату: як площинних експозицій 2D-PDF, так і анімаційних демонстрацій 3D-PDF віртуальних тривимірних моделей у доступній програмі Adobe Reader.

На етапі реалізації архітектурного проекту здійснюється будівельне конструювання об'єкту та всі процеси щодо безпосереднього спорудження об'єкту, забезпечення цього процесу усім необхідним та його управління.

Саме на цьому етапі комп'ютерні технології стають єдиною технологічною основою усіх робіт зі спорудження об'єкта, системно інтегруючи архітектурне проектування, будівельне конструювання, будівництво та управління. А визначальною особливістю впровадження комп'ютерних технологій в архітектуру і будівництво стає перехід від розрізнених операцій щодо розв'язання окремих задач до єдиного проектно-конструкторського виробничого процесу на основі цифрової моделі об'єкта BIM (Building Information Model) – так званої технології інформаційного моделювання будівель. BIM-технології дають змогу архітектору "тримати в своїх руках" усі нитки складного процесу проектування і спорудження архітектурного об'єкта і знову зайняти втрачену ним позицію ЗОДЧОГО – як ключової фігури, своєрідного режисера усього складного дійства під назвою "будівництво".

Робота з єдиною, спільною для всіх виконавців проекту цифровою моделлю споруджуваного об'єкту дає змогу цілеспрямовано управляти кожним окремим елементом проекту на всіх етапах його розробки і реалізації на основі єдиної платформи даних. Утворюється єдина інтегрована система, універсальне багатofункціональне середовище проектування, підготовки виробництва, власне будівництва і управління ним. Така ідеологія нині реалізується практично в усіх інструментальних програмних засобах архітектурно-будівельного призначення.

Окрім того, BIM-технологія дає змогу не тільки моделювати об'єкт, цілеспрямовано змінюючи модель, її стан, властивості і характеристики, враховувати фізичні характеристики навколишнього середовища, а й моделювати процеси, які відбуватимуться у об'єкті після його спорудження. Тобто, забезпечується функціональне тестування архітектурного об'єкта за допомогою комп'ютерних засобів і технологій у віртуальному просторі. Прикладом однієї з можливих платформ для побудови інформаційної моделі архітектурного об'єкта, може бути зв'язка програм Rhinoceros та Grasshopper.

Використання в процесі архітектурного проектування і будівельного конструювання низки різних інструментальних програмних засобів зумовлює необхідність взаємного обміну інформацією без спотворення і втрати інформації. Найчастіше такий обмін здійснюється за допомогою міжпрограмного інтерфейсу на основі однотипних форматів файлів DWG, DXF, DWF, які стали загальноновизнаним світовим стандартом обміну геометрографічною інформацією та її зберігання, а останнім часом – формат IFC. Саме формат IFC уможливив практичне використання в архітектурі та будівництві BIM-технологій у разі використання низки різних САПР і став своєрідним каталізатором розвитку і поширення таких технологій.

Формат IFC (Industry Foundation Classes) розроблений Міжнародним альянсом забезпечення сумісності архітектурних і будівельних САПР (International Alliance for Interoperability) в 1997 р. і є міжнародним стандартом описів об'єктів будівельної індустрії для архітектурних і будівельних САПР.

Принципова відмінність формату IFC від інших форматів обміну даними (наприклад, DWG та DXF) полягає в тому, що він передбачає не тільки повний геометричний опис об'єкту в 2D і 3D, але й збереження його взаємозв'язків з іншими об'єктами і всіх його функціональних параметрів (наприклад, вага, опис матеріалів, температурні характеристики, ціна і так далі).

Формат IFC підтримується великою кількістю розробників програмного забезпечення, зокрема Graphisoft, Autodesk, Nemetschek, Robot, Tekla, Bentley і SCIA. Універсальним інструментом візуалізації тривимірного проекту будівлі у форматі IFC є програма-переглядач IFC Viewer. За допомогою цієї програми користувачу надається доступ до проекту всієї будівлі без попереднього опрацювання вихідного файлу спеціальною програмою і без його конвертації у спеціальні формати.

Програмні засоби, які підтримують формат IFC, стають найбільш затребуваними у архітектурно-будівельній практиці, оскільки вони забезпечують виконавцю свободу вибору інструментального засобу, який є найбільш функціональним для розв'язання певної задачі, і дають змогу інтегрувати одержані з різних програм результати в єдиному проекті без втрати чи спотворення фрагментарної інформації.

Незважаючи на декларовану багатому документальними описами різних САПР повну функціональність формату IFC щодо гарантованого обміну неспотвореною проектною інформацією, на практиці це проявляється далеко не завжди. Тому розробники програмних засобів пішли шляхом створення багатофункціональних САПР наскрізного комплексного архітектурного проектування, будівельного конструювання і візуалізації споруджуваних об'єктів. При цьому BIM-технологія реалізується у найпростіший спосіб – через внутріпрограми (точніше, внутрісистемний, у разі модульності) інтерфейс.

У плані сказаного вище, одне з провідних місць серед архітектурно-будівельних САПР по праву належить програмі Allplan Nemetschek, створеній у компанії Nemetschek Allplan Systems GmbH (раніше – Nemetschek Allplan GmbH), яка є дочірньою компанією концерну Nemetschek AG, займається розробкою інтелектуальних IT-рішень для архітекторів, конструкторів, будівельних підрядчиків та керівників підприємств і є одним з провідних європейських постачальників програмного забезпечення для проектування, спорудження та управління будинками. САПР Allplan є багатофункціональним інтегрованим програмним комплексом, інтелектуальні інструменти якого дають змогу здійснювати на єдиній платформі, у єдиному інформаційному середовищі взаємоузгоджене й взаємозв'язане архітектурне проектування, будівельне конструювання, проектування і розрахунок інженерних мереж і комунікацій, оцінювати вартість проектних робіт і будівництва. При цьому здійснюється оптимальна підтримка неперервного процесу проектування і будівництва щодо якості, вартості і тривалості робіт.

САПР Allplan характеризується також взаємодійною інтеграцією з програмою ЛІРА. Така інтеграція функціонально різних програмних засобів (архітектурне проектування і розрахунок напружено-деформованого стану

будівельної конструкції) дає змогу організувати ітераційний процес архітектурного проектування та розрахунку на міцність і конструювання будівельних конструкцій. Своєрідним буфером, програмою-конвертором для обміну інформацією між програмами Allplan та ЛІРА може також бути використана вітчизняна САПР САПФІР, яка без спотворень приймає архітектурну модель, створену у програмі Allplan, перетворює її у розрахункову схему та передає до програми ЛІРА. А одержаний результат після певного доопрацювання знову повертається до Allplan для внесення необхідних змін до архітектурної моделі.

Висновки

Цією публікацією актуалізується проблема дослідження міжпрограмного інтерфейсу архітектурно-будівельних САПР, оскільки існує потреба експериментального виявлення критичних аспектів, які виникають під час обміну проектною інформацією між різними інструментальними програмними засобами, з метою внесення розробниками адекватних змін до програм. Розгляд цього питання також має бути включений до змісту процесу підготовки майбутніх архітекторів і інженерів-будівельників в університеті.

*Л.М. Бармашина, к. арх., А.О. Ненько, студ.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АЕРОПОРТАХ

Світова тенденція до екологічності, економії природних ресурсів проникає в усі сфери людського життя. Пошук найефективніших способів раціонального використання енергоресурсів є одним із пріоритетних напрямків в архітектурі. Впровадження енергоефективних технологій у такі важливі об'єкти сполучення, як аеропорти, є невід'ємною частиною досягнення екологічного балансу планети.

Нові будівельні матеріали, які дають можливість створювати більш ефективні конструкції, нестандартні інженерні рішення, використання альтернативних джерел енергії тощо дають змогу забезпечити економію ресурсів та зменшити негативний вплив будівель та споруд на навколишнє середовище. Виділивши найбільш ефективні рішення енергозбереження в аеропортах, можна створити певну схему їх раціонального застосування.

Енергозберігаюча архітектура - це практика будівництва та експлуатації будівель, метою якої є зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів протягом всього життєвого циклу будівлі: від вибору ділянки до проектування, будівництва, експлуатації, ремонту і знесення.

Енергоефективні технології - це обладнання з високим ККД, яке передбачає використання загальнодоступних джерел енергії:

- енергія вітру (реалізується за допомогою рекуператорів, вітрогенераторів);
- тепло ґрунту (цю ідею реалізують сучасні теплові насоси);
- енергія сонця (сонячні колектори);
- біоенергія (біогаз, біомаса, мікробна енергія);
- енергія звукових хвиль (поглинання шуму і перетворення його на енергію);
- енергоефективні матеріали (теплоізоляція);
- системи автоматизації (розумний будинок).

До енергоефективних технологій також відносяться ретельно продумані автоматизовані системи вентиляції, які дозволяють у будь-яку погоду зберігати оптимальний мікроклімат в приміщенні при мінімальних витратах.

При будівництві будівель і споруд за енергозберігаючими технологіями застосовуються сучасні високоякісні та екологічно чисті матеріали, які не несуть шкоди ні здоров'ю людей, ні навколишньому середовищу. Будівлі, зведені за енергозберігаючою технологією, абсолютно пожегобезпечні, оскільки сучасні матеріали не горючі.

Провівши неодноразові дослідження, вчені встановили, що близько 20-40% тепла, що витрачається на обігрів будівлі, витрачається даремно, а це означає, що така ж сума, сплачена за опалення, втрачається. З цього випливає,

що будівля комерційного призначення, побудована за енергозберігаючою технологією, економить чималі грошові суми.

За допомогою сучасних систем діагностики визначаються причини витоку тепла з приміщень і усуваються без зайвих витрат на утеплення всього приміщення. Така точкова робота з утеплення приміщень сама по собі знижує витрати на обігрів простору і береже бюджет.

Впровадження енергоефективних технологій в аеропортах на сьогодні є важливим кроком до сталого розвитку (загальна світова концепція стосовно необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їхню потребу в безпечному і здоровому довкіллі).

Аеропорт — комплекс інженерних споруд призначений для прийому, відправлення та технічного забезпечення повітряного транспорту а також обслуговування пасажирів та вантажу. Аеропортовий комплекс повинен мати хоча б одну злітно-посадкову смугу (грунтову, тверду, або водню поверхню для зльоту та посадки літаків) чи вертолітну площадку. Сучасні аеропорти містять: аеродром, приаеродромну територію, службово-технічну територію з аеровокзалом, авіаремонтні заводи.

В аеропортах найбільш поширені заходи з економії енергії в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC) і систем обробки повітря, які виконують роботу щодо кондиціонування і циркуляції повітря у великих приміщеннях. Інші загальні енергозберігаючі функції виконують пристрої для освітлення з широким використанням світлодіодів та методів природного освітлення. Застосування принципів енергоефективної архітектури в аеровокзалах підсилює комплексну технологію.

Наприклад, у Бостоні, штат Массачусетс, США, Міжнародний аеропорт Логан став першим LEED-сертифікованим (Leadership in Energy and Environmental Design) у світі терміналом аеропорту в 2006 році (рис.1). Для того, щоб будівля стала LEED-сертифікованою, принципи екологічної стійкості мають бути пріоритетними в проектуванні, будівництві та експлуатації. Енергозберігаючі функції аеропорту включають: покрівельні матеріали, які відбивають тепло сонячного світла; автоматизоване та/або із самозатемненням освітлення в межах всього об'єкту; санвузли з малонапірними змішувачами і безводними пісуарами; аеропорт Логан також сприяє екологічно чистим можливостям перевезення в межах і поза межами аеропорту; спеціальні контролери, встановлені на рухомих доріжках, зменшують споживану потужність їх електродвигунів 24 години на добу для економії близько 60 000 кВтгод на рік.

Детройт Метрополітен (Detroit Metropolitan Wayne County Airport) є першим аеропортом США, побудованим після 11/09/2001 а це означає, що він є однією з найсучасніших споруд, особливо щодо безпеки та енергоефективності (рис. 2). Спроектований офісом Генслера, аеропорт забезпечений природним освітленням завдяки великій площі засклення в зонах кас, видачі багажу, охорони, що економить енергію в денний час. Новий аеропорт також має інноваційну систему для обслуговування кожного літака паливом, клімат-контроль і допоміжну подачу електроенергії прямо від воріт,

тим самим зменшуючи вартість та забруднення від наземних дизельних установок.

У серпні 2008 року геліоустановки з потужністю 2 МВт сонячної енергії були встановлені в LEED-Gold сертифікованому Міжнародному аеропорту Денвера (рис. 3). Сонячні фотоелектричні системи, які охоплюють 7,5 акрів (30 351,4232 м²) території перед аеропортом, генерують більше трьох мільйонів кіловат-годин екологічно чистої електроенергії на рік. Розроблена і встановлена компанією WorldWater система використовує понад 9200 сонячних панелей Sharp. Нові вмонтовані в землю фотоелектричні сонячні батареї використовують одновісні системи стеження, які слідуєть за сонцем протягом дня для більшої ефективності та виробництва енергії.

«Сонячний проєкт», який є одним з найбільших, призвів до скорочення викидів вуглекислого газу в атмосферу більш ніж на 6,3 млн. фунтів (2860000 кг) на рік.

Також в Міжнародному аеропорту Денвера діє програма утилізації відходів, яка не лише підвищує енергоефективність споруди, а й дозволяє заощадити великі кошти. Нові покращення включають навіс для паркування, який освітлюється світлодіодами та має систему геотермального опалення та охолодження. Для економії палива літаків на землі кожні магістральні ворота забезпечують припарковані літаки джерелом енергії і попередньо кондиційованим повітрям. Для економії палива в наземному транспорті, в аеропорту замінили звичайні транспортні засоби на гібридні та електричні.

Міжнародний аеропорт Сан-Франциско, штат Каліфорнія, США, з LEED-Gold рейтингом, реалізував близько 50 енергоефективних проєктів з 2007 року, які скоротили споживання електроенергії більш ніж на 6% (рис. 4). Ці проєкти включають освітлення та покращення ефективності вентиляції і кондиціонування, а також IT-енергозберігаючі заходи. В аеропорті є перший у своєму роді «зелений» центр обробки даних безпосередньо в аеропорту. Енергоефективний центр обробки даних буде використовувати холодне повітря з області затоки Сан-Франциско в якості основного джерела для кондиціонування повітря на об'єкті, уникаючи використання традиційних енергоємних холодильних агрегатів. Форма будівлі також служить практичним цілям, а саме майбутньому розширенню аеропорту. Термінал використовує пасивні технології для підтримки постійної температури протягом критичних змін клімату, які відбуваються в пустельному районі в літній період. На додаток до створення візуально яскравої й ефективної структури, Foster + Partners включили в об'єм будівлі відкриті зелені насадження, щоб допомогти очистити повітря і компенсувати викиди від транспортних перевезень.

Міжнародний аеропорт Барахас, Мадрид, Іспанія, використовує установки зниження споживання енергії, такі як ефективні системи охолодження, обширне затінення фасадів, зенітні ліхтарі і зональне освітлення, при цьому специфічна «хвиляста» форма даху допомагає направляти повітряні потоки і завдяки використаним матеріалам, підтримувати мікроклімат в приміщенні з мінімальним споживанням енергії (рис. 6).



рис. 1



рис. 2



рис. 3



рис. 4

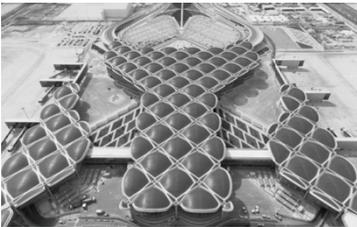


рис. 3



рис. 4

Висновок

Технічний прогрес – від терміналу до злітно-посадкової смуги має принципове значення для майбутнього аеропортів по всьому світу. Впровадження енергоефективних технологій є таким же значущим етапом у цьому поступі, як і досягнення безпеки перевезень. Дотримання принципів стійкості забезпечить не лише економію природних ресурсів, а й коштів при експлуатації аеропортів, матиме позитивний вплив на здоров'я людини. Саме тому пошук нових рішень у даній сфері та їх активне впровадження повинно стати одним із пріоритетних напрямків в Україні.

Список використаної літератури

1. *Gregori, Giorgio.* Technology of energy saving. *Chicago, November, 2010*
2. Green and Efficient Airport Strategy. [http:// siemens.com/airports /](http://siemens.com/airports/)
3. Energy-Efficient Advances at Airports. <http://www.weather.com/travel/six-energy-efficient-airports-20121109/>
4. Energy efficiency. http://www.changiairportgroup.com/cag/html/the-group/sustainability/energy_efficiency.html

*Н.Ю. Авдєєва к. арх., В. Черепіна, студ.
(Національний авіаційний університет, м. Київ)*

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В АРХІТЕКТУРІ

Розглядається перевага використання нанотехнологій в архітектурі яка полягає в розробці та виготовленні більш досконалих будівельних матеріалів, створених за допомогою нових технологій, що суттєво розширює можливості проектування, полегшує процес зведення споруд та подальшу їх експлуатацію.

Використання наномодифікованих матеріалів відкриває широкі можливості не лише в архітектурі, а й в інших галузях діяльності, які набули доволі високого розвитку в Україні. Головною задачею архітектора є проектування з урахуванням тенденцій майбутнього. Більшість творчих ідей архітекторів на даному етапі розвитку будівельних матеріалів є нездійсненними. Досягнення футуристичних форм споруд майбутнього стає можливим лише завдяки новій технології молекулярної модифікації будівельних матеріалів – нанотехнології. За визначенням фахівців Нанотехнологія це міждисциплінарна галузь фундаментальної прикладної науки і техніки, що вивчає сукупність теоретичного обґрунтування, практичних методів дослідження, аналізу й синтезу, а також методів виробництва і використання продуктів з заданою атомною структурою шляхом контрольованої маніпуляції окремими атомами та молекулами. Наномодифікація матеріалів полягає в зміні їх молекулярної структури на нанорівні. Тобто, до наноматеріалів відносять об'єкти, один з характерних розмірів яких лежить в інтервалі від 1 до 100 нм. Нанометр – це одна мільярдна частка метра, $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$. Діаметр людської волосини, наприклад, становить близько 80 тис. нанометрів. Наночастка (англ. *nanoparticle*) – ізольований твердофазний об'єкт, що має чітко виражену межу з оточуючим середовищем, розміри якого в усіх трьох вимірах складають від 1 до 100 нм [3]. Наноматеріали та технології вже широко використовуються в світовій практиці. Наноматеріали – це матеріали, що розроблені на основі наночастинок з унікальними характеристиками, що формуються в наслідок мікроскопічних розмірів, що їх складають і відповідають заданим властивостям [4].

Перевага наноматеріалів в тому, що оглядаючи окремий атом в якості однієї з деталей, нанотехнології шукають практичні засоби конструювання з цих деталей матеріалів з заданими характеристиками.

Матеріали, що виготовлені за допомогою молекулярної модифікації, набагато більш міцні та легкі ніж сучасні. Узагальнюючи досвід науковців можна визначити наступні види наноматеріалів:

1. Наноплівка формується з наночасток, які після нанесення їх на поверхню, самоорганізуються в надтонку плівку і міцно з'єднуються з обробленою поверхнею. В гладких матеріалах частинки утворюють тонку

гладку плівку, яка відштовхує рідкі субстанції разом з брудом, жиром, вапном та ін. На пористих поверхнях наночастки проникають в пори і ніби вистилають їх зсередини. Однією з переваг нанобробки є те, що в результаті поверхня стає стійкою до механічних і хімічних впливів. Вона жаростійка – до 450°C, морозостійка, а також стабільна до ультрафіолетового випромінювання. Крім того, збільшується міцність поверхні та стійкість до подряпин, механічне зношення стає практично непомітним. Існує декілька покривельних матеріалів на основі властивостей наноплівки: «Лотусан» – фарба в основі якої лежить особливість гідрофобної мікроструктури листа лотоса; «Гідротект» – поверхнєве покриття керамічної плитки, що самоочищається.

2. Фотокаталітичні покриття механізм дії яких полягає в розкладі з'єднань, що шкідливі для здоров'я. Наприклад, формальдегід розкладається на безпечні прості речовини: вуглекислий газ та воду. Фотокаталітичні покриття на основі TiO-2 руйнують і розкладають всі органічні сполуки на поверхнях (чадний газ від автомобілів, атмосферні опади, хвороботворні бактерії, вірусні інфекції такі як: свинячий грип, пташиний, та інші респіраторні захворювання). На обробленій поверхні при участі ультрафіолетових променів виникають реакції фотокаталізу, в наслідок чого активний кисень, що виділяється при реакції, руйнує органічні забруднення, залишки яких надалі змиваються водою.

3. Наногель – це новаторське рішення для теплоізоляції стін і дахів будівель, що надає природну інсоляцію приміщень з розсіюючим світловим ефектом і високоякісними теплоізоляційними, а також акустичними властивостями. Переваги наногеля полягають в його енергозберігаючих властивостях і абсолютній нешкідливості для людини і навколишнього середовища. Аморфний кварц майже не пропускає тепло тому у наногеля відсутня електропровідність. Розміри пор матеріалу менші, за середню величину шляху, який необхідний для проходження повітря. Таким чином, зводиться нанівель провідність газів. У той же час світлопровідна природа матеріалу дозволяє максимально інсолювати приміщення всередині. Пориста структура матеріалу істотно уповільнює швидкість звуку в просторі, тим самим істотно (у 2-3,5 рази) знижує шум.

4. Нанобетон – це бетон, розроблений на основі застосуванням нанотехнологій. Спеціальні добавки – так звані ініціатори – суттєво покращують його фізичні якості. Механічна міцність нанобетона на 150% вище міцності звичайного, морозостійкість вище на 50%, а вірогідність утворення тріщин в три рази нижче. Важливим є також те, що вага конструкції, яка виготовлена з такого бетону, знижується приблизно в 6 разів.

5. Антибактеріальні покриття це фотокаталітичні поверхні що перетворюються на антибактеріальні при додаванні наночасток срібла. Використання наночасток срібла має велике значення, тому що деякі патогенні бактерії виробили стійкість до антибіотиків. Дана технологія вже широко використовується у медицині для антибактеріального покриття операційних чи лабораторій.

6. Вуглецеві нанотрубки це протяжні циліндричні структури діаметром від одного до декількох десятків нанометрів і завдовжки до декількох

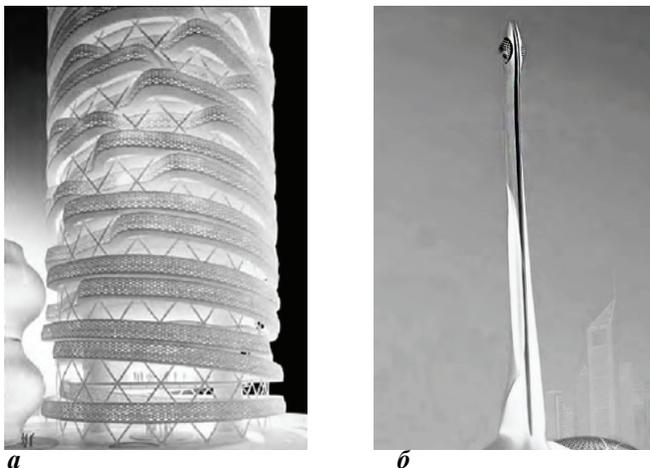


Рис. 1. Приклади проектів архітектурних споруд з використанням нанотехнологій: *a* – Проект «Карбонова вежа», арх. Петер Тест; *б* – Проект оглядової вежі «Утопія один: Дубаї», проектне бюро «Cesar bobonis-zequeira».

сантиметрів. При цьому існують технології, що дозволяють плести їх у нитки необмеженої довжини. Вони складаються з одної або декількох згорнутих в трубку гексагональних графітових площин і закінчуються зазвичай напівсферичною головкою, яка може розглядатися як половина молекули фулерену.

Узагальнюючи сучасний досвід проектування можна навести наступні приклади використання наноматеріалів. Автор проекту Петер Теста запропонував експериментальну вуглецеву вежу – «Карбонова вежа». Це 40-поверхова багатофункціональна будівля, яка включає п'ять інноваційних систем: попередньо стиснуту подвійну спіральну первинну структуру, багатшарові композитні поверхи, дві зовнішні ниткоподібні рампи, тонкоплівні мембрани, що дихають та пересувний вентиляційний канал. Дослідження показали, що після зведення будівля стане найбільш легкою та найбільш міцною будівлею свого типу (рис.1.*a*).

Архітектори проектного бюро «Cesar bobonis-zequeira» розробили оглядову башту «Утопія один: Дубаї», елементи якої виконані з матеріалів, що нагадують гладкі скульптурні лінії, які вписані в парк. Нанотехнології будуть інтегровані на зовнішню сторону огорожувальних конструкцій будівлі для забезпечення енергією сонця рух ліфта, систем вентиляції та кондиціонування та електричних систем. В якості наноматеріалу виступить спеціальна тонка фотоелектрична плівка, нанесена на металеву структуру (рис.1.*б*).

Проектна група «Philip's design probes» розробила проект будівлі «Сти́ке помешкання 2020», яка є об'єктом дослідження інтеграції електричних та біохімічних функцій в будівельний матеріал (наносенсор). Активна поверхня будівлі реагує на сонячне світло та автоматично пересувається в найефективнішу позицію для генерації енергії. Будівля сприймає та віддає природне світло при цьому відпадає потреба в електричному освітленні приміщень впродовж дня. Також зовнішнє повітря фільтрується, очищується від вуглекислого газу та подається в приміщення. Крім того, наносенсори будуть поглинати надлишкову вологу та дощову воду, фільтруючи та перетворюючи її на придатну до споживання, а відходи життєдіяльності людини та інші органічні відходи будуть перетворені в енергію біогазу. Біогаз можна використовувати для опалення, підігріву води та приготування їжі (рис.2).

Висновки

Нанотехнології, як новітній напрям в галузі архітектури та будівництва, призводить до революційних змін. У той же час традиційні підходи пропонують лише поступове поліпшення якості матеріалів та технологій. Наноматеріали допоможуть конструювати найбільш легкі, екологічно чисті та зручні в зведенні будівлі. Це зменшить витрати на будівництво, заощадить природну сировину для вироблення матеріалів, збереже природний ландшафт гір, рівнин, лісів. Проте, існують певні перешкоди поширення нанотехнологій такі як відсутність кваліфікованих кадрів та низький рівень інвестицій.

Використання наноматеріалів суттєво допоможе розширити

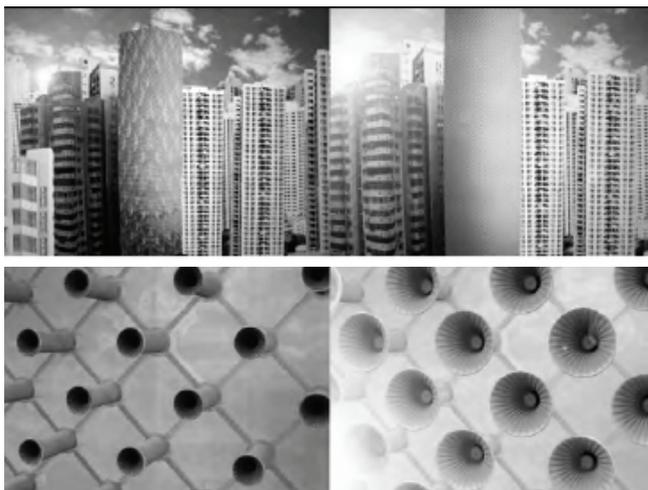


Рис. 2. Приклади проектів архітектурних споруд з використанням нанотехнологій. Проект «Сти́ке помешкання 2020» в Китаї, проектне бюро «Philip's Design Probes».

архітектурний простір будівель і споруд, уникнути труднощів в експлуатаванні архітектурних об'єктів, зменшити витрати на майбутнє утримання будівлі в належному стані, що також підвищить інвестиційну привабливість об'єктів, зниження витрат сировини, матеріалів та енергії, скорочення викидів CO₂, збереження ресурсів, велика економія, комфорт.

Використання наноматеріалів в архітектурі:

- дозволить ширше виразити естетичну архітектурну творчість;
- знизить затрати на будівництво та темпи зведення будівель;
- покращить якість споруди та її експлуатаційні характеристики;
- допоможе зберегти оточуюче середовище.

Також використання наноматеріалів дозволить адаптувати будівлі до біологічно подібних форм, створюючи зразок архітектури, яка повністю взаємодіє з оточуючим середовищем.

Список літератури

1. *Leydecker Sylvia*. Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design / Leydecker Sylvia – Berlin: Birkhauser Verlag AG, 2008. – 62p.

2. *Hazem Mohamed*. Nanomaterials & Architecture. Sustainable Nanoarchitecture. / Hazem Mohamed – Berlin: Scientific report, 2010. – 46p.

3. *Нанотехнології* в будівництві [Електронний ресурс]: за даними матеріалів Інтернет-журналу Nanobuild – Режим доступу: <http://www.nanobuild.ru/>

4. *Нанотехнології*. Альтернативні джерела енергії. [Електронний ресурс]: за даними матеріалів Nanocorporetion – Режим доступу: http://nanocorporetion.blogspot.com/p/blog-page_5414.html

*Н.Ю. Авдєєва к. арх., М.Ю. Шелест, студ.
(Національний авіаційний університет, м. Київ)*

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІ ВИКОРИСТАННЯ ХУДОЖНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ В АРХІТЕКТУРІ

Розглядається проблема застосування художнього освітлення в архітектурі при формуванні світло-кольорового середовища сучасного міста.

Проблема поліпшення якості архітектурно-художнього освітлення міст є однією з найбільш актуальних. Вона характеризується постійним удосконаленням архітектурно-планувальної структури великих міст, потребою у реконструкції центра міста, вимогами модернізації мережі магістральних і житлових вулиць, а також появою нових ефективних, енергоємних і економічних світлотехнічних технологій. Архітектурне освітлення є одним з напрямків світлового дизайну. Раніше освітлення використовували переважно для підсвічування міських пам'яток архітектури в нічний час. Проте останнім часом архітектурне освітлення стало обов'язковим елементом практично для будь-якої міської будівлі. У сучасних містах освітлення є незамінною складовою архітектури. За допомогою архітектурного підсвічування вночі об'єкт можна представити у більш привабливому вигляді, ніж вдень, тому що темрява приховує недоліки, а архітектурне освітлення підкреслює всі переваги.

Сучасні прийоми підсвічування архітектури стають на один щабель з формою, масштабом і композицією об'єкта. Однією з переваг архітектурного підсвічування можна вважати використання світлофільтрів, спеціальних світлодіодних світильників і прожекторів, за допомогою яких можна щодня повністю або частково змінювати кольорову гаму будівлі, що освітлюється.

Крім естетичного значення освітлення будівель несе маркетинговий підтекст. Цікаве світлове рішення може привернути додаткову увагу, як до самої будівлі, так і до приміщень всередині.

За дослідженнями науковців формування світло-кольорового середовища сучасного міста варто розглядати на макро- та мікрорівнях, де здійснюється дизайн-концепція. Макрорівень забезпечує створення цілісного світло-кольорового середовища сучасного міста, виявляє його яскравий художній образ і національний колорит. Мікрорівень дозволяє вирішити задачі формування світло-кольорового середовища окремого міського об'єкта і органічно вписати його в композиційну структуру конкретної міської території та забезпечити стильову єдність середовища в цілому. Функціонування світло-кольорового середовища на макро- і мікрорівні забезпечується приладами та пристроями штучного освітлення, які повинні відповідати сучасним естетичним вимогам у різний час доби, оскільки вони є активними елементами формування просторового середовища сучасного міста.

Узагальнюючи дослідження науковців можна стверджувати, що світло-кольорове середовище як динамічна система перебуває в постійному розвитку

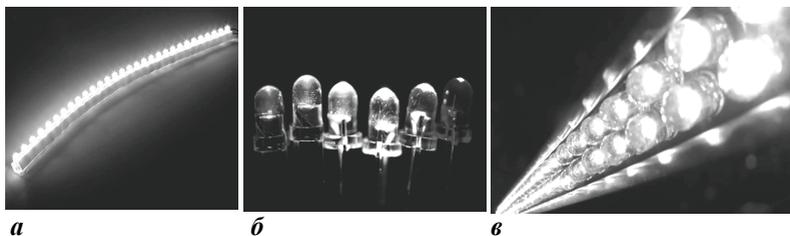


Рис. 1. Засоби освітлення: *а* – світлодіодні стрічки; *б* – люмінесцентні лампи; *в* – прожектори.

та обумовлено появою нових більш досконалих світлотехнічних технологій.

Специфіка і особливості мети створення архітектурного підсвічування фасадів будинку визначають вибір освітлювальних приладів, які для цього використовуються (рис.1). Виділяють чотири основні різновиди:

- металогалогенні міні-прожектори;
- неонові лампи;
- люмінесцентні світильники;
- світлодіодні стрічки.

Кожен з типів приладів має свої особливості, які стосуються як самої конструкції світильника, так і специфіки його функціонального застосування.

Міні-прожектор це один з основних різновидів світильників, що використовується для підсвічування. Такі прилади характеризуються великою мобільністю та універсальністю, що передбачає широкі можливості та варіанти їх застосування. Прожектори зазвичай мають невеликі розміри, але при цьому є джерелами якісного освітлення: однорідного, рівномірного, яскравого і сильного. Залежно від типу, прожектори можуть бути нерухомими (одно направленого освітлення, створюють світловий потік, що висвітлює предмет у суворо заданому напрямку) або динамічними (такі прожектори здатні змінювати напрям випромінюваного світлового потоку).

Неонові лампи це традиційний варіант освітлення, який характеризується високою декоративністю. Подібні світильники створюють яскраве освітлення різних кольорів, а також здатні змінювати свою форму, що дає можливість використовувати їх у разі створення специфічного малюнку на будівлі.

Люмінесцентні світильники є набагато більш потужними джерелами світла. Саме це дозволило застосовувати їх для створення повного освітлення будівлі. Подібні пристрої добре підходять для освітлення високих будівель, однак їх не доцільно використовувати в якості декоративного підсвічування, оскільки зовнішній вигляд таких світильників є досить застарілим і непривабливим.

Самим останнім і досконалим варіантом світильників для створення архітектурного підсвічування фасадів будівель є світлодіодні стрічки. Такі світильники характеризуються високою потужністю і великою яскравістю. Вони економічні, прості в установці, а завдяки розміру здатні використовуватися для створення прихованого підсвічування. Крім того

світлодіодні стрічки набагато більш зручні в монтажі: немає особливої необхідності в додатковому укрітті допоміжного освітлювального обладнання. Декоративними можливостями є створення світлового випромінювання різного кольору.

Особливим різновидом архітектурного підсвічування фасадів будівель є рухоме підсвічування. Такий засіб освітлення передбачає зміну кольору підсвічування. Такий тип підсвічування створюється найчастіше за допомогою світлодіодних стрічок і прожекторів.

Також серед інструментів впровадження нових технологій у освітленні є світлодіодні світильники. Вони управляються за допомогою персонального комп'ютера з встановленим на ньому спеціалізованим програмним забезпеченням або за допомогою DMX-пульта, що дозволяє інтегрувати систему зовнішнього освітлення в загальну систему управління будівлею. Такі особливості світлодіодних світильників дозволяють легко керувати силою світлового потоку залежно від рівня природної освітленості, створювати медіафасади.

Система проектування та управління світлодинамічного освітлення є сучасною тенденцією використання художнього освітлення в архітектурі. Відомо що вона являє собою програмно-апаратний комплекс, в який входять:

1. Засоби створення і редагування тривимірних сцен освітлення з використанням імпортованих 3D-моделей освітлюваних об'єктів і керованих джерел світла, які можуть бути монохромними і кольоровими, володіти різною геометрією – точкові, лінійні, матричні. Джерела можуть бути звернені до спостерігача або «залити» світлом архітектурну модель.

2. Редактор сценаріїв, що дозволяє задавати будь-які відеоефекти для кожного учасника сцени, об'єднувати їх у групи, встановлювати тривалість і виробляти накладення ефектів на кадри з використанням багатопланової структури.

3. Генератор ефектів в режимі реального часу відображає 3D-модель світлодинамічної композиції згідно заданого сценарію і формуючого потоку управління для світильників, що включені в систему.

4. Конфігуратор, що забезпечує призначення адрес для окремих світильників та їх груп після монтажу системи.

5. Апаратна частина системи управління, що представляє собою ієрархічно організовану мережу, яка підключається до комп'ютера. Вона включає в себе конвертер, повторювачі та розгалужувачі (сплітери), які поступово зменшують швидкість передачі даних для кінцевих пристроїв.

Також одною з найсучасніших тенденцій використання художнього освітлення в архітектурі є створення медіафасадів.

Медіафасад – це повноколірний відеоекран, який може бути інстальований практично на будь-яку поверхню будівлі. Він призначений для візуалізації інформації у формі графіки, показу відеороликів, трансляції телевізійного сигналу, створення динамічного підсвічування будівлі.

Особливістю використання медіафасадів є поєднання дизайну самої будівлі з яскравим інтерактивним освітленням. Це означає принципово новий підхід до взаємодії будівель і споруд з навколишнім середовищем. Медіафасад

надає будівлі надзвичайно красивий вигляд, а також несе в собі потужне інформативне навантаження. Світлодинамічний медіафасад реагує на мінливість погоди, напрямок і швидкість вітру, час доби.

Висновки

Використання художнього освітлення в архітектурі забезпечує комплексне вирішення світло композиційних задач на основі пропорціонування світла за кількістю та якістю в міському просторі, гармонізації параметрів випромінювання усіх освітлювальних установок, що приймають участь у формуванні конкретного світлового простору і світлового образу об'єктів, функціонального, архітектурного і світло інформаційного освітлення. Таким чином, якісне освітлення – це не лише ефективність, нешкідливість для навколишнього середовища, але й забезпечення світлового комфорту, настрою, безпеки та підкреслення художнього образу об'єкту.

Список літератури

1. Жаган В. Ілюмінація об'єктів / В. Жаган. пер. з пол. – Львів: ЕКОінформ, 2006.– 242 с.
2. Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование городской среды / В.Т. Шимко. – М.: «Архитектура-С», 2006. – 384 с.
3. Волоцкой Н.В. Светотехника / Н.В. Волоцкой. – М.: Стройиздат, 1979. – 142 с.
4. Дамський А.І. Электрическое освещение архитектуры города / А.І. Дамський. – М.: Стройиздат, 1970. – 300 с.
5. Казаков Г. В. Сучасна світлова архітектура: підручник / Г. В. Казаков – Л.: Растр-7, 2010. – 620 с.

ВПЛИВ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ НА УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

У статті висвітлені актуальні проблеми впливу нормативно-правової бази в архітектурі та містобудуванні, а також підкреслено важливість їх вирішення для створення прийнятних умов для існування людини

Створення оптимального середовища життєдіяльності людини – найвища мета архітектури та містобудування, яка втілюється в проектах, а згодом – і в будівництві. Якість середовища оцінюється тим, наскільки воно віддзеркалює потреби людини та суспільства, які, зокрема, відображаються в державних нормативах, правилах планування і забудови міст. Тому що саме від того, наскільки чіткою буде нормативна база, залежить впровадження в життя головного принципу будівництва – відповідати постійно зростаючим потребам людини у житті та діяльності. Проектування є одним з найперших процесів оцінки та перевірки якості нормативів щодо середовища і його окремих елементів, які пропонуються за результатами наукових досліджень до затвердження у вигляді будівельних норм та інших регламентуючих документів.

На сьогодні архітектурно-будівельна діяльність являє собою надзвичайно складну сукупність різних напрямків інженерно-технічної думки, яка не поєднується загальними принципами формування норм, нормативів і нормування взагалі. Але ж від цього залежить подальший ефективний розвиток суспільства.

Якість міського середовища багато в чому залежить від кваліфікації фахівців у галузі містобудування, територіального планування та архітектури. При підготовці фахівців у сфері архітектури та містобудування слід особливо зосередити увагу на викладанні їм основ теорії норми як у філософському, так і в прикладному аспектах, що дозволить:

- уникнути помилок, подібних до припущених в минулому та сьогодні;
- підготувати спеціалістів, які б адекватно тлумачили процес нормування в архітектурі та містобудуванні;

Архітектурно-містобудівна нормологія має стати однією з провідних навчальних дисциплін у вищій школі.

Отже, всі види архітектурно-містобудівної діяльності (в її сучасному вигляді) повинні бути спрямовані на формування, втримання і розвиток архітектурно-містобудівної цілісності як основи її системності:

- наука – наукові основи, прогнозування, методологічне, методичне і нормативне забезпечення цілісності;
- проектування – конкретне проектне втілення цілісності і будівельна документація;

- будівництво – втілення і збереження цілісного уявлення;
- освіта – відтворення цілісності професії;
- управління – програмування, планування, контроль цілісного виконання соціального замовлення.

Архітектурно-містобудівна нормологія має стати однією з провідних навчальних дисциплін у вищій школі.

Теоретичні положення архітектурно-містобудівної нормології до впровадження в практику мають бути перевірені, передусім, з застосуванням системи моніторингу методів системного моделювання, методів експериментального проектування і будівництва, результати яких мають стати основою аналізу та оцінки якості нормативних обмежень щодо створення гармонійного міського середовища. Тільки так можна оцінити позитивні якості та недоліки, які стосуються тих чи інших обмежень щодо середовища існування людини.

На стадії експериментального проектування вже можна оцінити, наприклад, ті недоліки, які стосуються об'ємно-планувальних параметрів складових елементів середовища.

В зв'язку з цим на основі даних, отриманих за результатами проведення експериментального проектування, можна вносити корективи у сформовані на основі наукових досліджень нормативні вимоги до об'ємно-планувального та функціонального вирішення тих чи інших елементів середовища або їх складових.

Діяльність зі створення середовища існування людини регламентується великою кількістю документів різного рівня. Це й закони України, постанови і розпорядження Уряду, а також документи різних відомств, в числі яких будівельні норми, стандарти, технічні умови, санітарні правила, інші санітарно-гігієнічні нормативи, кошторисні правила і норми тощо.

Враховуючи це, сьогодні гостро постало питання про впорядкування нормативно-правової бази у будівництві.

Передусім, слід визначити види регламентуючих документів, які повинні складати структуру нормативно-правової та нормативно-методичної бази будівельної галузі взагалі та архітектурно-містобудівної діяльності зокрема. Основною метою регламентуючих документів у сфері архітектурно-містобудівної діяльності є визначення кількісних і якісних параметрів середовища існування людини, спрямованих на захист і забезпечення реалізації її потреб, як фізіологічної та соціальної істоти.

Сьогодні питання нормування та стандартизації у будівництві регламентуються системою нормативних документів, до складу якої входять: будівельні норми, стандарти, правила, інструкції тощо.

На сьогодні існують державні будівельні норми, відомчі будівельні норми та регіональні (мається на увазі – територіальні) будівельні норми. Практика розроблення будівельних норм поки що не має прикладів створення територіальних будівельних норм, які регламентували б аспекти формування середовища на рівні окремих територіальних одиниць країни.

Крім зазначених регламентуючих документів, які затверджуються або погоджуються центральним органом виконавчої влади у сфері нормування у

будівництві, є цілий ряд інших регламентуючих документів, без яких неможливо сформувавши повноцінне середовище існування людини. Зокрема, це державні санітарні норми і правила, санітарно-гігієнічні та санітарно-протиепідемічні правила і норми та інші санітарні норми, правила, в тому числі гігієнічні. Відносно недавно нормативно-правова база в будівництві поповнилася ще одним видом регламентуючих документів – технічним регламентом з підтвердження відповідності, поява якого продиктована переходом економіки на ринкові засади господарювання, запровадження яких створило умови для проникнення на внутрішній ринок держави не завжди якісної продукції, в тому числі і будівельної. Отже, “технічний регламент з підтвердження відповідності – нормативно-правовий акт, затверджений Кабінетом Міністрів України, в якому містяться опис видів продукції, що підлягає обов’язковому підтвердженню відповідності, вимоги безпеки для життя та здоров’я людини, тварин, рослин, а також майна та охорони довкілля, процедури підтвердження відповідності цим вимогам, правила маркування і введення продукції в обіг.

Таким чином, нормативно-правова база діяльності будівельного комплексу складається з двох великих груп регламентуючих документів: 1) нормативно-правові акти, до яких належать закони України, укази Президента України, постанови і розпорядження Кабінету Міністрів України, будівельні норми різних рівнів (загальнодержавного, відомчого і територіального), санітарно-гігієнічні норми і правила, технічні регламенти з підтвердження відповідності, інші рішення центрального органу виконавчої влади у сфері будівництва, містобудування та архітектури, місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування та які є обов’язковими до застосування; 2) нормативні документи, до яких належать стандарти, кодекси усталеної практики і технічні умови та які є добровільними до застосування.

Аналіз існуючої на сьогодні ситуації у сфері нормування в архітектурно-містобудівній діяльності свідчить про те, що давно назріла необхідність систематизувати напрацьований в теорії та практиці архітектури та містобудування досвід і виробити обґрунтовані методологічні основи нормування міського середовища та його елементів на основі вітчизняного та зарубіжного досвіду. Особливо слід зазначити, що на сьогодні нормативно-правова база, спрямована на формування міського середовища, формується за проблемно-галузевими напрямками, що є неприпустимим з огляду на все більшу розгалуженість наукових знань про середовище існування людини та постійний розвиток комплексу вимог суспільства до матеріально-просторового середовища.

На основі аналізу наукових досліджень у сфері нормування міського середовища, а також стану сучасної бази нормативно-правових і нормативних документів у будівництві визначено необхідність створення нового напрямку наукових досліджень в теорії архітектури та містобудування – архітектурно-містобудівної нормології – науки про норму та її розвиток, яка вивчає рівень пізнання норми людиною, на основі якого розробляються нормативи для застосування в архітектурно-містобудівній діяльності під час створення середовища для життєдіяльності людини. Архітектурно-містобудівна

нормологія має стати інтегруючим напрямком наукових досліджень, який сконцентрує в собі всі напрацювання багатьох галузей науки для використання та подальшого розвитку їх у створенні єдиної системи нормотворення – основи формування середовища існування людини. Основними завданнями

Висновки

Таким чином, підсумовуючи, слід відзначити, що проблеми, які повинна вирішувати архітектурно-містобудівна нормологія, а саме – створення прийняттого середовища для існування людини, забезпечення належного рівня життя населення, - що є джерелом політико-соціально-економічної стабільності в державі, а отже проблемами пріоритетного загальнодержавного значення, а нормативно-правова база в архітектурно-будівній сфері повинна стати підґрунтям у вирішенні питань щодо формування безпечного та сприятливого для життя і діяльності людини середовища.

Список літератури

- 1.Омельяненко М.В. Теорія та практика нормування в архітектурі //Сучасні проблеми архітектури та містобудування. Вип. 2. – К.: КДТУБА, 1997. – С. 30-33.
- 2.Барзилович Д.В., Омеляненко М.В. Визначення понять основних регламентуючих документів у нормотворчій діяльності у будівельній галузі //Будівництво України. – 2003. - № 7. – С. 17-18.
- 3.Дьомін М.М., Омеляненко М.В. Актуальні питання удосконалення нормативно-правової бази формування міського середовища // Містобудування та територіальне планування. Вип. 19. – К.: КНУБА, 2004. – С. 81-88.
- 4.Закон України «Про архітектурну діяльність».
- 5.Закон України «Про підтвердження відповідності».

ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖІ ГЕЛІПОРТІВ

Анотація: актуальність проблеми забезпечення транспортних зв'язків, розміщення геліпортів в місті, аналіз останніх досліджень, висновки.

Ключові слова: мережа, геліпорти, розміщення в структурі міста,

Останнім часом у світі все більше розвиваються новітні тенденції в транспортному забезпеченні, які вимагають рішення таких задач як: прискорення темпів життя, глобалізація процесів цивілізації, новітні конструктивні рішення націлені до міжпланетарних ідей, винахід авто з реактивним двигуном і т.п. Інтенсивно розвивається міський транспорт, але мережа автомобільних доріг практично не придатна для забезпечення транспортних зв'язків з високими швидкостями, комфортом і безпекою, у зв'язку з низькою пропускнуою здатністю вулиць, поганою якістю дорожнього покриття і низькою інших причин, що призвело до кризової транспортної ситуації.

В даний час по діючому Генплану м. Києва на період до 2020 року розробленого відповідно до розпорядження Київської міської адміністрації від 16.03.98 № 542 прогнозувалося, що в 2020 р. в Києві буде 800 тис. автомобілів. Вже зараз у місті налічується автомобілів більше 1 мільйона і очікується, що до 2025 р. ця цифра подвоїться. Якщо 20 років тому в Києві було 250 тисяч приватних машин, то в даний час їх налічується близько 1 мільйона. Затверджені в минулому столітті чотири генеральних плану забудови міста Києва (1936, 1949, 1967, 1986 р) на практиці показали, що кількість жителів міста, в трьох випадках з чотирьох, істотно перевищують закладені показники вже на 5 - 7 - й роки утвердження відповідають генплану. Радянські нормативи забезпечення населення автомобільним транспортом визначалися з розрахунку: 1 автомобіль на 1000 жителів, що обумовлювало будівництво відповідної транспортної інфраструктури. Тільки з прийняттям ДБН 360-92 ** норми збільшилися до 200-250 машин на 1000 жителів, а реальний стан у Києві на сьогоднішній день більше 370 автомобілів на 1000 жителів і їх кількість продовжує збільшуватися.

Альтернативою наземному та водному транспорту в місті може служити повітряний транспорт, зокрема - гелікоптери.

В наш час гелікоптерний транспорт розвинений ще недостатньо, однак обсяг перевезень гелікоптерами постійно зростає і є всі підстави вважати, що він займе одне з провідних місць в системі міського транспорту.

В розумінні слова «геліпорт», включає:

- посадкові майданчики для гелікоптерів в системі міста на транспортних вузлах
- на дахах житлових та громадських будівель,

крім посадкових майданчиків для гелікоптерів в системі аеропортів (з будівельно-охороною зоною); майданчиків (з обмеженою будівельно-охороною зоною) на пристосованих землях, на річкових та морських акваторіях.

За призначенням геліпорти, можуть бути сформовані як:

- медичні, пеніциарні,
- пожежні,
- спецтранспортні (для перевезення антикваріату),
- поштові,
- туристичні,
- спортивні,
- рекреаційні (в заповідні зони),
- військові,
- мисливські,
- міського транспорту (таксі),
- урядові,
- МНС.

У 2012 році в Києві в районі Паркової дороги на схилах річки Дніпро побудован геліпорт. Його висота визначена посадочною висотою гелікоптера, місце розташування обумовлено заборонаю польоту над містом, і дозволом польоту над річкою. Загальний розмір геліпорту - 115 на 50,45 м, де розташувалися два майданчики для прийому гелікоптерів. Геліпорт, який входить в перелік об'єктів інженерної та транспортної інфраструктури, присвоєно клас Н-3. Він розрахований на прийом важких гелікоптерів вагою до 13 тонн. Основною функцією нового геліпорту є прийом і відправка гелікоптерів, обслуговування чартерних рейсів. Крім цього, центр може бути використано для прийому офіційних делегацій, щоб уникнути пробок на столичних автошляхах.

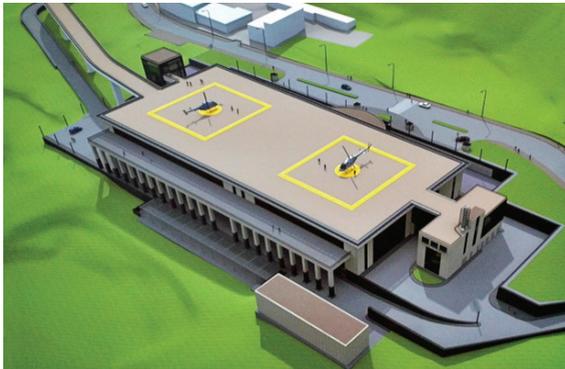


Рис. 1. Макет геліпорту на Парковій аллеї в м.Києві



Рис. 2. Вид на геліпорт на Парковій аллеї в м.Києві

За даними засобів масової інформації київська державна адміністрація виділила ще 16 місць в місті під забудову геліпортів.Таким чином, скоро в місті буде мережа медичних геліпортів. Згідно з документом, геліпорти плануються побудувати:

1. на проспекті Бажана, 12А (біля клініки "Борис");
2. на Харківському шосе, 121 (біля Київської міської клінічної лікарні 1);
3. на Броварському проспекті, 15(біля Міжнародного виставкового центру);
4. на вулиці Алішера Навої,3(біля Київської міської дитячої клінічної лікарні 2);
5. на вулиці Богатирській, 30 (біля міської клінічної лікарні)
6. на вулиці Кондратюка, 8 (біля Київської міської клінічної лікарні 8);
7. на вулиці Шовковичній, 39/1 (біля центральної міської клінічної лікарні);
8. на Спортивній площі, 1 (біля Національного спортивного комплексу "Олімпійський");
9. на вулиці Підвисоцького, 4А(біля Київської міської клінічної лікарні 12);
10. на вулиці Мостицькій, 11 (поруч з площею близько пологового будинку);
11. на вулиці Котельникова, 95 (біля Київської міської клінічної лікарні
12. на проспекті Комарова, 3(біля Київської міської клінічної лікарні 6);
13. на вулиці Шолуденка, 26-28/4(біля стадіону "Старт");
14. на вулиці Солом'янській, 17 (біля Київської міської клінічної лікарні 4);
15. на вулиці Баговутівська, 1 (біля Київської обласної клінічної лікарні);
16. на вулиці Дегтярівській, 23 (біля Київської міської дитячої інфекційної лікарні).

Але якщо в нашій країні тільки починається побудова геліпортів у центрі міста, то в більш розвинутих країнах світу проблема парковки гелікоптерів вельми актуальна, де останнім часом піднімається хвиля протесту проти польотів гелікоптерів у густонаселеній місцевості.

Висновки

Будівництво геліпортів - це перспективний напрям у вирішенні транспортних проблем в місті, але майже відсутня нормативно-правова база щодо їх проектування.

Список літератури

1. Луканин В. П. и соавт. 2001. *Автотранспортные потоки и окружающая среда*
Москва: Инфра-М. 645.
2. Гречух О. Я. и соавт. 2011. *Стратегии урбанистического будущего Киева. Сборник общественных дискуссий, статей, интервью и проектов*
Киев: представительство фонда им. Гайнриха Бьоля в Украине. 182 с.
3. Киевская городская государственная администрация. *Стратегия развития Киева к 2025 года. 2011 иев: КГГА. 72 с.*
4. ДБН-360** 2002. *Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных мест. Киев.*

*Н.К. Бут, старший преподаватель
(Национальный авиационный университет, Украина, м.Киев)*

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Речная сеть наиболее уязвимым элемент природного ландшафта города. Эти территории являются обязательным, неотъемлемым и многофункциональным компонентом урбогенной и техногенной среды.

В начале XXI века произошло масштабное переосмысление функциональной насыщенности приречных пространств. Быстрыми темпами происходит осознание высоких достоинств и особенностей подобных территорий. Тенденция ревитализации береговых участков, создания системы общественно доступных и композиционно выразительных пространств и их архитектурно-ландшафтная организация стала очевидной в последние годы.

Точкой отсчета осознанного и планомерного исторического формирования приречной территории можно назвать 18 век, когда «в связи с перестройкой провинциальных городов, предпринятой Комиссией строения И. И. Бецкого, развернулось значительное по тем временам строительство набережных» [1].

«Набережная – особый вид открытого городского пространства линейной конфигурации, примыкающего к берегу водоема, включающий в себя: а) берегозащитные сооружения; б) пешеходный озелененный бульвар; в) проезжую часть улицы; г) фронт застройки общественно-рекреационного, жилого назначения» [2]. Определение, данное А. Г. Большаковым в 2009 году, свидетельствует об окончательно сформировавшемся понятии набережной, как линейной структуры, развивающейся параллельно реке или водотоку.

Двумя десятилетиями ранее (1991 г.) А. П. Вертунов дал другое определение: «набережные – это объемно-планировочные комплексы у водоемов, занимающие значительны городские территории. Они непосредственно связаны с городской застройкой и акваторией. Комплекс набережной включает общественные сооружения, жилые здания, естественный или искусственно создаваемый прибрежный ландшафт, а также подземные и наземные инженерные сооружения и оборудование» [3]. Считается, что эти определения обозначают один и тот же элемент городской структуры – набережную, т.е. «на берегу», но по факту – это абсолютно разные пространственные образования.

В исследовании А. Г. Большаков использует такое понятие, как «вдоль береговая улица».

Это объясняет сформированное пространственное развитие приречной территории: бульвар – линейная структура, транзитные транспортные связи имеют «вдоль береговое развитие», и ограничивается это «фронтом застройки» – столкновением с плотно застроенным пространством. Структура

параллельного «вдольберегового» развития породила такую проблематику, как отрезание реки от общегородской структуры, функциональную не догруженность и малоэффективность приречных территорий, их заброшенность и размещение транспортных магистралей на набережных, ограничивающих пешеходную доступность.

Но в современном мире с безудержным развитием технологий и возрастающими возможностями изменилось восприятие и представление о пространстве.

Активная информационная наполняемость, сложные взаимодействия между медиа и городской средой приводят к созданию пространств с новыми качествами: виртуальными, динамичными, «климатическими» и др.

По существу, «вдольбереговое» развитие не включает реку в общую ткань города, а наоборот, развивается параллельно, и река воспринимается лишь вскользь. Предлагаемая линейная структура приречного пространства с линейной организацией пешеходного бульвара, полосы озеленения, транзитной парковой дороги, снова пешеходного променада, завершающаяся «фронтом» застройки – это путь не к реке, а полосы сплошных препятствий, с развитием параллельного водной акватории пространства. Поэтому, если уж стоит на современном этапе градостроительного развития задача включения реки в общегородскую структуру, то путь преодоления отрезанности реки подразумевает более смелое (активное) внедрение реки в структуру города. Для этого вводится понятие ПАФ (приречная активность формирования). Это своеобразные «проколы» городской ткани, обеспечивающие контакт урбанизированного пространства с природным, путем преодоления «отрезающих» пространств.

Для более детального рассмотрения и анализа структуры развития приречной территории были выбраны приречные пространства центральной части следующих исторических городов: столицы, как показатели перспективных тенденций развития, Киев и Париж, и региональные центры – Ужгород и Мукачево. Общие характеристики и исходные данные исследуемых городов позволили провести параллели в функционировании городских образований, их численных характеристиках, схожести географической ситуации. «Развертывание» приречного пространства и анализ размещения архитектурных объектов, а также организации общественных пространств в приречной зоне на примере европейских городов позволили определить их равномерное распределение вдоль береговой линии. В украинских городах наблюдаются промышленные пятна, дерегенирующие приречную ткань.

На примере исследуемых городов, был проведен анализ динамики численности населения, который позволил выявить периоды спада в каждом городе.

Функциональный анализ архитектурных объектов помог сделать вывод, что основные отдельно стоящие объекты, влияющие на развитие ПАФ, носят культурную функцию (театр, музей, библиотека, выставочный комплекс), а комплексные объекты имеют деловую функцию в качестве преобладающей и носят много функциональный характер (бизнес-Сити,

спортивный комплекс, рекреационно-досуговый комплекс: деловая, досуговая, культурная, спортивная, торговая функции и общественного питания).

Изучение взаимосвязи архитектурных объектов регенерации с рекой и отражение пространственного решения на размещение в приречной зоне показало, что почти все функционирующие общественные пространства отрезаны от реки транспортными коммуникациями. Они не используют свое преимущество размещения в приречной зоне города, что занижает эстетические качества подобного пространственного решения и снижает функциональную вариативность использования.

На примере мирового опыта развития приречных пространств, прослеживается важная роль коммуникативных объектов (пешеходных мостов) в задаче формирования приречной активности, а также создание разно-уровневых пространств с целью преодоления транспортных препятствий.

Для приречной активности характерно комплексное формирование пространства, сопровождаемое размещением значимого архитектурного объекта или группы объектов в естественно или искусственно созданном прибрежном ландшафте.

Активность имеет обратную зависимость от расстояния. Чем дальше от центра города, тем выше должна быть активность и наоборот [3]. Это связано, прежде всего, с тем, что в центральной части приречная активность дополняется близлежащими социально-значимыми объектами, насыщающими центр города, в периферийной части компенсация происходит за счет автономности организуемой структуры, которая должна во многом себя обеспечивать сама в силу увеличения расстояний до сопутствующих объектов.

Таким образом, посредством ПАФ, которое отражает состояние активной востребованности городского приречного пространства, сформированное объектами социально – функционального назначения, служащими центрами притяжения для городского населения, обеспечивается взаимосвязь городской ткани с рекой, организуется доступ жителей к водным пространствам. Возвращаясь к началу статьи, следует отметить, что определение данное А. П. Вергуновым относилось именно к пространствам приречной активности, а не к набережным в современном понимании градостроительного развития.

Выводы

Городская середина достигается созданием образа, который в свою очередь формируется на общедоступных пространствах, где демонстрирует динамику городской жизни, то есть места разных активных действий. В современном городе происходит интенсивное сокращение открытых городских пространств, «уплотнение» застройки, активное развитие транспортной инфраструктуры. В этой связи ПАФ позволяет выработать городу свой уникальный профиль и обеспечить пространственную взаимосвязь города с рекой, создать композиционно развитое и функционально насыщенное общественное пространство с формированием

выразительного образа и высокими эстетическими качествами в отличие от набережных.

Список литература

1. Саваренская, Т.Ф. История градостроительного искусства. Поздний феодализм и капитализм [Текст] : [учеб. для архит. спец. вузов] / Т.Ф. Саваренская, Д.О. Швидковский, Ф.А. Петров. - М. : Стройиздат , 1989. - 390с.
2. Большаков, А.Г. Проектирование городской набережной [Текст] : учебное пособие / А.Г. Большаков. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2009. – 120 с.
3. Вергунов, А.П. и др. Ландшафтное проектирование [Текст] : Учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 1991. - 240 с.

*Н.К. Бут старший преподаватель, Ю.Д. Парфенюк, студент
(Национальный авиационный университет, Украина, м.Киев)*

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ ЯХТ – КЛУБІВ В УКРАЇНІ

Проведен анализ яхт-клубов расположено по всему Днепру и Черному морю, который выявил тенденции кнеобходимость в современных водных комплексах, которые были бы способны решать все вопросы по обслуживанию и предоставлению необходимых услуг судовладельцам.

Актуальность исследования заключается в том, что в последнее время возрастает популярность строительства яхт-клубов с развитой инфраструктурой и зачастую не существует точной картины состояния рынка на данный момент. В настоящее время предложение на рынке яхт-клубов достаточно разнообразно. И для формирования конкурентного проекта, необходимо обладать полной информацией о конкурентах, спектре их услуг, ценообразовании и доходности проектов. В свою очередь, данное исследование в полной мере отражает состояние рынка яхт-клубов.

За последние годы, несмотря на трудное экономическое положение, в Украине прошла новая «волна» возрождение активных видов отдыха на воде, парусного и моторного яхтинга. Изменились плавсредства, они стали инженерно-современными произведениями искусства. В связи с этим появилась необходимость в современных водных комплексах, которые были бы способны решать все вопросы по обслуживанию и предоставлению необходимых услуг судовладельцам. Украинский яхтинг находится в состоянии энергичного развития, ведь яхт-клубы относятся к элитным видам бизнеса. Много яхт-клубов расположено по всему Днепру и Черному морю, однако мало из них охватывают всю необходимую сферу услуг.

Яхт-клубы Украины обеспечивают лишь необходимый минимум услуг для обеспечения эксплуатации, текущего ремонта и хранения судов. Поэтому нами предложены проекты, которые отражают инфраструктуру европейского уровня, опираясь на анализ существующего состояния объектов в Украине.

Необходимо отметить, что на данный момент в Украине не существует какой-либо нормативной базы, помогающей архитекторам при проектировании яхт-клубов. В настоящее время данной теме архитектурной наукой не уделяется должного внимания: не существует как таковой типологии яхт-клубов, нет четкого функционального состава помещений клуба, не отработана строгая терминология, заимствованные западные слова и обороты не могут дать четкого определения понятия, зачастую стороны, участвующие в процессе, не могут адекватно понять друг друга. В связи с этим при проектировании архитектор сталкивается с рядом существенных проблем и трудностей [1].

Поэтому анализ проектируемых объектов мы начали с истории формирования их на территории Украины.

Старейший в Украине яхт-клуб основан в Николаеве в 1887 году по инициативе адъютанта Главного командира Черноморского флота и портов Е. Голикова, историка Н. Аркаса, ученого В. Рюмина. Для его создания был выделен прибрежный участок в Спасске - пригороде Николаева. В апреле 1904 года на территории яхт-клуба появляется дорожка для игры в кегли, площадка для лаун-тенниса и открывается первая в Николаеве школа плавания, где тренерами становятся отставной морской офицер П. Андросов, а в женской группе Е. Задорожная.

Рассмотрен зарубежный и отечественный опыт проектирования и строительства показывает, что архитектуре яхт-клубов, присущ такой стилистическое направление как технологизм. Для технологизма характерна архитектура, выраженная инженерными средствами. Здания яхт-клубов трактуются как технологические объекты обслуживания судов. Сегодня нам в Украине нужен не только просто причал или стоянка яхт. Используя полученный и накопленный зарубежный опыт, можно утверждать, что современный яхт-клуб - это водно-спортивный комплекс, основной целью деятельности которого является развитие яхтинга в стране, организация сервисного обслуживания парусных и моторных яхт, развитие яхтенного туризма а также спортивно-оздоровительная работа среди молодежи и широких слоев населения.

Такой современный, водно-спортивный комплекс должен предоставлять следующие услуги владельцам яхт: предоставление парковочных яхт, текущий ремонт и сервисное обслуживание яхт, а также предоставление VIP услуг судовладельцам.

В функции рекреационных яхт-клубов входит предоставление населению различных услуг и форм досуга. В зависимости от характера досуга, особенностей предоставляемого сервиса рекреационные яхт-клубы классифицируются как: развлекательный, туристический, обучающий, отель.

Как спортивные, так и рекреационные яхт-клубы могут разделяться по этому типу классификации – «возрастная категория»: на взрослые, детские яхт-клубы и семейные (смешанные), с последующим делением по функциональному назначению. Например: спортивный детский яхт-клуб или туристический яхт-клуб для взрослых. В яхт-клубах в классификации по функциональному признаку в категории «рекреационный яхт-клуб» часто можно встретить семейную (смешанную) классификацию по данному возрастному основанию. Чаще всего можно встретить яхт-клубы, в большем процентном соотношении, ориентированных на взрослых, но при себе имеющие подразделения для обучения детей. Это связано с функционально-эксплуатационной особенностью яхт-клуба рекреационно-развлекательного типа [2].

Вполне очевидно, что от типа судов зависит тип сервиса и предоставляемых услуг. Так в 1 категории обслуживаются рыбацкие суда и суда до четвертьтонного класса, при наличии оборудованного кемпинга под эту категорию вполне может попасть рекреационно-туристический яхт-клуб. Если предположить, что необходимо обеспечить некую транспортную взаимосвязь между рекреационно-туристическими яхт-клубами для плановых

и внеплановых маршрутов, и необходимо организовать некую сеть, то для этих целей вполне может подойти яхт-клуб, организованный по 1 категории сервиса и предоставляемым услугам. В данной ситуации 2 и 3 категории экономически не обоснованы для данной сети яхт-клубов.

Основой для формирования яхт-клубов на территории Украины является слияние имеющихся на данный момент двух тенденций в развитии водно-спортивных комплексов.

Приведенная выше характеристика формирования яхт-клубов и предложенные проектные варианты позволяют авторам сделать вывод, что рациональное размещение объектов является важным фактором в обеспечении яхтсменов полной сферой услуг, сервисным обслуживанием и влияет на его рентабельность. Следует обращать внимание, что местоположение стоянки диктует ее будущее функциональное назначение.

Определение яхт-клуба, как «организации, культивирующей парусный спорт», устарело и недостаточно. Сегодня в Украине нужен не просто причал или стоянка для яхт. Ностальгически лелея воспоминания о разогретом на спиртовке перловом концентрате, мы всё же рассчитываем на радушный приём, хороший сервис, вкусную еду и развлечения по полной программе. И такие яхт-клубы (себе в прибыль, и яхтсменам на радость) строятся, модернизируются, совершенствуются, привлекая всё больше людей творческих, неравнодушных, одаренных желанием и умением делать жизнь лучше.

Выводы

Яхт-клуб», как организация, может представлять достаточно крупный и многофункциональный комплекс, включающий в себя кроме стоянки для судов, их зимнего хранения и ремонта, еще и торгово-развлекательный центр с развитой инфраструктурой и спортивными сооружениями. Современный яхт-клуб культивирует не только парусный спорт, но представлен сегодня и моторной техникой. Как показывает анализ опыта проектирования, строительства и эксплуатации отечественных и зарубежных яхт-клубов, если под «яхт-клубом» подразумевается некая организация, которая включает в себя акваторию, участок суши, причалы, стоянки, эллинки и основное здание или комплекс зданий и сооружений, управляющая этим большим и хлопотным хозяйством, то перед нами марина в своем сформированном виде.

Список литературы

1. ДБН 360-92**. Містобудування. Планування та забудованіських та сільських поселень. – Назаміну ДБН 360-92*. – Введені 01.01.2003. - К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2002.

2. Ежов В.И. Архитектура общественных зданий и комплексов: моногр. / В.И. Ежов, С.В. Ежов, Д.В. Ежов под ред. В.И. Ежова. – К.: ВИСТКА, 2006. – 379 с.

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ УНІВЕРСИТЕТІВ ТРАНСПОРТУ

Робота присвячена питанню особливостей архітектурно-планувальної організації транспортних ВНЗ, зокрема авіаційних університетів. Визначаються спільні та відмінні риси, притаманні багатопрофільним та спеціалізованим транспортним навчальним закладам, а також фактори під впливом яких вони формуються.

Вдала архітектурно-планувальна організація навчального закладу являється основою для ефективного функціонування навчального процесу. Саме від організації внутрішнього та зовнішнього простору навчального комплексу залежить зручність його експлуатації, перспективність розвитку та презентація самого навчального закладу. Вона тісно пов'язана з естетикою комплексу будівель і формує його образ під впливом сучасних тенденцій.

Архітектурно-планувальна та територіальна організація університетів формується на загальних принципах, притаманних всім учбовим комплексам. Одним з останніх досліджень, проведених за даною тематикою, являється праця Солобай П. А. "Типологічні основи формування архітектури вищих навчальних комплексів", де визначається типологічна структура ВНЗ, сформована групами допоміжних та навчально-виробничих приміщень. Композиційна структура ВНЗ змінювалась поруч з його історичним розвитком. Перші університети мало чим нагадують сучасні освітні комплекси. Все це зумовлено зростаючими вимогами до площі навчальних аудиторій, технічного оснащення, а також забезпеченням активного студентського життя.

Згідно з діючими нормативними документами навчальний комплекс формується навчально-науковою, фізкультурно-спортивною, клубно-видовищною, адміністративною, службовою, підсобною групами приміщень, а також навчальними кабінетами, лабораторіями та аудиторіями. Реалізація гармонійного співіснування вищевказаних зон та внутрішнього простору навчального закладу досягається використанням загальних планувальних структур характерних для всіх без виключення ВНЗ. Питанням територіальної схеми генерального плану навчальних закладів в залежності від їх розміщення в структурі міста займався Г. Цитович. В своїх роботах він визначає поняття віялоподібної, центричної, багатокерової та лінійної схем зонування території навчального закладу.

Для технічних вузів характерна загальноосвітня підготовка на перших роках навчання. Відповідно виникає необхідність забезпечувати аудиторіями для практичних занять та лекційними аудиторіями в більшій мірі ніж спеціалізованими. Адже вузька спеціалізація, зокрема авіаційного профілю, запроваджується здебільшого після другого року навчання. Саме тут виникає

потреба в забезпеченні науково-технічними лабораторіями, полігонами для практичних занять. Кожен із транспортних університетів повинен бути оснащений специфічними профільними аудиторіями, адже для кожного навчального напрямку технічне обладнання відрізняється як за розмірами, так і умовами експлуатації.

Авіаційний університет тяжіє до полігонів для практичних занять. Тому при проектуванні необхідно враховувати також розміщення його відносно транспортних вузлів. На сьогоднішній день актуальним стає будівництво нових ВНЗ за межами міста. Такий підхід вигідний з економічної точки зору, адже будівництво нових комплексів в умовах щільної забудови міста стає надзвичайно дорогим. У той же час розміщення на околицях крупних міст дає можливість зосередити усі сили на об'єднанні навчальних полігонів та аудиторій для практичних занять, створити комфортні умови проживання та відпочинку студентів. Існує практика кооперування декількох університетів в цілі студентські містечка за межами великих міст.

Питанню розміщення вузу в умовах щільної міської забудови приділялась значна увага в роботах сучасних науковців. Пропонувалося ущільнити території університетів за рахунок розбудови існуючих будинків, кооперування декількох навчальних закладів шляхом їх блокування із суміжним використанням спільних інженерних комунікацій. Як уже зазначалося, території багатьох вузів в великих містах України мають бути збільшені в декілька разів. Збільшення кількості навчальних площ на сьогоднішній день здійснюється в основному за рахунок рекреаційних зон університетів, що не завжди є вдалим. Також пропонувалося використання компактних архітектурно-планувальних рішень навчальних корпусів та підвищення поверховості будинків. Важливо застосовувати сучасні ефективні економічні рішення, що дадуть можливість будувати в стиснуті терміни з більшою ефективністю.

Сьогоднішній темп життя диктує свої умови формування учбового комплексу. Зростаюча кількість студентів та розмаїття професій, що користуються попитом у наш час формує необхідність в модернізації існуючих навчальних закладів. Під цим впливом виникають нові спеціальності в профільних вузах, колишні вузькогалузеві навчальні заклади сьогодні готують спеціалістів з кардинально протилежних спеціальностей. Так у технічних вузах виникають гуманітарні факультети і, навіть, цілі інститути. Все це, безумовно, впливає на архітектурно-планувальну структуру університету.

Структура ВНЗ авіаційного профілю з роками змінюється і на сьогоднішній день значно відрізняється від свого первісного вигляду. Постає ряд питань по ефективному формуванню авіаційного напрямку підготовки спеціалістів. Під впливом соціально-економічної ситуації на сьогоднішній день виникає необхідність розширення переліку спеціальностей, що пропонуються в спеціалізованих ВНЗ. В результаті чого в авіаційному університеті готують економістів, лінгвістів, юристів та ін. В Україні функціонує 4 університети авіаційного профілю: Національний авіаційний університет, Харківський авіаційний університет, Кіровоградська льотна академія, Харківський університет повітряних сил. Кожен із вищевказаних

навчальних закладів готує спеціалістів фахового спрямування, а також фахівців супутніх спеціальностей (Таб.1).

Таб. 1

Співвідношення фахових та супутніх напрямків підготовки в авіаційних вузах України.

	Національний авіаційний університет	Харківський авіаційний університет	Кіровоградська льотна академія	Харківський університет повітряних сил
Факультети фахового спрямування,%	55	70	65	90
Інші факультети,%	45	30	35	10

Факультети авіаційного напрямку присутні не лише в профільних авіаційних університетах. Було досліджено ряд навчальних закладів де готують спеціалістів у галузі авіації.

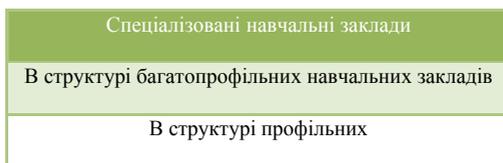


Рис.1 Факультети авіаційних спеціальностей в структурі ВНЗ

Вищевказані дані впливають на архітектурно-планувальну організацію авіаційного університету з точки зору організації навчального простору. Адже велика кількість профільних дисциплін потребує збільшення ресурсів лабораторій, тренажерів та відкритих просторів для практичних занять.

Розвиток та розширення спектру навчальних дисциплін викликає необхідність створення гнучких планувальних структур, що дають можливість створити універсальні аудиторії для різного застосування. А також аудиторії, що з часом можуть змінювати свої призначення, розміри, оснащення. Нові тенденції в організації робочого простору вже багато років ефективно використовуються в проектуванні офісних приміщень. Все більш популярні стають відкриті простори, що легко змінюються за допомогою мобільних перегородок. Таким чином, один простір використовується для багатьох цілей і легко видозмінюється при необхідності.

Ще одним варіантом збільшення навчальних площ стає збільшення поверховості корпусів. В наш час висотне будівництво набуває все більшого поширення та застосування. Якщо перші висотні будівлі створювалися як багатофункціональні торгово-офісні центри, то зараз і житлове будівництво

також заповнює нішу висотних будівель. Не виключено, що в найближчому майбутньому це стосуватиметься і університетів. Норми будівництва навчальних закладів України регламентують можливість будівництва вищих навчальних закладів до 26,5 м. Але питання земельних ресурсів з кожним роком постає все більш гостро і висотне будівництво набуває все більшого розмаху. Варто зазначити, що практика будівництва висотних навчальних закладів на пострадянському просторі вже має за приклад будівлю Московського державного університету, висота якого складає 236 метрів. Такі випадки скоріше являються виключенням з правил, але ще раз демонструють вдалість такого підходу.

Висновки

Отже, з вищевказаного можна зробити висновок, що на архітектурно-планувальну організацію університетів транспорту впливає ряд факторів. В першу чергу – це спеціалізація навчального закладу. Кожен ВНЗ вміщує як загальноосвітні навчальні аудиторії, лекційні зали, так і вузькоспеціалізовані технічні лабораторії. Слід зазначити, що для технічних вузів площа навчальних територій для практичних занять значно більша за гуманітарні, що зумовлено потребою у специфічному оснащенні.

Важливе значення також має розміщення навчального закладу в структурі міста. Цьому питанню приділялася значна увага в попередніх дослідженнях. На даний момент існують принципи схеми організації території навчальних закладів, сформовані під впливом їх розташування в структурі міста. Авіаційний університет має свої специфічні особливості. Специфіка навчальних дисциплін вимагає значних територіальних ресурсів, що впливає на формування архітектурно-планувальної та територіальної організації авіаційного університету.

Модернізація навчального процесу дає можливість для дистанційного навчання. Все більша кількість студентів здобуває освіту за допомогою мережі Інтернет, а отже зменшується навантаження на навчальні аудиторії.

Створення гнучких планувальних структур, ефективних планувальних рішень, що розвиваються та підвищення поверховості навчальних будівель розширює можливості ВНЗ, пристосовує їх до вимог сучасного процесу навчання.

Література

1. *Солобай П.А.* Типологічні основи формування архітектури вищих навчальних комплексів: Автореф. дис. д.т.н. К., 2012.-36 с.
2. *Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В., Ковальська Г.Л.* Архітектурне проектування висотних будинків. – З.:Привоз принт,2011. – 123с.
3. ДБН В.2.2-3-97. Будинки та споруди навчальних закладів. – К.,Держкоммістобудування України, 1997. – 51с.

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ФАСАДІВ КАРКАСНО-МОНОЛІТНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Широкого застосування набуває будівництво житлових будинків з використанням конструктивної схеми – монолітний залізобетонний каркас. Така конструктивна схема має ряд переваг – гнучкість планування, зменшення розходу матеріалів – за рахунок чого зменшення вартості будівництва.

З точки зору тектоніки будівлі каркасно-монолітні житлові будинки мають ряд нерозкритих резервів. Стереотип в проектуванні житла призводить до повторення зовнішнього вигляду панельних житлових будинків в каркасно-монолітних (модульність, неширокі віконні прорізи, розташовані один над одним по вертикалі). В той час як, каркасно-монолітні будинки дозволяють значно розширювати віконні прорізи, відходити від чіткого розташування вікон по вертикалі, використовувати консольні елементи зі значно більшим виносом конструкцій, тим самим збагачуючи архітектурно-художній образ будівлі.

Тектоніка передбачає зовнішню виразність внутрішніх конструкцій. Основні несучі елементи будівлі (фундаменти, стіни, окремі опори, перекриття і покриття) складають несучий остов (каркас) будівлі.

Можна виділити такі конструктивні схеми, що використовуються в будівництві житла:

1) безкаркасні, з несучими зовнішніми і внутрішніми стінами. (основними вертикальними несучими елементами служать стіни, виконані з цегли і дрібних каменів чи укрупнених залізобетонних панелей). Зазвичай, композиційно вирішена в просторовій системі модульних елементів, де однакові за розмірами окремі елементи (віконні прорізи, навіть цілі стінові панелі) повторюються як в горизонтальному, так і в вертикальному напрямку фасаду. Композиційно характерний ритм однакових елементів.

2) з неповним каркасом (зовнішніми несучими стінами і внутрішнім каркасом)
3) каркасні

3.1. Монолітні (будівельні конструкції, в основному бетонні й залізобетонні, основні частини яких виконані у вигляді єдиного цілого (моноліту) безпосередньо на місці зведення будівлі або споруди).

3.2. Збірно-монолітні (при поєднанні монолітних конструкцій із збірними).

Таким чином, використання архітекторами повного спектру можливостей, що має монолітно-каркасне будівництво, надає змогу урізноманітнити і отримати сучасний зовнішній образ будівлі, значно підвищити естетичні якості екстер'єру будівлі та інтер'єрів окремих її приміщень; покращити мікроклімат житлових приміщень за рахунок більш ефективного рішення вентиляції і інсоляції. Все це загалом підвищує рівень комфорту житла.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ БАГАТОПОВЕРХОВИХ АВТОСТОЯНОК ІЗ УРАХУВАННЯМ ПОТРЕБ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ ФІЗИЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Розглядаються особливості організації інтер'єру та екстер'єру будівель багатоповерхових автостоянок (БА) з урахуванням потреб людей з обмеженими фізичними можливостями. Надається коротка характеристика деяких найважливіших питань у галузі спеціалізованого дизайну і архітектури та рекомендації щодо забезпечення доступності маломобільних груп населення (МГН) до будівель БА.

Рівень автомобілізації, загальна потреба у місцях постійного та тимчасового зберігання автомобілів обумовлюють необхідність збільшення кількості споруд даного типу. На сучасному етапі розвитку суспільства проектування будівель БА, не може бути виокремлено від МГН. Відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 19.01.2012р., №-784 [1], затверджено забезпечення доступності інвалідів та інших МГН до об'єктів соціальної та інженерно-транспортної інфраструктури. Головним принципом проектування та облаштування об'єктів соціальної та інженерно-транспортної інфраструктури у нашій державі визначено **формування безперешкодного середовища** - усунення всіх просторових і психологічних бар'єрів з метою забезпечення доступності всіх об'єктів для МГН. Проте сьогодні в Україні при проектуванні та будівництві будівель транспортної інфраструктури, зокрема БА, спостерігається тенденція приділення недостатньої уваги щодо повноцінної їх експлуатації МГН. Поза сферою державного регулювання залишається транспортне обслуговування осіб з обмеженими фізичними можливостями.

Доступність до будівлі БА, **як системи**, для МГН передбачає необхідність урахування їх потреб при облаштуванні всіх структурних елементів об'єкту транспортної інфраструктури. Це відноситься як до містобудівних, так і об'ємно-планувальних вимог.

Критерії доступності [2] повинні містити вимоги щодо місць цільового відвідування та безперешкодності переміщення всередині та ззовні будівлі БА:

- до входів;
- до дверних і відкритих прорізів;
- до безперешкодного, безпечного руху комунікаційними шляхами (у тому числі евакуаційними), приміщеннями і просторами, як у будівлі БА, так і на земельній ділянці – шляхом влаштування сходів та пандусів, ліфтів та підйомників, шляхів евакуації, тощо;
- своєчасного отримання МГН повноцінної і якісної інформації, послуг, забезпечення можливості орієнтації в просторі, використання обладнання (у тому

числі для самообслуговування), можливості своєчасно скористатися місцями очікування, рекреації, тощо;

- до внутрішнього обладнання, меблів та проходів між ними;
- до санітарно-гігієнічних приміщень.

При проєктуванні будівель БА необхідним є розрахунок рівня пожежної безпеки МГН та розрахунок кількості ліфтів, необхідних для порятунку інвалідів із зони небезпеки.

Функціонально-типологічні вузли БА, що потребують спеціальних заходів із адаптації до потреб МГН

Архітектурно-планувальна організація будівель БА дозволяє визначити комплекс функціонально-типологічних вузлів, які потребують спеціальних заходів з адаптації до потреб МГН: *вхідна зона; горизонтальні та вертикальні комунікації; санітарні вузли; робочі зони – адміністрація, бухгалтерія, відділ кадрів, планово-виробничий відділ* (де може бути працевлаштований інвалід); *зона зберігання автотранспортних засобів, зона технічного огляду та ремонту, зона миття, тюнінгування*, тощо.

У залежності від призначення й функціональної специфіки до будівлі БА можуть бути доданими такі функціонально-типологічні вузли, як:

- заклади торгівлі та побутового обслуговування - *зони обслуговування*;

- заклади громадського харчування - *зони обслуговування і обідні зони*;

- заклади обслуговування населення у сфері фінансування та зв'язку - *зони обслуговування*.

Просторові вимоги до будівель БА, доступних для МГН визначають архітектурно-планувальні параметри основних функціонально-типологічних вузлів будівель БА та вимагають розроблення прикладів адаптації таких об'єктів до потреб МГН.

Вимоги до місць зберігання легкового автотранспорту (МЗЛА)

Організація МЗЛА для МГН є бажаною *на перших поверхах* будівель БА [2]. МЗЛА для МГН необхідно розміщувати у внутрішньому просторі БА поблизу евакуаційного проходу до ліфта, для зручності переміщення інваліда на кріслі-колясці. Ця зона повинна бути непрохідною. Місця для зберігання автотранспортних засобів МГН виділяються розміткою та позначаються спеціальними знаками. Дорожній знак дублюється яскраво-жовтою фарбою на покритті паркувального місця та символом.

Лінійні розміри стоянок особистого автотранспорту МГН збільшуються з урахуванням площі, яка необхідна для маневрування на кріслі-колясці. При рядовому встановленні, місце для автомобіля потребує не менше **3,5 м**. Розміщення автомобіля повинно бути таким, щоб МГН на шляхах руху із будівлі (як і в зворотньому напрямку – до автомобіля) не потрібно було пересікати смуги для проїзду автомобілів, а також необхідно мінімізувати шляхи їх пішохідного руху. Розміщення поряд двох машиномісць для МГН фактично у два рази збільшує вільну зону між автомобілями для маневрування візка. Це дає можливість зменшити загальну ширину стоянки двох автомобілів з **7 до 6 м** без погіршення можливостей для розвороту крісла-візка між машинами.

Внутрішні розміри місця зберігання автомобілів у БА для МГН у чистоті повинні бути не менше, ніж **3,5 м × 6 м**. Відстань від стіни гаража до місця посадки в автомобіль рекомендується приймати не меншою ніж **1,5 м**. Доцільно передбачати можливість перспективного розширення кількості машино-місць автостоянки.

Для зручності в'їзду на стоянку можлива розмітка місць для приватного автотранспорту під кутом до проїжджої частини проїзду у БА. У цьому випадку місце для інваліда шириною **3,5 м** краще розміщувати у куті будівлі, де виникає додатковий безпечний вільний простір для маневрування візка-коляски. Посадку інваліда, який пересувається на кріслі-колясці, і його висадку можна здійснювати двома шляхами: з платформи (рівень платформи знаходиться на рівні підлоги транспортного засобу) або за допомогою викидного трапу чи пандуса. Сучасним засобом організації посадки або висадки інваліда є використання підйомного трапа або ліфта.

Висновки

Проблема людей із особливими потребами, в Україні стає дедалі гострішою. Недостатня увага суспільства до цієї категорії людей, відсутність повноцінного формування архітектурного середовища життєдіяльності, зменшують, у них активну життєву позицію, стійку позитивну самооцінку. Особливо це можна простежити в питанні організації архітектурного середовища підприємств інфраструктури автомобільного транспорту. Рух МГН у будівлі БА може стати можливим при детальній розробці комплексу планувальних дій.

Забезпечення доступності для людей з інвалідністю будівель БА зумовлює необхідність проведення комплексу робіт за такими напрямками:

- проектування нових та адаптація існуючих будівель БА;
- пристосування вулично-шляхової та пішохідної мереж і створення вело-візкової мережі;
- забезпечення доступності, зручності та безпечності перевезення пасажирів-інвалідів;
- облаштування міських територій та житлово-громадських будівель і споруд допоміжним обладнанням, спеціальними засобами інформації та орієнтації.

Проведений аналіз дозволив визначити комплекс функціонально-типологічних вузлів, що мають будівлі БА, та які потребують спеціальних заходів із адаптації до потреб МГН: вхідна зона; горизонтальні та вертикальні комунікації; санітарні вузли; робочі зони. У залежності від специфіки об'єкта до планувальної структури можуть бути включені: обідні зони - у БА, де передбачається громадське харчування чи зони обслуговування [4].

А також забезпечення:

- зручному встановленні автотранспорту на паркувальне місце із можливістю швидкої евакуації;
- заїзду та виїзду із будівлі БА;
- переміщенні з поверху на поверх на спеціальному ліфті;

- організація безбар'єрного простору - збільшена ширина дверних коробок, встановлення роздвигних дверей, відсутність порогів на шляху руху МГН;

- виїзд із будівлі БА інваліда на візку по спеціально обладнаним пандусам, тощо.

Параметри проїздів, об'ємно-планувальні рішення місць зберігання автотранспорту у БА, визначаються габаритами автомобілів та крісла-коляски. Мінімальні параметри місця для зберігання автомобілів при експлуатації МГН, які користуються кріслами-колясками – ширина - **3,5м**, довжина – **5,0 м**.

МГН повинні мати змогу без сторонньої допомоги (чи майже без сторонньої) припаркувати свій автотранспортний засіб у будівлі БА та виїхати вже на інвалідному візку з будівлі на вулицю.

Пропозиції щодо адаптації функціонально-планувальної структури БА здебільшого стосуються *облаштування пандусів у вхідних зонах, компенсації перепадів рівнів підлоги в коридорах будівлі, обладнання санітарних вузлів для інвалідів на візках, доступність до зони ремонту, технічного огляду, миття, тощо та переміщення між поверхами*. Детального розгляду всіх архітектурно-планувальних питань експлуатації МГН будівель БА в нашій країні до цього часу не розроблено.

На основі результатів виконаних досліджень автор доходить висновку про необхідність і доцільність проектування та будівництва більш доступних для експлуатації МНГ будівель БА. Світовий досвід показує, що середовище, пристосоване для інвалідів, сприятливе для всіх членів суспільства.

Список літератури

1. Про затвердження плану заходів щодо створення безперешкодного життєвого середовища для осіб з обмеженими фізичними можливостями та інших маломобільних груп населення на 2009-2015 роки “Безбар'єрна Україна” [Текст] : за станом на 19.01.2012р. / Кабінет Міністрів України. – Офіц. вид. – К. : (розпорядження).

2. Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення: ДБН В.2.2-17:2006. – Офіц. вид. – К.: вид-во: Мінрегіонбуд України, 2006. – с. – (Державні будівельні норми України).

3. Автостоянки та гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3 - 15:2007. – Офіц. вид. – К.: вид-во: Мінрегіонбуд України, 2007. – с. 35 – (Державні будівельні норми України). - ISBN 978-966-96454-1-2.

4. Нормали архітектурно-планувальних елементів жилих і обществених зданий с учетом использования их инвалидами. Пособие по проектированию / Под ред. В.В.Куцевича. - К.: КиевЗНИИЭП, 1999 (Нормали архітектурно-планувальних елементів житлових та громадських будинків з розрахунку їхнього використання інвалідами. Посібник з проектування/За ред. Куцевича В.В.).

ГУМАНІЗАЦІЯ ЖИТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА ТА АРХІТЕКТУРИ З УРАХУВАННЯМ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Розглядаються особливості організації масового багатопверхового житлового середовища з урахуванням соціально-психологічних чинників. Надається концепція деяких положень допроектного аналізу, орієнтованого на комплексне врахування місцевих вимог до житлових будинків. В тому числі в цей аналіз вміщує виявлення вимог колективного замовника, що отримуються методами соціологічних і психологічних досліджень. Наведена можливість проектування на основі цих підходів більш гуманізованого житлового середовища.

Трансформації що виникають в соціальній структурі суспільства випереджає формування відповідних типологічних моделей житла. Відбувається зміна розміру і складу розповсюдженої сім'ї, поступово зникають багатопокілнні сім'ї, підвищується число нетрадиційних видів домогосподарств - «цивільні сім'ї», однаки, різноманітні групи молодих людей, що спільно орендують житло, самотні люди похилого віку, що здають частину свого житла в найми.

Внутрішнє дроблення професії (архітектор-"об'ємщик", містобудівник, ландшафтник, дизайнер, конструктор) посилює проблеми, викликані роз'єднанням архітектора і споживача. Сьогодні від імені масового і анонімного мешканця замовником архітектурного проекту виступає посередник, що не знає його реальних потреб і запитів. У результаті архітектори ухвалюють рішення за людей, яких вони ніколи не бачили. Готове середовище не стає по-справжньому своїм, по відношенню до нього важко формується відчуття емоційної прихильності, проте виникає байдуже або вороже відношення як до чогось нав'язаного, насильницького і чужого.

В попередні періоди були численні спроби врахувати соціальні аспекти при проектуванні житлових комплексів, в тому числі на теоретичному рівні [1,2,3,4]. Незалежно від того, хто вважався "дійсним" суб'єктом житлового середовища - індивід, сім'я, колектив, сусідство – суб'єктивне прийняття і нав'язування архітектурних рішень неминуче приводило до нежиттєздатних моделей житла (будинок-комуна, соцмістечко, "житло перехідного типу", Будинок Нового Побуту, молодіжний житловий комплекс і т.д.). В кожному випадку мало місце неврахування реальних зв'язків і пріоритетів соціальних суб'єктів.

Житло, засноване на єдиному глобальному принципі: кожен може отримати лише той стандарт житла (квартири), який закладений в системі нормування житлового будівництва. Система була уніфікованою незалежно від того, державне це житло, кооперативне, відомче або нібито «ринкове». Наявні принципи демографічної диференціації квартирної фонду були

засновані на абстрактних уявленнях про сім'ю, без урахування її реальних потреб. При заселенні навіть вони не витримувалися і здатні були впливати лише на кількісне співвідношення типів квартир, але не на їх якісну різноманітність. Описана ситуація є тупиковим шляхом розвитку житла і гальмує житловий ринок вже сьогодні.

Альтернативний в чистому вигляді «ринковий» шлях, коли архітектори через свої професійні уявлення створюють різноманітний спектр житла і квартир. Причому, різноманітний не тільки за архітектурними параметрами, але і за комфортом мешкання, і за вартістю будівництва і реалізації на ринку житла. Такий шлях припускає створення обширного, відкритого і конкурентного ринку житла і вільне функціонування на ньому відповідних ринкових відносин, які забезпечують в часі саморегуляцію житлового фонду, що пропонується. Очевидно, що цей варіант здатний запрацювати лише в перспективі.

Цілком реальний вже сьогодні наступний, варіант. Його суть полягає в тому, що створюються об'єкти житлового середовища, призначені для конкретних, заздалегідь відомих суб'єктів, наприклад, у формі певної кооперації за місцем проживання. Це може бути і вибірка потенційних покупців житла з урахуванням місця його будівництва (центр міста, периферія, заміська територія). Проектувальник у контакті з соціологами і психологами вивчає відповідних суб'єктів і формує адекватне їх бажанням житлове середовище, з урахуванням потреб замовника та його можливостей. В цьому випадку не виключена і спеціальна категоризація стандартів "житлових середовищ" під найбільш вірогідні типи житлових сусідств. Проте і цей варіант поки не може вважатися універсальним, оскільки вимагає досконалого знання про конкретних суб'єктів (замовників), про їх взаємини з середовищем. Головною проблемою є відсутність методичного забезпечення реалізації цієї моделі. Крім того, складний сам процес виділення (формування) дійсного суб'єкта житлового середовища, оскільки не всякий потенційний замовник є таким. Ця проблема вимагає методичного відпрацювання організаційних процедур.

Як альтернатива, дуже принадний варіант, при якому забезпечується групи (товариства, громади, кооперативи) з самоорганізації житлового середовища при максимально можливій свободі діяльності її суб'єктів (споживачів). Причому в таких групах роль професіоналів (архітекторів, дослідників, будівельників) зовсім не принижується, а тільки ставиться на службу реальним замовникам і здійснюється в тісному контакті з ними.

Варто для формулювання і реалізації концепції проектування з урахуванням наведених вище передумов і соціально-психологічних чинників встановити ефекти від впровадження цілісних моделей житлового середовища з урахуванням місцевих вимог і потреб «колективного замовника»..

Психологічний ефект. Із створенням громад у людей з'являється можливість матеріалізації своєї індивідуальності, організувати оточення по особистих (груповим) схильностях і перевагах, що збільшує відчуття господаря, господарське відношення до навколишнього середовища (замість сьогоднішньої відчуженості в житлових будинках і районах). З'являється

відчуття захищеності в своєму житловому середовищі, формується психологічна "з'єднаність" з своїм житлом, районом і містом.

Соціальний ефект. Сумісне формування житлового середовища сприяє розкриттю потенціалу діяльності людей (шляхом взаємної мотивації, соціальної детермінації), а також розвитку змістовних форм соціальної інтеграції людей. В результаті людина сприймає себе вже не як самотню особу, а як члена групового суб'єкта, дієздатного співтовариства. Відбувається збільшення потенційних суб'єктів інновації, що приводить до здорової конкуренції і взаємозбагачення. Істотним соціальним ефектом треба вважати відтворення активної і працездатної людини і нових поколінь, які здатні багато що дати для розвитку соціального життя як за місцем проживання, так і у виробничих і суспільних сферах.

Культурний ефект. Враховуючи, що житлова громада багато в чому "самогенеруюче явище", при масовому переході до такого типу утворення середовища відбувається помітне збільшення різноманітності домашнього і прибудинкового способу життя, різноманітності домашньої культури. Це неодмінно веде до відродження локальних культур, до подальшого розвитку місцевих традицій і звичаїв. А збільшення внутрішньої гетерогенності всієї культури - це найважливіша застава її життєздатності.

Вказані ефекти пронизують всі основні сфери суспільного життя (трудова, сімейна, дозвілля і т.д.) і охоплюють окрім членів общини широкий контингент людей. Зона впливу ефектів виходить за локальні просторові рамки і буде розповсюджуватися на державний і загальнокультурний рівень, на активне формування громадського суспільства в цілому. При цьому стає бажаним моніторинг, координація і коректування дій від імені професійних і суспільних інституцій.

Висновки:

1. Однією з головних особливостей архітектурного середовища є те, що воно в більшості випадків є тілом для життєдіяльності людини і впливає на людину незалежно від його бажання.

2. Характер виявлення суттєвої для визначення архітектурних особливостей житлового утворення або будинку соціальної інформації будується, на з'ясуванні особливих побажань щодо життєдіяльності груп населення: у квартирі, будинку, на дворовій території, залученні городян до процесу реконструкції і проектування за допомогою принципів громадської співучасті.

3. У вітчизняній архітектурній практиці поки не розроблено творчих методів, що застосовуються при роботі архітектора по залученню жителів щодо реалізації локальних програм, формування житлового середовища і отримання від них реального знання про потреби мешканців і представників місцевого бізнесу. Залишилися мало вивченими взаємовідношення і професіоналів архітекторів; владних структур і різних категорій населення до реальної архітектурної діяльності.

Список літератури

1. К.К. Карташова Отражение в жилой ячейке региональных особенностей образа жизни и социально-демографической структуры населения Жилая ячейка в будущем. М.: Стройиздат, 1982.
2. В.М. Молчанов Проблемы современной жилищной архитектуры и качество жизни Жилищное строительство. – 2004.
3. В.Л. Глазычев, М.М. Егоров, Т.В. Ильина Городская среда. Технология развития: "Издательство Ладыя" 1995.
4. А.Э. Гутнов " Эволюция градостроительства" -М: Стройиздат, 1984

Т.Х. Жураев
(Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Узбекистан)
Н.М. Эгамов, К.К. Амонов
(Бухарский инженерно-технический институт, Узбекистан)

ДИЗАЙН-РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ

Статья посвящена вопросам дизайн-разработки рабочих поверхностей по наперед заданной траектории движения частиц по ним. Задача решена на основе геометрического моделирования геодезической линии геометрически комбинированной поверхности. Данная модель позволяет оптимизировать технологические параметры поверхности их геометрическими параметрами.

Проектирование рабочей поверхности можно решать двояко геометрическим моделированием: построение рабочей поверхности и определение по ней траектории движения частиц (воздуха, жидкости или твердой массы), и обратно, задание траекторий частиц и построение по ним рабочую поверхность. Проектирование рабочей поверхности заданием направляющей кривой по траектории движения частиц позволяет более точно приспособить её к необходимым технологическим условиям. Хотя данная задача имеет явно геометрический характер, решение ее позволит задать траектории частиц по наперед заданным условиям, в результате чего можно определить и оптимизировать некоторые параметры рассматриваемой поверхности. Это сводит к тому, что разработка геометрической модели рассматриваемой задачи, позволить облегчить процесс исследования и проектирования рабочей поверхности по наперед заданным условиям. Но решение данной задачи компьютерным проектированием требует разработки необходимого алгоритма построения пространственной кривой по наперед заданным агротехническим условиям. При традиционном проектировании рабочей поверхности, хотя траектория движения частиц по ней составляет пространственную кривую, она задается плоской направляющей кривой. Это делается из тех соображений, что задание направляющей плоской кривой графическим способом намного проще, чем пространственной, задание которой рассматривается в основном аналитически. Траекторию движения частиц по рабочей поверхности можно моделировать тремя способами: аналитически - методами дифференциальной геометрии; графически - методами начертательной геометрии, основанного на проекционные свойства кривых; синтетически - компьютерным проектированием на основе геометрического моделирования. Задание кривой синтетическим способом намного проще, если разработать геометрическую модель построения необходимой пространственной кривой. Как известно при одновременном прямолинейном и вращательном движении материальной точки, его траектория очертит пространственную кривую, эталоном которой является цилиндрическая винтовая линия. По положениям механики, движущиеся по

рабочей поверхности частицы, стремятся пройти этот путь по наикратчайшей - геодезической линии, стараясь преодолевать различные силы, возникающие в процессе работы, совершая при этом тоже винтовое движение, но с неизвестными нам параметрами.

Рассмотрим геодезические линии, так как они имеют некоторые геометрические свойства, которые нашли свое применение при решении ряд технических задач. По теореме Бернулли *кратчайшая из всех линий, соединяющая две точки на поверхности Ω есть дуга геодезической линии*. По принципу Герца *точка, которая движется на поверхности и на которую не действует внешние силы, движется по геодезической линии*. В действительности траектории движения частиц по поверхности могут несколько отклоняться от геодезической линии, влиянием известных факторов, но незначительность этих отклонений и возможность определения последних, позволяют вполне определить эту траекторию. При этом возникает необходимость применения геометрической модели, универсально подходящей к заданию различных вариантов пространственной кривой, с возможностью оптимизации её параметров с помощью геодезической линии. Связи с этим разработка геометрической модели геодезической линии имеет свое значение в исследованиях по проектированию рабочих поверхностей.

Для разработки геометрической модели геодезической линии рабочей поверхности Ω , основываемся на некоторые общеизвестные сведения из элементарной механики и теории геодезических линий. При движении частиц по поверхности Ω наикратчайший путь между двумя ее точками входа A_0 и выхода A_n , определяет направление геодезической линии m , а углы α между этим направлением и образующими поверхности Ω в рассматриваемых точках определяют форму геодезической линии (Рис. 1, 2,3.).

Из примеров видно, что в частных случаях винтовая линия превращается в плоскую кривую. Можно рассмотреть цилиндр с $r=\infty$, когда он превращается в плоскость, где винтовая линия как прямая совпадает с направлением движения. Так как образующие цилиндрической поверхности (в частном случае плоскости) взаимно параллельны, то углы между образующими и направлением движения тоже равны $\alpha_0=\alpha_1=\dots=\alpha_n$. Если имеет в виду что цилиндр как конус, с вершиной в бесконечности, где углы между образующими равны $\beta=0$, тогда приведение вершины из мнимого в собственное положение, превращает его в конус, а углы между образующими и направлением движения будут иметь зависимость $\alpha_x=\alpha_{x-1}+\beta_{x-1}$. Если рассмотреть поверхность Ω отличную от цилиндра и конуса, например цилиндроида, то углы между образующими и направлением движения будут иметь разные значения $\alpha_0\neq\alpha_1\neq\dots\neq\alpha_n$, т.е. происходит неравномерное вращение и перемещение, а винтовая линия будет иметь форму пространственной кривой общего характера. В таких случаях, в отличие от простых развертывающихся поверхностей, трудно определить направления траекторий движения частиц с помощью начального угла α_0 . Для определения направления траекторий, а также других параметров, в рассматриваемой точке A_x кривой m , на основе свойств геодезической линии, можно использовать трехгранник Френе, так как геодезическая тоже как любая пространственная

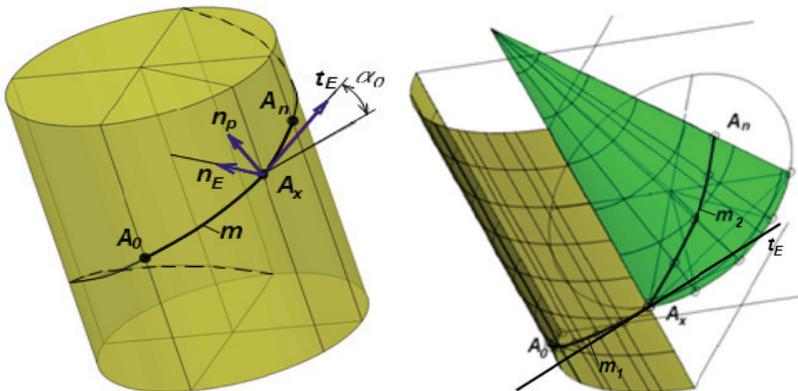


Рис. 1. Геометрическая модель геодезической линии поверхности.

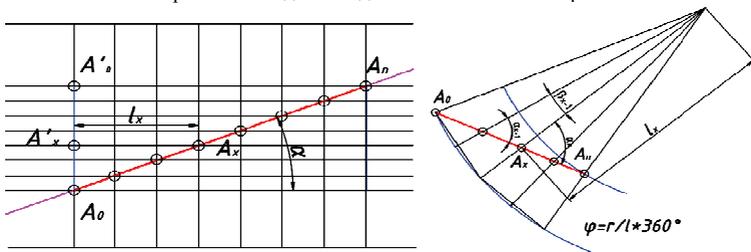


Рис. 2. Определение параметров геодезической линии.

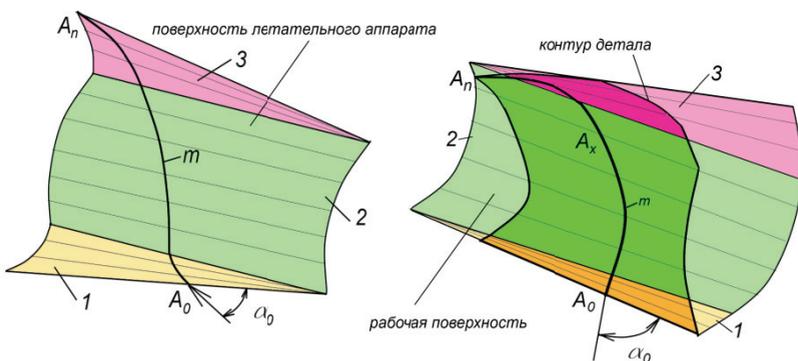


Рис. 3. Дизайн-разработка рабочей поверхности по траектории движения частиц. кривая, имеет в каждой своей точке касательную t_{Σ} , главную нормаль n_{Σ} и бинормаль n_p . Касательная t_{Σ} определяет направление движения частиц в любой рассматриваемой точке, в т.ч. касательная в точке срыва A_n определяет

направление вектора отброса частиц. Это в свою очередь позволит выбрать оптимальную высоту, угол и место отброса частицы. Для определения касательной в рассматриваемой точке A_x , проводим соприкасающуюся окружность по трем точкам пространственной кривой, через точку A_x и ближайших к ним двух точек A_{x-1} и A_{x+1} . Эти точки определяют соприкасающуюся плоскость Σ кривой m в рассматриваемой точке A_x , а касательная t_Σ принадлежит к этой плоскости и проходит через точку A_x по направлению A_n . Главная нормаль n_Σ в точке A_x расположена в соприкасающейся плоскости Σ и направлена перпендикулярно к t_Σ по радиусу соприкасающейся окружности в сторону его центра. Радиус соприкасающейся окружности одновременно дает радиус круга кривизны r_1 поверхности Ω в точке A_x , что позволит определить величину первой кривизны K_1 в точке A_x . Главная нормаль в каждой точке геодезической линии совпадает с нормалью к поверхности Ω в точке A_x , а по нормали к поверхности направляется реакция к поверхности, т.е. мы можем определить и направление силы реакции R поверхности к массе в точке A_x . Через n_Σ перпендикулярно к t_Σ проходит нормальная плоскость N к кривой m в точке A_x . Другая нормаль – бинормаль n_p расположена в нормальной плоскости N и направлена перпендикулярно к t_Σ . Через n_p перпендикулярно к n_Σ проходит спрямляющая (ректифицирующая) плоскость P к кривой m в точке A_x . Бинормаль в каждой точке геодезической линии определяет направление поворота траектории, т.е. позволит определить винтовой параметр p поверхности Ω в точке A_x , что позволит определить величину второй кривизны K_2 т.е. кручения в точке A_x .

Выводы

Данная модель применима при оптимизации параметров рабочей поверхности сложных технических объектов в машиностроение, в т.ч. в авиастроение. По кривизне и кручения направляющей можно определить технологические параметры, а по направлениям касательных, главных нормалей и бинормалей - направлении вектора скорости, силы давления на поверхность и траектории движения частицы в рассматриваемой точке.

Список литературы

1. Колотов С.М., Евстифеев М. Ф., Михайленко В. Е. и др. Начертательная геометрия. «Вища школа». Киев. 1975.
2. Кобец А.С., Сокол С.П., Корабельский В.И., Науменко Н.Н., Кобец А.Н. Дизайн-разработка геометрии обвода формообразующей знакпеременной кривой поверхности скобы. <http://www.nbu.gov.ua/Portal/>.
3. Кучкарова Д.Ф., Жураев Т.Х. Дизайн-разработка концептуального корпуса лемешно-отвального плуга на основе геометрического моделирования. I Міжнародна науково-практичної конференції «Теорія та практика дизайну». НАУ. Київ. 9-12 квітня 2012 року.

СТВОРЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОГО КОМФОРТУ ДЛЯ ЕЛІТНОГО, ДОСТУПНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЖИТЛА

Наведено класифікацію житла, визначено умови психологічного комфорту для мешканців елітного, доступного, соціального житла, обґрунтовано можливі стилістичні рішення

Постановка проблеми. Суспільні перетворення, які спостерігаються в сучасній Україні, перетворення матеріально-просторового середовища міст і зміни способу життя людей висунули нові вимоги до проектування житла. Типова класифікація житла за цінovими показниками на елітне (формати: «De lux» (невеликі будинки в центральних районах міст-мільонерів та курортних міст) і «Premіum»(пенхауси у престижних районах, котеджі)), доступне (формат «Бізнес-клас» (нерухомість організацій «Познякажилбуд», «Столиця», «Київмськбуд»)), соціальне (формат «Економ-клас» (радянські будівлі: хрущовки, готелі, гуртожитки)), враховує лише матеріальні можливості власників, що перетікають у якість забезпечення фізіологічного комфорту. Зараз постає потреба у створенні оптимальних та перспективних моделей житла, які створюють комплексний комфорт проживання. Будівництво, в основу якого покладені вартісні показники майбутнього класу житла з використанням засобів для забезпечення фізіологічного комфорту є недостатнім, без технологій для створення психологічного комфорту, які не обґрунтовані сьогодні. Це торкається не лише теоретичних завдань визначення понять і критеріїв психологічного комфорту, а й засобів його ефективного забезпечення. Зрозумілим є і те, що неможливо проектувати житло, однаково комфортне для всіх соціальних груп – необхідно виявити психологічні типи, потреби, вимоги до житла та визначити, які саме архітектурні та дизайнерські рішення найкращі для них.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. . Досвід проектування житла зафіксовано у нормативних документах [1-2], працях В.В. Товбича [3]. Психологічний комфорт розглянуто як елемент комфорту житлового середовища, при цьому не визначено перелік факторів психологічного (і біоритмологічного) комфорту та їх внесок у відчуття загального комфорту для представників різних соціальних груп, а також вплив на архітектурні та дизайнерські рішення. У працях Ю.М. Ковальова та Н.М. Мхітаряна [4-5] розроблено методологію проектування психологічно комфортного житла для різних психотипів, проте не ставилася задача визначення зв'язку між соціальними групами і психологічними типами, відтак, і вимогами до проектування комфортного житла різних категорій.

Метою публікації є визначення апарату кореляції психотипів і сучасних архітектурних та дизайнерських рішень різних категорій житла.

Основна частина. Кожна категорія житла по своїй сутті створює сприятливі психологічні умови для певного типу особистості.

Елітне житло. *Нерухомість категорій «Де-люкс» та «Преміум»* має обов'язково розташовуватися у безпосередній близькості до адміністративного та історичного центру міста, міських зон відпочинку, бути ексклюзивно спроектованою, містити не більше двох квартир на поверсі і цих поверхів повинно бути максимум сім (шість+мансарда). Все має відповідати цьому статусу. Елітне житло — це також і пентхаус з майданчиком для гелікоптерів. У таких елітних будинках знаходиться тренажерний зал, сауна, територія SPA, салон краси, плавальний басейн на першому поверсі, а також окрема кімната для колясок і велосипедів. До послуг мешканців упорядкований двір, автономне опалювання і гаряче водопостачання, Інтернет і супутникове телебачення. Підлоги в суспільних зонах виконані з мармуру, а в холах встановлені ексклюзивні м'які меблі і живі екзотичні рослини. Ринок нерухомості класу «Де-люкс» в Україні обмежений столицею, декількома обласними центрами мільйонниками і Південним берегом Криму. Вони мають кошти і за це хочуть отримати відповідної якості помешкання, яке б відповідало їх соціальному статусу. Дані люди найчастіше належать до типів особистості «Егоїст», «Борець». Пріоритетами для житла будуть престиж, самодостатність та захищеність від зовнішнього світу. Тому для посилення їх психологічного комфорту при проектуванні житла окрім вище зазначених вимог доцільно використовувати наступні архітектурні та дизайнерські рішення (таб. 1.).

Таблиця 1.

Архітектурні та дизайнерські рішення комфортні для типів особистості «Егоїст, «Борець».

№ п/п	Категорія	Архітектурні та дизайнерські рішення
1.	Стилістика	Бароко, класицизм, ампір, рококо
2.	Кольорова гамма	Яскраві кольори, гра на контрасті, активне використання позолоти, що викликає відчуття розкоші, багатства, солідності, стабільності.
3.	Просторова організація	Організація простору нагадує середовище королівських палаців та замків.
5.	Меблі	Об'ємні скульптурні статичні меблі з дорогою оббивкою, корпусні різьблені меблі із червоного дерева, велика кількість деталей (картини, скульптури, кришталевий посуд),
6.	Матеріали	Червоне дерево, мармур, кришталі, шовк, оксамит, шкіра, позолота.

Доступне житло. Категорія «Бізнес-клас». Згідно стандартам, комплекси "Бізнес-класу" повинні розташовуватися в наближених до центру міста районах, відповідати певним параметрам. Мінімальна житлова площа на одного мешканця становить 40 м.кв. Індивідуальні планувальні рішення, зокрема співвідношення житлової і нежитлової площі, а також гідна обробка

фасаду, під'їздів і суспільних зон, сучасна технічна оснащеність, наявність адекватного паркінгу (з розрахунку не менше одного машиномісця на квартиру). Архітектурне вирішення будівлі – індивідуальний проект, висота стель – 2,7 м.. Забезпечення балконами, лоджіями, терасами, балконами, лоджії, тераси. Зручна транспортна розв'язка і наявність зупинок маршрутних таксі, вартість обслуговування в місяць з розрахунку за 1 м.кв. становить – від 0,5-1 у.о., наявність власної служби експлуатації і т.д. Покупці житла категорії «Бізнес-клас»: менеджери вищої ланки, успішні підприємці, котрі, як ніхто інший, цінують свій час. Цей клас житла повинен відповідати головній вимозі – зробити життя тих, що проживають у ньому максимально зручним і комфортним, тому, у таких будинках, як правило, передбачають наявність повного комплексу інфраструктури, що надає відповідний комплекс товарів і послуг і т.д. Таке житло підходить для людей типів особистості «Збалансована особистість», «Винахідливий дослідник». Тому для посилення їх психологічного комфорту при проектуванні житла категорії «Бізнес-клас» окрім вище зазначених вимог доцільно використовувати наступні архітектурні та дизайнерські рішення. (таб.2.).

Таблиця 2.

Архітектурні та дизайнерські рішення комфортні для типів особистості «Збалансована особистість», «Винахідливий дослідник».

№ п/п	Категорія	Архітектурні та дизайнерські рішення
1.	Стилістика	Мінімалізм, еkleктика, модерн.
2.	Кольорова гамма	Нейтральні кольори, плавні нюансні переходи з яскравими контрастними акцентами
3.	Просторова організація	Вибір оптимального за функціональністю складу приміщень, активне чергування відкритих та закритих просторів
5.	Меблі	Прості, прямокутні, холодні і обтікаючі форми, Мінімум деталей, максимум простору
6.	Матеріали	Дерево, камінь, пластик, скло, метал, текстиль.

Соціальне житло. Категорія «Економ-клас». Місце розташування – у будь-якій зоні; близькість до міських зон відпочинку. – немає значення; віддалення від промислових зон і об'єктів – до 5 км.; наявність транспорту – метро, автобус, троллейбус, трамвай; щільність забудови – немає значення; наявність інфраструктури в мікрорайоні – дитячий садок, школа, маркет, лікарня; соціальний статус сусідів по будинку – немає значення; архітектурне рішення будівлі – серійний проект; період спорудження будівлі – сталінка, хрущовка; технологія будівництва – немає значення; кількість квартир на поверсі – немає значення; мінімальна житлова площа на одного мешканця – згідно норми; забезпечення балконами, лоджіями, терасами

– лише балкон; кондиціонування – немає значення; вивіз сміття–1 раз на добу згідно норм, вартість обслуговування в місяць з розрахунку за 1 м.кв. становить – не більше 0,5 у.о.згідно норм, і т.д. Дотримання вище зазначених вимог не призведе до забезпечення комфортного проживання жодного типу особистості, але за допомогою наступних архітектурних та дизайнерських рішень житло категорії «Економ-клас» стане комфортним хоча б для «Споглядача», «Богемної особистості» (таб.3.).

Таблиця 3.

Архітектурні та дизайнерські рішення комфортні для типів особистості «Збалансована особистість», «Винахідливий дослідник».

№ п/п	Категорія	Архітектурні та дизайнерські рішення
1.	Стилістика	Хай-тек, деконструктивізм, еkleктика, кантрі.
2.	Кольорова гамма	Довільне кольорове рішення, яке дозволяє створювати оптичні ілюзії з розширення простору.
3.	Просторова організація	Злиття декількох функціональних зон, використання ексклюзивних трансформованих перегородок на їх межах
5.	Меблі	Прості поліфункціональні, з можливістю переміщення і трансформації
6.	Матеріали	Дерево, камінь, метал, скло,пластик,текстиль.

Висновки

та перспективи подальшого розвитку у даному напрямку

Визначення апарату кореляції психотипів і сучасних архітектурних та дизайнерських рішень різних категорій житла. Отже, елітне житло найкраще підходить «Егоїсту», «Борцю», доступне житло – «Збалансованій особистості», «Винахідливому досліднику», соціальне житло – «Споглядачу», «Богемній особистості».

Література

1. ДБН В.2.2-15-2005. «Будинки і споруди»
2. ДБН 360-92**. «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень»
3. Товбич В.В. Архітектура: мистецтво та наука / В.В. Товбич, М.В. Сисойлов. – Дніпропетровськ: Свідлер, 2007. – т. 1. – 1020 с.б
4. Ковальов Ю.М. Забезпечення психологічного комфорту при проектуванні житла на основі теорії самоорганізації С-простору /Ю.М. Ковальов, Н.О. Гірник, В.В. Калашнікова // Праці Таврійського державного агротехнологічного ун-ту, 2010. - Вип.4. Прикладна геометрія та інж. графіка.-т. 46. - С.58-67
5. Мхитарян Н.М. Человек и жилище / Н.М. Мхитарян. – К.: Наукова думка, 2012 .- 310 с.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМОТВОРЕННЯ ДИЗАЙН-ОБ'ЄКТІВ ІНТЕР'ЕРУ З ВОЛОКНЯНИХ І ШКІРЯНИХ МАТЕРІАЛІВ

Розглянуто елементи інтер'єру з текстильних, трикотажних і шкіряних матеріалів, різновиди стилів та оздоблень. Визначено оптимізаційну задачу пластичної організації елементів за рахунок драпірування матеріалу. Подано прикладне забезпечення для проведення досліджень.

Розглянуто елементи інтер'єру з текстильних, трикотажних і шкіряних матеріалів, різновиди стилів та оздоблень. Визначено оптимізаційну задачу пластичної організації елементів за рахунок драпірування матеріалу. Подано прикладне забезпечення для проведення досліджень.

Постановка проблеми. Сучасний дизайн інтер'єру набуває розвитку за такими показниками: мобільність, гнучкість, демократичність і не менш актуальним є стилеве визначення (від еkleктики до мінімалізму). Усталені поняття, які асоціювалися з певним змістом щодо предметів інтер'єру дістають стрімких змін, пов'язаних із зміною динаміки, ритму життя і, відповідно, зміною вимог.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Склалися цікаві загальні умови щодо визначення, власне, дизайну інтер'єру, в яких на чільне місце виступають, крім стилевого визначення, архітектурні та композиційні вимоги, функція як відповідність призначенню [1].

Формулювання цілей статті. Організація простору інтер'єру та елементи, які застосовуються для цього – текстиль, а у багатьох випадках також трикотаж і шкіра, які несуть і оздоблюючу функції.

Основна частина. Завдання стильового рішення, надання святкового або екзотичного характеру, затишку, логічне завершення інтер'єру вирішується, наприклад, такими елементами, як штори - збільшують простір, надають краси і, в той же час, виконують певні функції - не тільки захищають кімнату від яскравого світла, а й виконують композиційне об'єднання елементів меблювання, наприклад, за рахунок комплекту шарів порт'єр, де присутні головні кольорові акценти кімнати. У необхідних випадках можливим є шиття з порт'єрної тканини подушок на диван і, таким чином, об'єднання зони вікна з простором кімнати загальним кольоровим елементом, створення гармонійного та комфортного ансамблю у приміщенні. Штори, порт'єри, гардини, покривала, подушки можуть виступати як певні арт-об'єкти. Жалюзі - вертикальні тканинні плісе. Плісирування - складання штор в "гармошку" для декору та побічно - зменшення габаритів. До цього переліку можна додати оббивку предметів меблів текстилем та шкірою, чохла, балдахіни, ширми, драпірування стін і стелі тканиною як елегантний різновид декору інтер'єру, тканинні світильники, абажури, килими, гобелени, батік, килимки та половички. Ці елементи можуть використовуватися у якості

інструментів коригування простору у приміщеннях, надання зорових ілюзій, психології сприйняття за рахунок оздоблення і властивостей тканини. Оздоблювальні аксесуари до штор: шнури, підхвати, кісті, оборки. Ці аксесуари надають шторам нарядність та дозволяють регулювати величини потоку світла, яке надходить у приміщення. У цьому плані важливим елементом оздоблення виступає драпірування тканини (певна її трансформація з наданням естетично визначеної форми) як пластична організація матеріалу, яке виконується також і на аксесуарах – гірляндах, буфах, рюшах, оборках, шлейфах. Використовується також як елемент оздоблення закладання складок, обкantuвання та використання криволінійного крою, на елементах штор, чохлах, абажурах (рис.1).



Рис.1 Елементи інтер'єру (а - стілець з чохлам, б – абажур, програмований варіант)

За різновидами штори поділяють на: класичні, римські, лондонські, ділжансні, рифові, французькі (мають окремі напівкруглі складки тканини із збіркою по усій довжині, на однакових відстанях, паралельно боковим краям протягнути шнури, стягування яких створює фестони), австрійські (фестони розміщені тільки вздовж нижнього краю), романські, італійські, японські (панельні). За призначенням штори є робочими (електро-механічно керованими) та декоративними. За способом експлуатації - роликові, плісе, рулонні, схрещені, бліц (піднімальні штори - рулонні, римські, австрійські, й французькі). Панельні за суттю – це екрани з тканини, які закріплено на направляючих з можливістю переміщення. Комбінація різних тканин може слугувати засобом для підтримання кольорового балансу у приміщенні, або ж можна проводити його "зонування".

Деякі вживані стилі, в яких використовується тканий матеріал: східний – спокій; стиль кантрі - у якості оздоблення гудзики, пір'я, шкіряні ремені та металічні клини; лофт-стиль – складові не рисунки, а фактура та колір матеріалу, індивідуальність, яка межує з брутальністю, або визначена оригінальна концепція – наприклад потерте крісло з шкіри та бархатне покривало; хай-тек (Hi-tech) – промислова естетика, чіткість, яка визначається

прозорими тканинами з металевим блиском, срібних або сталевих холодних відтінків; «екологічний» (натуральні тканини: декоративний льон, бавовна, шовк); авангард, - чисті контрастні та яскраві кольори; нитяні штори з трикотажу, з шкіри та замші. Вважається, що прикладом легко драпірованої тканини є вельвет, велюр и інші щільні портбєрні тканини. Органза, полієстерна тафта утворюють великі монументальні складки, які придатні до стилю хай-тек. Особливості драпірування для тюля - рукави, ластівкин хвіст, рушники. Проведений аналіз вказує на те, що переважаючим елементом оздоблення є утворення хвилястих складок, які під дією власної ваги утворюють м'які, округлі складки, тобто, драпірування.

Таким чином, тканинами інтер'єру можуть бути природні матеріали - плетені полотна з джугу, льняні, шовкові, бавовняні та синтетичні (стилістично виконані під природні матеріали) з відповідними щільністю, фактурою кольором. Класичні штори є розсувні порт'єри у сполученні із занавісями (тюль), з ламбрекенами (сваги, де жабо, бандо, комбіновані) чи без. Головний чинник в дизайні класичних штор – тканина з рисунком, фактурою, обробкою. Важкі класичні штори з парчі, бархату, важкого шовку, тафти, жаккарда, гобеленових тканин. Гардини виконують з легких тканин - тюля (органза, кристалон, вуаль). Увагу, як правило, зосереджено як на крій штор і прикраси, так і на властивості тканин. Ще Леонардо да Вінчі звернув увагу на ефект драпірування. У “Трактаті о живописи” він зауважив: “...Отраженные цвета имеют гораздо большую красоту, чем природный цвет тел, как это видно на открывающихся складках золотых тканей..., когда одна поверхность отражается от другой, стоящей напротив, а эта в ней, и так последовательно до бесконечности.”, тобто, стверджується, що у складках тканина набуває іншого кольору, ніж на рівній поверхні. Слід зазначити, що вивчення оптичних явищ драпірованого матеріалу в умовах приладного дослідження не проводилося, а визначення кута зору при оцінці композиції є необхідним. Тому важливим є системне дослідження цього явища з метою надання об'єктивної якісної характеристики. Для цього можна використати розроблене приладне обладнання [2,3], яке подано на рис. 2.

Для створення аналітичного та програмного забезпечення щодо об'ємно-пластичного вирішення оболонок з деформованими елементами поверхні у якості оптимізаційної задачі необхідно дослідити процес драпірування матеріалу. Функціональною залежністю драпірування є:

$$[h, \lambda] = f\{K\delta, \alpha, X\}, \quad (1)$$

де h – амплітуда хвилі; λ – довжина хвилі; $K\delta$ – ступінь деформування матеріалу ; α - напрям ниток у матеріалі; X – характеристики (товщина, різновид волокна; щільність, колір, ворс, жорсткість).

На приладі за методикою факторного експерименту визначаються параметри драпірування як функція відгуку, після обробки даних можна побудувати регресійні рівняння для певного матеріалу та використовувати їх у проектному процесі. Таким же чином визначаються параметри відбивної здатності драпірованої поверхні на приладі (рис. 2, б). Це значно об'єктивізує і робить керованим проектний процес, надає можливість візуалізації (рис. 1, б).

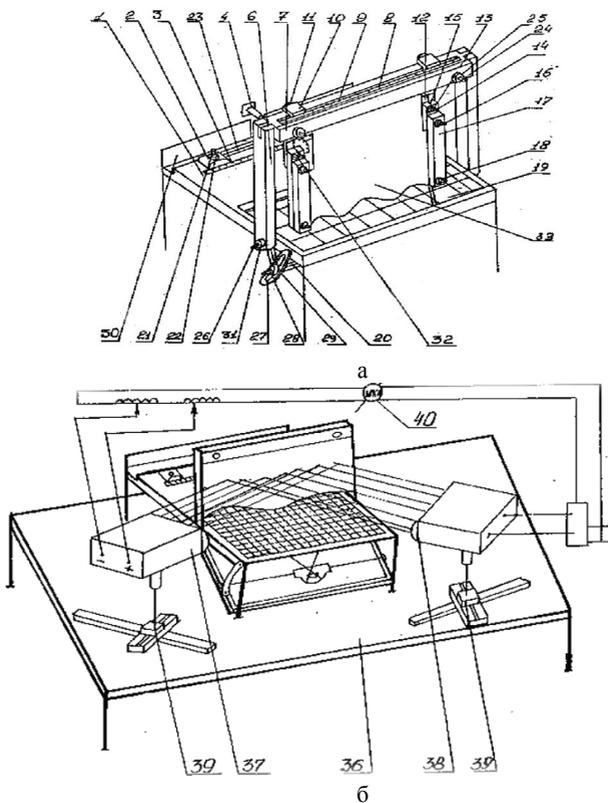


Рис.2 Загальний вигляд приладів: а - для дослідження драпірування тканини, б - для дослідження відбивної здатності драпірованого матеріалу (37 – випромінювач, 38 – реєстратор відбитого променя).

Висновки

Розгляд елементів інтер'єру вказав на організуючу функцію волокняних та шкіряних матеріалів у різних стилях та поширені різновиди оздоблення. Пластична організація матеріалу може бути виконана за його трансформації як різновиду драпірування. Для дослідження цього запропоновано приладне забезпечення, що може надати об'єктивної керованості у проектуванні та візуалізації дизайн-об'єктів.

Список літератури

1. Рябцев Д. Дизайн помещений и интерьеров. Из-во: Питер, 2009, 511 с.
2. Пат. 2032175 РФ Прибор для изучения процесса посадки материала / Кардаш О.В., 27.03.95, бюл. №9- с. 206.
3. Патент 36800 А, Україна, Пристрій для вивчення процесу усадки текстильних матеріалів/ Кардаш О.В., Кардаш О.О., бюл. № 3.с. 231

ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУРИ ПРИРОДНИХ ФОРМ В ОБ'ЄКТАХ БІОДИЗАЙНУ

Стаття призначена розгляду понять структурного біодизайну, визначення та класифікація природних структур, приклади використання структурного принципу проектування сучасними дизайнерами.

Ключові слова: біоніка, структура, біодизайн.

Постановка проблеми. У період стрімкого розвитку науки біоніки, популяризації використання її результатів в біонічному проектуванні призводять до зародження напрямку біодизайн, який тим чи іншим чином використовує біологічні форми і структури. Проявляється все більший інтерес з боку дизайнерів до даного напрямку, тим самим виникає затребуваність дослідження та використання природних структур як прототипу біонічного моделювання в сучасному біодизайні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В посібнику «Архитектурная бионика» під редакцією Ю.С. Лебедева висвітлені основні досягнення в галузі використання законів живої природи у світовій архітектурній практиці. Розглядаються можливості, закладені в живій природі, які можна використовувати у вирішенні проблем формування, технічного забезпечення, краси і гармонії архітектурних форм. Велика увага приділяється синтезу архітектури та живого природного оточення.

О.В.Кашенко, В.Є.Михайленко в своєму підручнику «основи біодизайну» висвітлили основні передумови формування напрямку біодизайн, визначили концептуальні основи біодизайну, теоретичні засади напрямку, у третьому розділі підручника представили геометричні основи моделювання біоформ та представили біодизайн в системі сучасного дизайну.

В книзі « Пирода-геометрия-архитектура» викладені відомості про особливості геометричної будови форми і різних представників тваринного і рослинного світу з метою вдосконалення сучасних просторових архітектурних конструкцій - вантових, тентових, пневматичних, оболонко-шкаралуп та ін..

Мета статті. Визначення типів природних структур, раціональність біоструктур і дослідження їх використання сучасними дизайнерами.

Виклад основного матеріалу. Біоніка – наука суміжна між біологією і технікою, що розв'язує поставлені задачі на основі моделювання структури та життєдіяльності організмів. Важливим аспектом науки біоніки є вивчення будови природних форм. Саме розвиток науки біоніки та ряду суміжних з нею наук(ботаніки, біофізики, біохімії, кібернетики) дав поштовх для створення нового напрямку біодизайн.

Зародився біодизайн в рамках традиційного дизайну, в період інтенсивного біонічного проектування, коли стали з'являтися роботи, що в тій

чи іншій мірі спираються на біологічні форми і структури. Будь – який природний об'єкт виступає як органічна єдність певних якостей, ознак та зв'язків.

Структура - це внутрішня будова об'єктів. Виявлення зв'язків, вивчення взаємодії та супідрядності складових частин різних за своєю природою об'єктів дозволяє виявити аналогії в їх організації і класифікувати їх до певних груп.

Ле Кообузе в якості соціального елемента архітектури брав клітинку. Він писав: « Якщо клітина є первинним біологічним елементом, то «домашнє вогнище», іншими словами, - притулок для сім'ї, являють собою соціальну клітину.»[2]

Виділяють *клітинні* структури, в основі яких лежить структурна одиниця – клітинка, в свою чергу клітинки за своєю формою можна систематизувати на певні категорії. Виділяють чотири основні види форм клітинок: трикутник, квадрат шестигранник та коло.

Сполучення різних комбінацій клітинок утворюють структурні групи різні за характером будови : сітка і спіраль.

Виділяють також *розгалужені* структури, в основі яких лежить структурна одиниця – гілка. За характером форми гілки поділяють на наступні види: гілка, крючок, вилка, сучок, розетка, колотівка, пучок.

Оскільки клітинні та розгалужені структури мають досить просту форму, яку можна побудувати, описати геометричним способом та скласти у певну конструкцію вони дають можливість створювати різноманітні за формою об'єкти біодизайну. Використання структури для створення об'єктів дизайну одразу набуло широкого розповсюдження у дизайнерів.

Яскравим прикладом освоєння природних аналогів є творчість відомого італійця дизайнера Луїджі Колані.

Він вважає, що пластика природних об'єктів робить можливими взаємозв'язок різнохарактерних виробів один із одним і з навколишнім середовищем, утворюючи при цьому єдиний предметно-просторовий комплекс. Яскравим прикладом цього є його проєкт міської забудови під назвою «Human-City». Проєкт по своєму дизайну нагадує форму лежачої на спині людини. За основу було взято структуру людського організму людини, оскільки людський організм сам по собі є цілісний, гармонічний об'єкт із складною, але досить продуманою будовою, що і було використано при розробці цілого архітектурного комплексу.

Як сказав сам автор, «человечество должно вернуться к своим корням и природе, прежде чем шагнуть вперед».

Ще одним прикладом використання структур є модульна система освітлення, автором якої є відомий промисловий дизайнер Росс Лавгроув (рис1). Дана модульна система освітлення являє собою січасту структуру, яка складається з елементарних чотирикутних модулів, для створення сучасного скульптурного декору та системи освітлення для будь-яких інтер'єрів. Його сонячні дерева у Відні висвітлюють використання природньої структури дерева, для створення цілісних предметів дизайну та зазобів освітлення т.ін.



Рис.1. Рос Ловгров, Модульна система освітлення X .

Висновки

Значущим для біоніки є вивчення побудови природних об'єктів. Структура – внутрішня будова об'єктів, сукупність внутрішніх елементів форми об'єкту та зв'язків між ними. Виділяють: клітинні структури, до яких відносять сітчасті і спіральні структури. Розгалужені структури. Багато відомих дизайнерів у наш час звертаються до біоніки її використання, до вивчення і розповсюдження природних структур як основних формотворчих елементів.

Перспективи дослідження. Вивчення властивостей структур, характерних перетворень для різних типів структур. Можливості використання їх при створенні об'єктів біодизайну. Дослідження і прорахунок геометричних біоформ, створених на сонові біоструктур.

Список літератури

1. Жерарден Л. Бионика. В мире науки и техники/ Л. Жерарден.- М.: Мир, 1971. – 232с.
2. Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика; Под ред. Ю.С. Лебедева./ В.И. Рабинович, Е.Д. Положай, – М.: Стройиздат, 1990.-269с.
3. Михайленко В.Є. Основи Біодизайну/ В.Є Михайленко, О.В. Кашенко. – К.: Каравела, 2011.-224с.
4. Михайлов С. М., Михайлова А. С. «Постиндустриальный дизайн: новые виды синтеза» Московская государственная художественно-промышленная академия им. С.Г. Строганова ISSN: 1997-4663

*І.О. Кузнецова, д.мист., проф., А.В. Лукашенко, студ.
(Національного авіаційного університету, Україна, Київ)*

ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ У ДИЗАЙНІ ОФІСНИХ ІНТЕР'ЄРІВ

На основі аналізу ста прикладів інтер'єрів офісних приміщень виявлено використання елементів композиції та їх поєднання у штучному освітленні.

Актуальність. За допомогою аналізу офісних приміщень виявлено закономірності використання елементів композиції в конструюванні освітлення.

Постановка проблеми. При проектуванні освітлення офісів на першому місці стоїть врахування функціональних вимог. Це зумовлено специфікою приміщень, які мають максимально сприяти робочому процесу. Оскільки офіс – це сукупність різних за призначенням приміщень, тому йому властиве різноманітне поєднання джерел освітлення.

Мета. Дослідити наявність елементів композиції у штучному освітленні офісів та можливості їхнього поєднання на основі аналізу ста інтер'єрів офісів.

Світло виступає основним матеріалом у формуванні інтер'єру приміщень. Це ключовий момент у здатності людини бачити, оцінювати форму, колір та перспективу предметів, що знаходяться навколо неї. Воно допомагає досягнути певного сприйняття простору, архітектури та атмосфери.

В дизайні простору світло відіграє роль художнього засобу. Проте варто зазначити, що кожному стилю і кожному типу приміщень повинні бути характерні свої індивідуальні прийоми освітлення, які надають йому особливої виразності. Підсилюючи чи понижуючи вплив світла на окремі об'єкти, можна досягти бажаного ефекту. Освітлення вміє розділяти і об'єднувати простір: за допомогою світла можна створити дві різні зони в одному приміщенні або гармонійно об'єднати дві самостійні; світло можна використовувати, щоб вести увагу людини від одного простору до іншого.

При проектуванні інтер'єру офісу варто звернути увагу на те, що це приміщення поєднує в собі безліч процесів і для кожного з них характерна своя інтенсивність світла. Освітлення являється одним з основних аспектів організації праці і тому воно має певне коло вимог. Оскільки людина проводить у офісі більшу частину свого часу, тому все освітлення має повністю відповідати призначенню: правильно впливати на працездатність працівника, створювати сприятливу атмосферу, забезпечувати максимальний зоровий комфорт, відповідати рівням стандартів освітленості, розподілу яскравості, кольоровим характеристикам тощо.

Офісні приміщення вирізняються своєю багатофункціональністю та використанням великої площі, що зазвичай розділяють на додаткові за допомогою перегородок або за допомогою використання різнопланових форм. Одним із варіантів є поділ приміщення за допомогою різних джерел світла.

Такі особливості проектування зумовили використання у освітленні різних елементів композиції.

Будь-яке освітлення офісу базується на основі елементів композиції [5]. Для того, щоб грамотно поєднувати їх в одному приміщенні потрібно враховувати їхні особливості. Поєднання всіх цих елементів [3] в одному приміщенні одночасно ніколи не зустрічається, оскільки це призводить до переважаності сприйняття. До того ж призначення офісу цього не дозволяє [4].

До елементів композиції відносяться: точка, лінія, пляма, форма, текстура, фактура, колір, рух, час та світло [6]. Кожен з цих елементів по своєму проявляється у освітленні. До того ж призначення офісу цього не дозволяє. Для того, щоб виявити, які з композиційних елементів присутні в офісних інтер'єрах, як вони використовуються та поєднуються, було переглянуто 100 прикладів проектів офісів [2].

Найпростішим композиційним елементом являється точка, яка відіграє функцію графічного акценту і використовується для акцентування певної ділянки приміщення. Зазвичай, вона застосовується як засіб створення певного рисунку. Серед проаналізованих інтер'єрів зустрічаються спіраль з точок, округлість з точок та ламана з точок.

Найчастіше використовується лінія, яка розділяється на пряму (13% зі 100), криву та ламану (9%). Вона характеризується протяжністю на площині і заповнює більшу площу, на відміну від точки. Зазвичай лінії використовуються на стелі і розташовані вздовж приміщення; розміщення по діагоналі не використовується у малих приміщеннях.

Лінії можуть бути паралельними, косими або пересікатися; використовується повторення рівних за довжиною відрізків – чергуванні пробілу та джерела. Аналіз показав, що лінія у офісному освітленні може використовуватися як самостійно, так і в поєднанні з іншими композиційними елементами.

Такий елемент як пляма використовується в якості кола, округлості та прямокутних площин, в яких задіяна вся поверхня. Вона характеризується заповненням великої площі і використовується в освітленні, коли необхідно рівномірно освітлити певну значну за розмірами ділянку інтер'єру.

Найчастіше зустрічається саме округлість (5%) – підсвічується тільки контур фігури. Також використовується підсвічування дуг округлості. Щодо прямокутних форм прослідковується використання повторення по всій площі квадратів, застосування прямокутників, що пересікаються, а також прямокутників зі округленими кутами. У декількох інтер'єрах присутнє освітлення у вигляді площини складної форми.

Наступний елемент композиції – форма, яка застосовується у якості тривимірної моделі обертання. З усіх перелічених елементів вона використовується найрідше і тільки у поєднанні з іншими елементами. Це пов'язано з тим, що такі типи світильників зазвичай звисають зі стелі і відповідно заповнюють певну площу, що є не вигідним з точки зору використання робочого простору.

Серед проаналізованих інтер'єрів [1] виявлено такі форми: каплеподібна, форма представлена повторенням відносно осі обертання гнутих об'ємних ліній, сфери.

Оскільки офіси – це сукупність різних за призначенням приміщень, у яких велика площа може складатися з різних за функціональним призначенням зон нерозділених перегородками, тому часто світло використовується дизайнерами як засіб зонування. Це призводить до необхідності поєднання декількох видів композиційних елементів. На основі переглянутих варіантів використання світла можна умовно зробити класифікацію складності поєднання освітлення.

Перший рівень представляє поєднання двох елементів, з яких пріоритетними є використання ламаної і окружності (8%), прямої і точки (7%), ламаної і площини (5%), ламаної і точки (4%). У одному з інтер'єрів виявлено цікаве поєднання гнutoї лінії та точки, які розміщуються в одному напрямі та на однаковій відстані одне від одного, що загалом сприймається як плямі лінії.

Другий рівень складності полягає у поєднанні трьох і більше елементів. Зустрічається: ламана, точка, коло; перетин прямих і кривих, дуги, кола; окружність, ламана, крива – таке поєднання перенасичує інтер'єр світлом, оскільки всі джерела однакової яскравості та розміщені на всіх поверхнях.

Третій рівень складності представлений поєднанням складної форми та простих елементів: проекція гелікоїда, точка, відрізок прямої; складна форма (гелікоїд), коло. В зразках офісних інтер'єрів зустрілися приклади використання складної форми для утворення візерунків: орнамент, пряма, коло та складний контур.

Щодо кольору освітлення в офісах використовується тільки біле холодне, тому що воно тонізує, мобілізує людину, активує розумову діяльність. Тепле освітлення властиве зонам відпочинку персоналу, оскільки воно максимально комфортне для людини.

Всі інші елементи (фактура, текстура, час та рух) не мають значення при проектуванні освітлення, оскільки офісне освітлення має не відволікати людину від роботи. Тому перевага надається простим елементам: точці, лінії, плямі та формі. Їхнє поєднанням також характеризується певною обмеженістю, що зумовлено тим, що освітлення має забезпечувати максимальну сконцентрованість працівника на робочому процесі, створювати світловий комфорт та рівномірно освітлювати всі робочі поверхні. Як декоративний елемент освітлення зазвичай використовується у зонах відпочинку. Тобто проектування офісного освітлення спрямоване перш за все на функціональну його сторону, і лише після вирішення цього завдання звертають увагу на естетичну сторону.

Серед проаналізованих інтер'єрів було виявлено, що найбільше світла простір отримує при використанні площин, що стало причиною того, що цей елемент найрідше поєднується з іншими, а коли все ж таки поєднується, то враховуються його розміри.

Найрідше використовується точка – її роль в даних прикладах зверталася на її декоративні можливості – створення певного рисунку. Це зумовлено тим, що використання безлічі дрібних світильників є невідповідним

економічно. Також вихід із ладу певного пристрою може призвести до порушення всієї світлової композиції.

Найпоширенішим елементом, який використовується у офісних приміщеннях є лінія. Це пояснюється її різними видами (ламана, гнута, пряма) а також тим, що за її допомогою можна візуально зменшити або збільшити саме приміщення. Також особливістю цього елементу є те, що він може використовуватися на всіх поверхнях без виключення. Серед проаналізованих інтер'єрів було виявлено застосування лінії при моделюванні меблевого наповнення простору. Лінія використовується і як джерело освітлення, і як засіб для акцентування уваги, і як вказівник напрямку руху.

Використання об'ємної форми напряму залежить від специфіки офісу та звичайно від його площі. Зазвичай форма використовується шоу-румах, місцях переговорів для створення відчуття затишку та домашнього комфорту.

Специфіка офісу диктує також і яке освітлення буде в ньому використовуватися. Часто рід його діяльності дозволяє використовувати продукцію у якості освітлювального прибору.

Висновки

На основі дослідження ста інтер'єрів офісів виявлено, що з усіх елементів композиції пріоритетним є використання точки, лінії, плями та форми. У чистому вигляді використовується пряма (13% зі 100) та ламана (9%). Частіше зустрічаються сполучення елементів між собою, з яких пріоритетними являються поєднання ламеної та окружності (8%), прямої і точки (7%), ламеної і площини (5%), окружності (5%), кривої та окружності (4%).

Проте саме проектування освітлення спрямоване на забезпечення максимального зорового комфорту для працівника, створення оптимальних умов для роботи та зосередженості на виконанні.

Перспективи дослідження. Подальші дослідження штучного освітлення буде спрямоване на аналіз наявності симетрії, асиметрії, динаміки, статички, ритму, метру та композиційного центру у проектуванні освітлення офісних приміщень.

Список літератури

1. Alex Sanchez Vidiella. Atlas of Office Interior / Alex Sanchez Vidiella. – Rockport Publishes, 2008. – 600 p.
2. Piler Chueca. Office Interiors / Editor Carles Broto. – Links, 2007. – 240 p.
3. Pipes A. Foundations of art and design. – London: Laurence King Publishing, 2008. - 272 p.
4. Вейнерд Д. Светодиодное освещение. Справочник / Д. Вейнерд, Ч. Сполдинг. – Philips, 2010. – 156 с.
5. Коваль Л.М. Принципи формування дизайну предметно-просторового середовища засобами LED-технологій: дис. канд. мистецтвознавства: 17.00.07 – дизайн / Лідія Михайлівна Коваль. – Харків, 2012. – 275с.
6. Устин В.Б. Композиция в дизайне. Методические основы композиционно-художественного формообразования в дизайнерском творчестве. – 2-е изд., уточненное и доп. / В.Б.Устин. – М.: АСТ: Астрель, 2007. – 239 с.

*О.В. Кардаш, д.т.н., проф., І.Г. Алексеєнко-Люта, ст.
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

ПРАКТИКА СИНТЕЗУ У ДИЗАЙНІ ІНТЕР'ЄРУ РЕСТОРАННИХ ЗАКЛАДІВ УКРАЇНИ

Сучасні культурні практики позначили досить широкі межі творчого підходу до формування простору та створенню синтезу у дизайні інтер'єру внутрішнього середовища ресторанних закладів з урахуванням і на основі художньо вмотивованих критеріїв.

Актуальність дослідження пов'язана: по-перше, із власне культурною ситуацією - соціальною потребою в появі різнопланових ресторанних закладів, у тому числі і з розширеною функцією дозвілля. На практиці це підтверджується масовим зростанням в Україні (і, зокрема в Києві) за останні 6-8 років кількості нових барів, кафе, клубів, ресторанів, кав'ярень, чайних, піцерій, кафе-бістро, по різному поєднують харчування та відпочинок. Причому сьогодишній підхід до створення їх об'ємно-планувальної та образно-стилістичної організації внутрішнього середовища кардинально відрізняється від принципів, відомих в попередні історичні періоди, по-друге, з відсутністю досліджень сприйняття, склалися інтер'єри безпосередніми споживачами відвідувачами ресторанних закладів різного соціального рівня.

Слід додати також, що сучасний ресторанний інтер'єр як синтезована комплексна система, що інтегрує в єдине ціле численні естетичні та технічні складові, є в цілому мало вивченим, з наукової точки зору, архітектурно-дизайнерським феноменом. Можна констатувати відсутність навіть спроб комплексного осмислення і вивчення даного явища, як з метою теоретичного узагальнення ознак цього феномена, так і з метою практичного застосування вивченого досвіду в подальшому проектуванні.

Мета дослідження - виявлення практик синтезу особливостей формування та трансформацій ресторанного інтер'єру в Україні

Завдання дослідження:

Систематизувати структурно-семантичні ознаки, що відрізняють об'ємно - просторове рішення і середовище ресторанних закладів від інших громадських просторів в минулому і сьогодні;

Структурувати уявлення про весь спектр ресторанних закладів, у тому числі з розширеною функцією дозвілля, з урахуванням архітектурно-художньої якості середовища.

Проблема дослідження пов'язана, по-перше, з дизайнерським «бумом» в сфері інтер'єрного проектування ресторанних закладів, який відбувається в сучасній Україні, і, по-друге, з відсутністю чітких історико-культурних орієнтирів, а також сформованої мистецтвознавчої бази при виборі конкретних образних і архітектурно-просторових рішень того чи іншого створюваного інтер'єру.

Проблема актуалізує існуюче протиріччя між активним прагненням до спадкоємства характерних для різних історичних епох дизайнерських прийомів і далеко не завжди адекватним умінням на практиці освоїти це різноманітне спадок.

Предмет дослідження - архітектурно-просторові, конструктивні і декоративно-художні рішення інтер'єрів ресторанних закладів в Україні
Матеріал дослідження - інтер'єр простору як сучасних, так і історичних, збережених або втрачених ресторанів, кафе, клубів, барів, кав'ярень, чайних. Слід зазначити, що ряд характеристик об'ємно - просторових рішень і стилістичних особливостей інтер'єрів втрачених ресторанних закладів відновлювався історичними свідченнями і шляхом екстраполяції уявлень, отриманих при вивченні збережених аналогів інтер'єрів.

Вважається найбільш репрезентативним мистецтвознавчий підхід до матеріалу, де в якості основоположної визначена художньо-образна домінанта простору з урахуванням специфіки певних часових періодів. На сьогоднішній день в ресторанному інтер'єрі проявляються тенденції до активного подальшого формування і трансформації образно-функціональної середовища у зв'язку з соціокультурним розвитком і ростом технологічних новацій.

Наукова новизна дослідження полягає в тому що:

- Зроблена спроба вивчення синтезу ресторанного інтер'єру як цілісного явища, з позицій функціонально - технічних і архітектурно-художніх, а також з точки зору аналізу візуальних комунікацій;

- Вироблено типологічне структурування за спеціально виявленими ознаками як самих інтер'єрів, так і їх елементів; виявлені відмінні особливості архітектурно-просторових і стилістичних рішень ресторанних інтер'єрів в різні історичні періоди;

Значимість дослідження визначена тим, що:

- узагальнені уявлення про генезис ресторанного інтер'єру в Україні в контексті розвитку архітектурно-художнього середовища;

- позначені найбільш характерні стилістичні та образно-художні теми інтер'єрів сучасних ресторанних закладів.

Результати дослідження можуть бути використані в якості інформативного і методично репрезентативного матеріалу в інтересах діючих дизайнерів, що займаються практичним проектуванням ресторанів, барів, кафе, кав'ярень, клубів і різних інших закладів з функцією харчування та дозвілля. Це, в свою чергу, дозволить практикам знаходити найбільш доцільну, естетично і функціонально коректну модифікацію інтер'єрного простору в кожному конкретному випадку, що при проектуванні і реалізації сприятиме прийняттю більш обґрунтованих рішень і підвищенню ефективності творчого процесу створення інтер'єру, незалежно від рівня складності завдання.



Рис. 1 Традиційний респектабельний інтер'єр ресторану

Формування ресторанного інтер'єру в сучасній Україні зазначено, з одного боку, масовим кількісним зростанням самих ресторанних закладів різноманітних функціональних типів, а, з іншого, різноманітним об'ємно-просторовим, а головне образно-художнім рішенням інтер'єрного середовища.

Просторова основа, що є, як правило, наслідком реалізації утилітарно-прагматичних завдань, а також конкретного розташування в структурі будівлі або (рідше) в рамках певної території. У підсумку погляду відвідувачів пропонується більш-менш цілісна інтер'єрна «картина», сприймана в процесі їх поступового включення в створений середовищний образ. Система візуальних комунікацій, характерна для сучасних ресторанних інтер'єрів, з м'якою або агресивною наполегливістю пропонує відвідувачам максимально задовольнити їх потреби в харчуванні і дозвіллі, що, в кінцевому рахунку, вигідно для власників закладів. Чим більш компетентно, в професійному відношенні, проєктована інтер'єрна система візуальних кодів і значень, тим більше комерційний успіх. Ресторанний інтер'єр є своєрідною упаковкою для «товарів і послуг», з одного боку, а з іншого - самостійним предметом естетичного споживання і джерелом естетичного переживання. Така функціональна подвійність робить феномен ресторанного інтер'єру посправжньому ексклюзивним архітектурно-дизайнерським явищем.

Структурування різноманіття функцій, характерних для в сучасних ресторанних закладів, зводиться в основному до розуміння рівня взаємозв'язку основної функції харчування з різноманітними елементами дозвілля. І, відповідно кожному конкретному варіанту цього взаємозв'язку, робиться спроба адекватного архітектурно-художнього рішення інтер'єру допомогою комплексної організації простору та функціонального зонування, розробки композиційної структури об'ємних форм і елементів, підбору доцільних оздоблювальних і декоративних матеріалів, а також реалізації Світлоколірного задуму і комплектації необхідними меблями, обладнанням та інтер'єрними аксесуарами.



Рис. 2 Інтер'єр ресторану в стилі кітч

Наскільки ж функціонально зручним і естетично виразним є те чи інше рішення, залежить від цілого ряду взаємопов'язаних чинників, починаючи від рівня професіоналізму автора і закінчуючи суто прагматичним, але часто не менш значущим чинником фінансових вкладень у створення конкретного ресторанного інтер'єру.

Висновок

У процесі нашого дослідження була поставлена проблема, вивчений і систематизований з погляду художніх і функціонально-технічних особливостей ряд найбільш репрезентативних ресторанних інтер'єрів України.

Дослідження феномена ресторанного інтер'єру в Україні, як у прагматичному, так і в естетичному аспектах показало, що утилітарна основа (харчування та відпочинок), а, відповідно, і функціональний тип залишаються відносно постійними. В той же час як відбувається смислове нарощування функцій і технологій. Сьогодні акцент все частіше зміщується в бік синтезу відпочинку і дозвілля, хоча і як і раніше в прив'язці до «харчування».

Список літератури

1. М.: Тура, 1995. - 240 с.
2. Глазичев В.Л. Зародження зодчества / В.Л. Глазичев. М.: Стройиздат, 1983. - 126 с.
3. Глазичев В.Л. Світ архітектури: Обличчя міста / В.Л. Глазичев, А.Е.
4. Гутнов. Молода гвардія, 1990. - 350 с.
5. Глазичев В.Л. Про дизайн / В.Л. Глазичев М.: Мистецтво, 1970
6. Глазичев В.Л. Організація архітектурного проектування / В.Л. Глазичев-7. М.: Стройиздат, 1977.
8. Глазичев В.Л. Відкрита лекція «Культура в місті місто в культурі» / В.Л. 9. Глазичев. - Тольятті, 16 жовтня 2003 // www.glazvchev.ru/courses/2003-10.10-16_lecture_cultura_v_gorode.htm

ЕКОЛОГІЧНЕ БУДІВНИЦТВО – СУТТЄВИЙ КРОК ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ

У статті висвітлюються особливості екологічного будівництва, сучасний стан та перспективи його розвитку як основи створення індивідуального життєвого простору людини – важливої умови досягнення сталого розвитку суспільства.

Термін «сталий розвиток» є українським відповідником англійського терміну «sustainable development», котрим позначається сучасна концепція задоволення потреб людства із забезпеченням інтересів майбутніх поколінь, включаючи їхню потребу в безпечному і здоровому довкіллі. Стратегічна мета концепції — виживання людства.

Теорія сталого розвитку є альтернативою парадигмі економічного зростання, яка ігнорує екологічну небезпеку від розвитку за екстенсивною моделлю [1].

На сьогоднішній день існує ряд проблем планетарного характеру: екологічних, політичних, економічних та соціальних, що разом сплелися в одну глобальну кризу, котра невпинно наростає і ставить перед людством питання про саме його подальше існування.

Один з головних шляхів відведення загрози – створення нових селітебних систем, що мають відповідати двом основним умовам: життєві потреби людини (енергетичні, харчові, рекреаційні) мають задовольнятися із джерел, максимально наближених до її помешкання, а останнє має якнайповніше відповідати індивідуальним запитам людини (духовним, естетичним, соціально-побутовим).

Сьогоднішнє міське життя замикає індивіда в кубі «житло-робота-транспорт», котрий критично звужує простір задоволення його фізіологічних, культурних та рекреаційних потреб. Урбанізація все більшою мірою стає джерелом цілої низки життєвих небезпек для людини. Це і не допустимі санітарно-гігієнічні показники міських жител, і загальне забруднення міського середовища (хімічне, акустичне, електромагнітне...), вимушені, психологічно виснажливі контакти з іншими людьми [4]. Зрештою, концентрація великих мас людей на обмежених площах є небезпечним, марнотратним і тупиковим напрямом організації людських поселень. Сучасні технологічні напрацювання, зокрема у галузях тепличного рослинництва та нетрадиційної енергетики, з одного боку, та звернення до будівельного досвіду минулого, з другого, дозволяють приступити до негайного вирішення цієї проблеми.

Усе більшого розуміння знаходять ідеї дезурбанізації – перехід до розосереджених селітебних систем, здатних повернути людині переваги «наземних» типів помешкань предків, забезпечити їй безпосередній доступ до базових життєвих ресурсів, а саме – чистого повітря, питної води, повноцінної їжі та рекреативних сил природи.

Одним із перспективних технологічних засобів такого переходу є екологічне будівництво, коли житло будується переважно малоповерховим і з природних матеріалів, а його енергозабезпечення здійснюється засобами альтернативної енергетики. Як показує світова практика, зведення таких жител (зокрема глинобитних, саманих, конструкцій) практикується в Австралії, Англії, Німеччині, Казахстані, Канаді, Латвії, Мексиці, Монголії, Новій Зеландії, Норвегії, Фінляндії, Франції, Чилі. Із саману зводять споруди також в Україні, Білорусії, Росії, [2].

В екопоселенні Амацціємс (рис.1), на околицях міста Цесіс у Латвії, триста будинків зведено з екологічно чистих матеріалів. Селище забезпечене електроенергією, каналізацією та Інтернетом. За кожним будинком закріплено ділянку від 0,4 до 1,3 га, з невеличким озером і шматочком лісу. Обігріваються житла, в основному, теплом від землі за допомогою геотермальних насосів.

Цікава планувальна особливість – з вікон кожного такого житла не видно сусідніх будинків[5].



Рис.1. Екопоселення Амацціємс, Латвія.

Інший приклад ефективного екобудівництва – проект CAL-Earth для біженців та постраждалих від стихійних лих [6]. Технологія «Super Adobe» архітектора Надера Халілі дозволила створювати цілі поселення доступного житла, матеріалом для якого слугує ґрунт з будівельного майданчика. Один будинок шириною до 18 м може бути зведений протягом одного дня сім'єю з чотирьох чоловік, не маючих відповідного досвіду (рис.2).



Рис.2. Проект CAL-Earth, етапи зведення будинку.

Останніми роками набуває поширення будівництво екологічного житла із матеріалів на основі соломи. Одним з найпопулярніших керівництв по «солом'яній» технології є на сьогодні проектно-будівельна практика Євгенія

Широкова, віце-президента Міжнародної академії екології, ідеолога і провідника екологічного будівництва в Росії і Білорусі [3]. Будинки Широкова не підключені до електричної та газової мережі. Тепло для побутового нагріву води отримується від дахових сонячних колекторів та внутрішньої печі оригінальної конструкції. При цьому, значному зниженню тепловтрат сприяють криволінійність стін та переважно південна орієнтація вікон. Крім сучасного набору зручностей, в будинку є також російська лазня, діє система біологічної утилізації відходів.

До новітніх технологій екологічного будівництва поступово входять технології рослинної архітектури, за якими створюються т. з. «живі будинки» з рослинними перегородками в інтер'єрах та «вертикальними садами» на фасадах.

До надсучасних можна віднести концепцію зростаючого будинку, для створення якого використовується швидкоростуча ліана. Архітектор Мітчелл Джоакім застосував у проєкті Fab Tree Hab [7] садову технологію «плетення», що нагадує бонсай: саджанці дуба, в'яза і кизилу розміщуються в певному порядку, котрий задає траєкторію росту майбутньої конструкції будинку (рис.3).

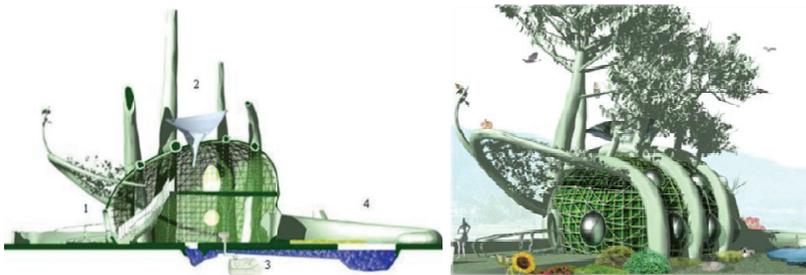


Рис.3. Проєкт Fab Tree Hab.

Коли параметри живого будинку наближаються до проєктних, в основу висаджуються ліани, що утворюють стіну. Завершують будівництво герметизацію стін природними матеріалами на основі саманних сумішей.

Пошуки нових концепцій та технологій створення житла – це пошуки відповідей на питання, пов'язаних з самим існуванням людства в найближчому майбутньому. Житло, з його художньо-естетичними та утилітарними якостями, є однією з первісних потреб людини, чинником, що визначає усі сторони життя людини, формує її особистість, зрештою – обличчя цивілізації.

Екобудинки та екопоселенні на їхній основі неминуче нададуть нового гуманістичного характеру житловому середовищу та способу життя людей, змусять їх переосмислити своє місце в природі, та ставлення до неї.

Головними ознаками нових поселень, різних за архітектурою, залежно від місцевих фізико-географічних умов та соціально-демографічних вимог,

будуть неповторність кожного з об'єктів та їх органічна інтеграція в природно-ландшафтні середовища.

Висновки

Забезпечення кожної людини персональним життєвим середовищем є тим вирішальним кроком, котрий здатен повернути їй гідність, самодостатність та відповідальність за власну долю, за природу, за країну, за планету. Повернення до первісних способів будівництва житла, на базі сучасних науково-технічних досягнень – один з перспективних напрямів вирішення соціальних та екологічних проблем що постають перед людством, зокрема досягнення ним сталого розвитку (sustainable development), за якого задоволення потреб сучасного суспільства не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

Список літератури

1. Курумчина А.З. Конструирование будущего как реальности: автореф. дис. канд. фил.наук: 09.00.13. / А.Э. Курумчина; ОГПУ. — Омск: ОГПУ, 2008
2. Минке Г. Глинобетон и его применение. — Калининград : ФГУИПП «Янтарный сказ», 2004.
3. Мирман М., МакДонал С. Дома из соломенных блоков / Под общ.ред. Широкова Е. – Минск, 2005.
4. Сременко Л.К. Дезурбанізація: головний напрям містобудування майбутнього? // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Науково-технічний збірник. – К.: КНУБА -2008 – Випуск 20 – С.12-23.
5. Эванс Я., Смит Дж.М., Смайли Л. Дом из самана. Философия и практика. – «Рідна земля», 2004.
6. Cal-Earth [Електронний ресурс]: за даними матеріалів «Eco-Dome: «Moon Cocoon» – режим доступу: <http://calearth.org/building-designs/eco-dome.html>.
7. M. Joachim, J. Arbona, L. Greden. Fab Tree Hab 306090 08: Autonomous Urbanism/ Kjersti Monson & Alex Duval. – New York: Princeton Architectural Press, 2005.

*Л.К. Єременко, ст. викл, К.О. Козійчук, студ.
(Національного авіаційного університету, Україна, Київ)*

МЕБЛІ З РОСЛИН ЯК ВАЖЛИВА ЧАСТИНА СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ДИЗАЙНУ В ІНТЕР'ЄРАХ

У статті розглядається проблема возеднання людини з природою, а саме створення екологічного житла за допомогою меблів з рослин: ротанга, водного гіацинта, бананового аркуша, морської трави.

Постановка проблеми: Втоплена від урбанізації і досягнень технічного прогресу людина все частіше й частіше звертається до витоків - до природи. Тому постає необхідність у використанні екологічного напряму в дизайні інтер'єру. Еко-стиль припускає використання переважно натуральних матеріалів з природною природною забарвленням. На сьогодні безсумнівним атрибутом еко-стилю є використання меблів з рослин: ротанга, водного гіацинта, бананового аркуша, морської трави. Жива меблі - наступний етап в ультраекологічному дизайні. Вони насичують повітря киснем, озеленюють приміщення і піднімають наш настрій. Існує безліч варіантів незвичайного дизайну меблів, які включають в себе активно зростаючий мох, траву, виноградні лози, гриби і навіть кристали.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Численні дослідження провели: Мішель Бусьєн, Пітер Кук, Токуджин Йошайока, Шинвей Рода Ен, Джуді Хойсек, Кай Лінк, Жуо Ванг.

Метою роботи є проаналізувати роль меблів з рослин у створенні екологічного дизайну інтер'єру та в житті людини.

Виклад основного матеріалу. Екологічний дизайн - це спроба відтворення природного середовища в місцях проживання людини. Сенс еко-дизайну полягає в самій назві - інтер'єр, виконаний у цьому ключі, оптимально гармоніює з навколишнім середовищем. Саме в «екологічному» приміщенні людина може відчути всі переваги натуральних матеріалів і дійсно відпочити від задушливого міста. Велике значення в екологічному дизайні має його наповнення, а саме меблі з рослин, або як їх ще називають «живі меблі»[1].

«Прабатьками» еко стилю вважають скандинавських дизайнерів, які дали основу в з'єднанні природнього матеріалу і новаторської форми, а також японських традиціоналістів. За рахунок своєї позитивної енергетики, сприяє розслабленню, приділення уваги здоров'ю та правильності життя, еко стиль в інтер'єрі швидко знайшов собі прихильників і продовжує залишатися популярним в сучасних будинках і квартирах.

Меблі з рослин - це невід'ємний елемент еко-стилю. Такі меблі можуть вироблятися з таких рослин, як : ротанг, водний гіацинт, банановий аркуш, морської трави [2].

Ротанг відноситься до сімейства субтропічних пальм з Південно-Східної Азії. Основна перевага меблів з ротанга - відносно невисока вартість при дуже великій міцності: меблі з ротанга здатна витримувати навантаження

до п'ятисот кілограмів. Ротанг має високу стійкість до вологи, а також до перепадів температур і тиску. Гладкі еластичні стебла ротанга - ідеальний матеріал для виготовлення плетених меблів [3].

Водний гіацинт, що відноситься до сімейства водних очеретів, для виробництва меблів використовується досить рідко. Причина цього криється не в дефіциті даного матеріалу, а в тому, що лише деякі фабрики знають "секрет" сушки та обробки водного гіацинта. Інша назва даної рослини - ейхорнія прекрасна. Виростає ейхорнія прекрасна в прісній воді в тропіках Індокитаю та Південної Америки. Особлива властивість водного гіацинта як матеріалу для меблів, а саме стійкість до впливу вологи, дозволяє використовувати предмети меблів і аксесуари з водного тростини в інтер'єрі ванних кімнат. Також меблі з водного гіацинта стійка до вигорання. Оригінальна технологія виготовлення меблів з водного тростини: просушений очерет вручну заплітається в щільні кіски. Меблі з водного тростини відноситься до класу дорогих ексклюзивних меблів.

Банановий лист - це ще один з екзотичних матеріалів, який використовують при виготовленні меблів. Основні постачальники бананового аркуша - Африка і Латинська Америка. Бананове листя збираються і спеціальним чином висушуються на сонці протягом певного часу. Час сушіння залежить від виду бананового аркуша, пори року, коли відбувається висушування і становить від двох тижнів до двох місяців. Потім банановий лист згортається в джгут і просочується спеціальним складом для підвищення еластичності. Завдяки цій властивості меблі з бананового листа може бути найхімернішою, екзотичною форми як би на підтвердження незвичайності матеріалу, з якого вона виготовлена. Варто також відзначити, що різноманітні відтінки бананового аркуша дозволяють створити особливу, неповторну атмосферу гармонії у Вашому домі.

Меблі з водоростей - це "меблі з підводного царства". Морські водорості утворюють на морському дні справжні підводні луки. Довгі й пружні водорості є відмінним матеріалом для виготовлення меблів. Після спеціальної обробки, під час якої усувається і специфічний запах водоростей, промита і висушена трава сплітається в довгі тонкі джути, з яких робляться різноманітні меблі.

Багато дизайнерів, які вигадали чудові новинки в розробці живих меблів. Багато цих новинок вже використовується в повсякденному житті [4].

Підняте на платформі як трон це "зростаюче крісло" Мішеля Буссена виконане з прозорої полікарбонатної структури, яка заповнена рослинністю. Художник каже, "Щоб рухатися вперед, ми повинні об'єднатися з живою матерією, що оточує нас. Давайте використовувати складність живої природи і включати її в наші творіння. Це допоможе нам переглянути способи відтворення природи".

Вся та вода, яка стікає з нашого тіла, коли ми виходимо з душу може бути джерелом живлення для живого моху, на поверхні якого м'яко і приємно стояти. Цей незвичайний килимок для ванної представляє три різних видів моху, який процвітає в сирій навколишньому середовищу ванної кімнати.

Вільний від відходів і штучних матеріалів, стілець Pooktre Пітера Кука - це повністю натуральна частина активно зростаючої меблів, яка з любов'ю вирощена за сім - вісім років до пересаджування в сад покупця. Кожен стілець - приклад втілення живої скульптури.

Крісло «Terra Grass» не сильно ускладнене втілення дизайнерської думки. Це - проста картонна структура, яка легко збирається і покривається землею, засіяної насінням трави. Ця найпростіша технологія дозволить креативним особистостям створити будь-які інші форми на своїй присадибній ділянці і вже точно вони не будуть схожими на цю звичну і потворну садові меблі.

У той час як більшості живої меблів потрібна невелика кількість догляду, за «зелений кисневий» стіл не варто турбуватися. Стіл покритий килимом з епіфітів tillandsia, які живуть за рахунок вологості і поживних речовин у повітрі, одночасно збагачуючи Ваш будинок киснем. Дуже простий спосіб збагатити наш будинок природою і бути взаємно корисними один одному.

Стіл Кінокото забезпечений вузькою смужкою для рослин, куди вони можуть бути висаджені і в той же час залишає велику частину поверхні столу функціональною.

Часто, лампи для домашнього саду досить важко змусити вписатися в декор Вашого будинку. Джуді Хойсек (Judy Hoysak) перетворює міні-сад у предмет меблів за допомогою столу «Vege-Table». З назви стає зрозуміло його призначення, хоча, безумовно воно - не єдине. Це як і раніше, симпатичний журнальний столик, але вже забезпечений самоорошасомою клумбою і лампами, які допоможуть виростити салат прямо у Вашій вітальні з мінімальними зусиллями.

Сучасний рослинний стілець Жуо Ванга. Це цілком простий гладкий білий стілець, з додавання одного єдиного горщика з легкої рослинністю до однієї з його задніх ніжок або, якщо завгодно, виноградною лозою, яка поступово переплететься навколо цього не дуже функціонального арт-об'єкту.

Висновки

Тож, проаналізувавши такі різноманітні «живі міблі» можна стверджувати, що за рахунок своєї позитивної енергетики, сприяння до розслаблення, приділення уваги здоров'ю та правильності життя, еко стиль в інтер'єрі швидко знайшов собі прихильників і продовжує залишатися популярним в сучасних будинках і квартирах. Еко стиль - втілення природи і цілющого спокою, це як своєрідний протест проти урбанізації та технологізації. Еко стиль в інтер'єрі відмінно підійде особистостям, які відчувають свою відповідальність за середовище, в якому вони живуть: еко-дизайн - це не просто стильний і красивий інтер'єр, але ще і вираз певної позиції протесту проти безмежного споживчого інстинкту і забруднення природи[5].

Подальший напрямок дослідження. Передбачається надалі досліджувати роль «живих меблів» в дизайні інтер'єру та житті людини.

Список літератури

1. Інформація про натуральний дизайн: [Електронний ресурс] - URL: <http://www.medweb.ru>
2. Інформація про еко-стиль: [Електронний ресурс] - URL: <http://homy.com.ua>
3. Інформація про рослини: [Електронний ресурс] - URL: <http://vmoedom.com>
4. Інформація про меблі з рослин: [Електронний ресурс] - URL: <http://www.abitant.com>
5. Інформація про меблі з рослин: [Електронний ресурс] - URL: <http://www.zelife.ru>

*С.О. Привольнева, ст.викл., І.В. Джереловська, студ.
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ У НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

У статті висвітлюються особливості формування приміщень у навчальному закладі, де організація освітнього процесу починається з організації освітнього простору, який пробуджує до творчості.

Актуальність. У час активного технологічного розвитку змінюється світогляд людей та виникають нові можливості в організації часу та простору. Розумова праця вимагає досконалого оточення, яке сприятиме ефективності творчого процесу.

Мета дослідження – проаналізувати тенденції організації простору в навчальних закладах та визначити особливості простору з освітньою функцією.

Чому потрібно модернізувати навчальні заклади? Головна ціль – це підвищити ефективність, покращити технічну інфраструктуру та створити нові функціональні та просторові можливості, що відповідають вимогам творчих процесів.

Сьогодні актуальними є відкриті структури ідеально адаптовані у відповідності з вимогами нового робочого середовища та змінами в організації робочого процесу.

Головне завдання діяльності закладу – підготовка студентів у сфері діяльності дизайн, покращення їхніх знань у обраній діяльності та загальний розвиток творчих можливостей з урахуванням технологічних можливостей 21 століття. Це означає, що потрібно створити новий простір. Він повинен приваблювати талановиту молодь та створювати затишну атмосферу, яка налаштовує на продуктивний процес навчання та надихає мислити креативно. А викладачам потрібно середовище, яке налаштує на спілкування та командну роботу. Разом з тим потрібен простір в якому працівники зможуть усамітнитись та зосереджено працювати, якщо це необхідно.

Більшість навчальних закладів достатньо забезпечені простором, проте студентам не вистачає кімнат для самостійної роботи та кімнати відпочинку. Також важливо збагатити лекційні аудиторії необхідним обладнанням.

В кафетерії досить часто накопичуються натовпи людей, оскільки це єдине місце де можна просто поспілкуватись в приємній обстановці.

Так формується оптимальне середовище, яке є результатом поєднання таких факторів: простір, технології, люди. Увага звертається на інновації та продуктивність. «Архітектура, що навчає» як каталізатор на шляху до знань та саморозвитку.

Кожне місце несе свій характер. Незалежно від того, хочемо ми працювати, навчатись, навчати, спілкуватись, розважатись чи розслаблятись, місце, створене спеціально для цих цілей завжди відображає потреби його

користувачів. Його функціональність залежить від того, які емоції воно у нас викликає. Обстановка діє на нас через висоту стелі, кольори покриттів та загальну площу.

Дизайн інтер'єру навчального закладу залежить від нових педагогічних методів. У наш час користується популярністю «швидкісне електронне навчання» та «он-лайн курси».

Коли змінюються образотворчі методи та процеси, логічно, що поступово повинно покращуватись середовище, в якому ведеться навчання процес.

Сучасні образотворчі концепції вимагають щоб навчання проходило в приємній креативній обстановці. В країнах з розвинутою економікою давно роблять ставку на нематеріальні цінності, які сприяють розвитку нового суспільства – суспільства, ґрунтованого на знаннях.

Одна зміна особливо помітна: і в молодших класах школи, і в університеті, і на курсах професійної підготовки навчання все частіше проходить по інтерактивній моделі отримання знань.

Знання більше не подані єдиним блоком; для їх отримання необхідно бути відповідальним, проявляти інтерес, ділитись досвідом, спілкуватись і працювати в команді. Для цього потрібне відповідне середовище. Великі аудиторії з кафедрами в центральній чи передній частині уже не актуальні (хоча й найбільш розповсюджені).

В сучасному світі потрібен простір, який пробуджує до творчості, активує гру уяви, сприяє взаємодії, надихає на експерименти та інтерактивні презентації. Інтер'єри, що діють на органи чуттів, - продумані з візуальної, акустичної, тактильної та нюхової точки зору - дозволяють як зосередитись, так і розслабитись. Цьому ж сприяє гнучка багатофункціональна обстановка. Так встановили професори Штудгардського медіа – університету Річард Стінг та Франк Тіссен, які спеціалізуються на «образотворчому середовищі». Відповідно до цієї концепції у оформленні простору для навчання найбільш важливо не лише академічне наповнення, але й ріст особистості, який неодмінно сприяє отриманню будь яких нових знань. Середовище сприяє спілкуванню та здатне розвивати особистість духовно та фізично!

Студенти отримують доступ до наукових бібліотек та інших послуг. Навчання, робота та відпочинок – усьому знайдеться місце в новому закладі. Дизайн інтер'єру буде спроектовано з нахилом до спілкування, а в просторій і світлій лекційній залі з багатофункціональними аудиторіями та зонами для самоосвіти буде створено сприятливе середовище як для усамітненої так і для колективної роботи. Так простір для навчання стає простором для життя.

Постає завдання створити простір для творчості, навчання та відпочинку. Важливо врахувати потреби студентів та викладачів. Оновлені інтер'єри будуть цікавими та динамічними, комфортними та збагачені гаджетами. Стає популярним простір в просторі, який використовується для спілкування та відпочинку.

Набувають популярності місця для усамітненої роботи, такі як «Печера для читання», де можна як зосередитись на роботі з інформацією одному, так і організувати індивідуальні заняття чи групові обговорення. Меблеві модулі –

ніші, які стоять окремою групою. Вони ідеально підходять для роботи: там ніхто не заважає і під рукою є все, що потрібно (робоча зона, доступ до інтернету та електропостачання). Дещо змінюється прямо зараз, і одне ми знаємо точно: постійні в цьому житті лише зміни. І тепер вони відбуваються частіше. Робоче середовище повинно створювати творчу атмосферу та викликати емоції – а для цього потрібні затишні тканини та яскраві кольори. Постає ціль створити зовсім інший світ в який захочеться повернутись. Простір з освітньою функцією.

На сьогодні словосполучення “освітній простір” поєднує в собі освітні послуги, комплекси, освітні та виховні системи, установи, інститути, освітні практики та багато іншого.

Дизайнери пропонують так організувати простір: перше приміщення представлено повністю відкритим, де можуть знаходитись як студенти так і викладачі. Те, що раніше підсвідомо сприймалось як би постійна загроза безпеки, тепер є частиною просторової концепції – проблема вирішена за рахунок прозорості та якісних меблів, які налаштовують на спілкування та обмін інформацією.

Висновок

Організація освітнього процесу повинна починатися з організації освітнього простору кожного навчального закладу. У сучасному світі потрібен простір, який пробуджує до творчості, активує гру уяви, сприяє взаємодії, надихає на експерименти та інтерактивні презентації.

Список літератури

1. Дмитриева О. В. Социализация личности студента в образовательном пространстве вуза: Дис. канд. пед. наук: 13.00.01 / О. В. Дмитриева. – Оренбург, 2004. – 173 с.
2. Иллич И. Освобождение от школ. Пропорциональность и современный мир (De - schooling Society, 1971) / И. Иллич. – М.: Просвещение, 2006. – 160 с.
3. Попов А. А. Образовательное пространство: социология и технология конструирования / А. А. Попов // Материалы участников ММК [Электронная версия]. – Режим доступа к сайту <http://www.fondgp.ru/lib/mmk/50>.

*А.А. Мараховський, ст.. викл., Д.В., Хожай, студ.
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

ЛЮДИНА І ПОРЯДОК, ЛЮДИНА І ХАОС У ДИЗАЙН-ПРОЕКТУВАННІ

Стаття присвячена дослідженню та формуванню естетики дизайн проектування. Дослідження проведене на зразках людина і порядок, людина і хаос в дизайн-проектванні. Виявлені особливості естетичного формування в даний період.

Постановка проблеми. Людина постійно вступає в естетичні відносини зі світом, в процесі розвитку (еволюції людини) змінюються сприйняття оточуючого світу, відповідно змінюються відносини, і, в свою чергу, змінюється результат цих відносин. Як відомо, започатковується нова тенденція в філософії та естетиці як спрямування в літературній критиці, і виступає перш за все як спроба виявити на рівні організації художнього тексту певний світоглядний комплекс, що складається із специфічних емоційно пофарбованих уявлень, які можна назвати прообразами образів. Це підтверджують і основні поняття, якими оперують прибічники цього спрямування «світ як хаос», «постмодерністська чуттєвість», «світ як текст» та «інтертекстуальність», «криза авторитетів» та «епістемологічна невпевненість», «подвійне кодування» та «пародійний модус оповідання», «протиріччя», «дискретність», «фрагментарність» оповіді, «метарозповідь» тощо.

Огляд літератури. Шумега С.В. в роботі «Дизайн. Історія зародження та розвитку дизайну. Історія дизайну меблів та інтер'єра» В першій частині «Історія зародження та розвитку дизайну» висвітлено основні поняття та визначення дизайну як професії, підкреслено роль художника в формуванні предметного середовища[3]. У «Історія дизайну меблів та інтер'єра» в хронологічному порядку висвітлено епохи зародження меблів та інтер'єрів від початку цивілізації до наших днів. Висвітлено сучасні меблі та інтер'єри з перспективою на майбутнє[2]. Даниленко В.М. «Основи дизайну» та «Дизайн», які широко висвітлюють загальні аспекти історії, філософії та методики дизайну і є фундаментальними для спеціальності «Дизайн» усіх напрямків. Пропонований матеріал підручника «Історія дизайну» доповнює вищезгадані видання і конкретизує матеріал за спеціалізацією «Дизайн меблів та інтер'єру»[1].

Мета публікації. Виявити сталі риси дизайн-проектвання людина і хаос, людина і порядок.

Основна частина. Естетичний аспект цілісності в архітектурі, по В. Гропіус, полягає в тому, щоб створити власну конструктивну граматику формування для об'єднання відомостей про масштаб, форму і колір з метою повідомлення, які "будучи адресовані до почуттів, з'єднують людини з людям тісніше, ніж слова". А для цього необхідно знайти і затвердити

візуальний ключ, що використовується і розуміється всіма як об'єктивний загальний знаменник форми. В. Гропіус покладав великі надії на те, що чим більше пошириться цей спосіб візуальної комунікації, тим досконаліше стане загальне розуміння. Можна зробити висновок, що він сподівався здійснити соціально-естетичний синтез без революційної ломки існуючих суспільних відносин шляхом естетичного виховання архітекторів і дизайнерів, вироблення у них здатності цілісного бачення, вироблення багатоскладового розуму, створення конструктивної граматики з візуальним ключем, який повинен розумітися всіма як загальний знаменник форми. Люди, виховані в цьому дусі, навчатися правильному плануванню, взаєморозуміння, створять міжнародний стиль і здійснять на ділі соціально - естетичну цілісність. Але новітні течії в архітектурі виступають проти ідеї порядку через типологізацію: для них естетичної цінністю є хаос, але не як щось абсолютно різноманітне і різноспрямоване, невпорядковане, а як "складний порядок чи легкий порядок". Так, Р. Вентурн, протиставляючи Рим і Лас-Вегас (місто в США, насичений розважальними комерційними закладами), знаходить, що в протилежність жорсткому, імперському порядку, пануючого в Римі, в Лас-Вегасі встановився стихійно, самим повсякденним життям вироблений складний порядок, і справа архітектора полягає не в тому, щоб ламати його, а в тому, щоб зрозуміти і поліпшити, розвинути встановлення тенденції, внести "легкий порядок". «Міста хаотичні і обов'язково є такими. Поки ще не пізно, це повинно бути визнане за позитивне кредо» категорично заявляє голландський архітектор Ван Ейк. З точки зору архітекторів - критиків сучасної архітектури - естетично цінною є вся історична забудова і планування: вулиці, квартали, садиби всередині міста. Іншими словами, в сучасній архітектурі та дизайні під естетичною цілісністю розуміють єдність минулого і сьогодення, нового, небувалого і детермінованого національною та регіональною традицією, естетичними смаками соціальних і етнічних груп, єдністю різноманіття. Говорячи про формально-естетичної цілісності, поєднання хаосу та порядку, слід пам'ятати, що є форма внутрішня і зовнішня. З цих позицій варто обговорювати і питання про цілісності бачення, на якій наполягав В. Гропіус. Ця цілісність не зводиться до здатності схоплювати зором картину в цілому раніше її частин.

Естетична цілісність - це цілісність смислова. У ній взаємодіє цілісність внутрішньої форми і цілісність зовнішньої форми. Під цілісністю внутрішньої форми мається на увазі певна одиниця творчого процесу. Творчість - єдність переривного і безперервного. Під перерваним маються на увазі якісь визначеності, смислові згустки чуттєвих образів, понять емоцій, вольових імпульсів, в яких спресовується попередній досвід осягнення реальності, і які опромінюються передбаченням, предрозумінням, прозрінням, спонукуванням до надмірності. Все це дано відразу, як одкровення, тобто безпосередня відкритість, дарування, захоплює дух. Цьому цілісно-смислового згущенню давали різне найменування: сутність, форма, ейдос, образ. Але менш за все це наочний чуттєвий образ. Можливо, поняття ейдос як явлена смислова сутність - більш відповідна назва, хоча і не повністю відображає зміст цієї складної цілісності. Її можна назвати пульсуючою

сферою буттєвих станів і смислів. Коли художник, архітектор, філософ зосереджується в собі, відмовляючись від повсякденної суєти, настає момент миттєвої концентрації станів реальності навколо власного "я", яка потім розповує замкнутість індивідуального світу розширюється, захоплюючи і соціальну, і природну реальність, і відчувається як миттєва концентрація в стані світобудови. Щоб не втрачати самого себе, світ людини повинен бути замкненим, відокремленим, захищеним, цілісним, а не бути складовою частиною загального, космічного розчину. Розчинення в природі - це знищення людини, перетворення її у відсталу речовину. Тому занурення у все більш широку сферу буття змінюється концентрацією станів буття знову навколо людського "я", "згортанням" всесвіту смислів, а потім знову її "розгортанням". Б. Пастернак писав: "У мене завжди було відчуття єдності всього існуючого, зв'язності усього, любов всіяке рух усіх видів, прояви сили, дії, любов охоплювати рухливий світ загального кругообертання і передавати його. Картина реальності, що поєднує вагу цих рухів, все те, що називається "світом" або "всесвітом", ніколи не була для мене нерухомою рамою або закріпленою даністю. Сама реальність (вага в світі) - у свою чергу жваві хвилювання - іншого роду, ніж видиме, органічне матеріальне рух".

Естетична цілісність досягається через узгодженість конструктивно-впорядкованої шар з образним, тобто пропорційним поєднанням хаосу та порядку, плануально-просторової структури, з об'ємно-просторовим виглядом через вираження в них узагальнюючого емоційного мотиву. Це і урочистість, величавість, державність площ та ансамблів Санкт-Петербурга, це і почуття непохитної людської гідності та пропорційності людини й пристроїв світобудови, виражене в історичному центрі Новгороді, і відчуття повноти, практичності життя, виражене в архітектурному ансамблі Петергофа з його дивовижними фонтанами, статуями, мальовничими куртинами, каналом, і багато іншого. Цілісність виражається і в поліфонії звучання, в якій домінує узагальнюючий емоційний мотив. Цілісність може виступати і охоплюватись поглядом відразу, як би виліплена з єдиної брили каменю архітектурна споруда або комплекс речей. Вона може досягатися розташуванням речей у просторі навколо центрального пункту (наприклад, робоче місце верстатника, оператора), приведення комплексу предметів і споруд до єдиної, кольорової гами.

Формально-естетична цілісність досягається і через підпорядкування пануючому ритму. І, нарешті, естетична цілісність є завершеність, притому не обов'язково як закінченість, але як смислова впорядкованість і змістовність. Так завершена у фізичному сенсі будівля, яка має підстави, стіни і дах, може виглядати естетично незавершеною, тому що три складові частини будівлі візуально не виділені, не акцентовані, погляд може продовжувати будівлю необмежено вгору, внаслідок чого збивається масштабність спорудження. Місто, якщо в ньому навіть і проглядає візуальна єдність, може справляти враження естетичної незавершеності, якщо немає системи естетично смислових згущень та «єдиного музичного напору», за висловом О. Блока. Для архітектури недостатньо функціональної і навіть естетичної значущості, необхідна естетично-смислова цілісність, свій смисловий універсум.

Вихідними в творчості є специфіка використовуваних матеріалів і закономірностей формоутворення, які підпорядковуються суворим законам природи (законам механіки, оптики, кольорознавства і ін.). Але дизайнери ставлять перед собою відповідну мету: співставити безкінечні різновиди технічних форм, які породжені зовнішніми об'єктивними причинами і підпорядковані законам природи, з особливим сприйняттям їх людьми, з визначеною технологією такого сприйняття. Тоді на місце хаосу форм приходить упорядкована система, в середині якої знаходиться людина. Дизайнери старанно враховують і самі впливають на вдосконалення здібностей людини сприймати предметне оточення. Для цього багато уваги слід приділяти вивченню механізмів емоційного і естетичного сприйняття, включаючи і знання психології, вдало поєднувати порядок та хаос.

Висновок

У кінці 20 - на початку 21 сторіччя виявило себе нове світосприйняття, специфічне бачення світу як хаосу, що позбавлене причинно-наслідкових зв'язків і ціннісних орієнтирів, «світу децентрованого», що постає свідомості лише у вигляді ієрархічно неупорядкованих фрагментів, і отримало визначення «постмодерністської чуттєвості» як ключового поняття нової епохи - епохи зміни та трансформації художнього образу, образу епохи постмодернізму. Нова епоха охоплює сферу глобальну за своїм масштабом, оскільки торкається питань не стільки світогляду, скільки світосприйняття, тобто ту галузь, де на перший план виходить не раціональна, логічно оформлена філософська рефлексія, а глибоко емоційна, внутрішньо відчута реакція сучасної людини на оточуючий його світ, а саме сфера естетичного.

Список літератури

1. Даниленко В.М. Основи дизайну та Дизайн. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 545с.
2. Жилинский И.Л. Основы теории дизайна. - СПб.: Питер, 2006. - 224 с.
3. Шумега С.В. Дизайн. Історія зародження та розвитку дизайну. Історія дизайну меблів та інтер'єру.- К. : Фенікс, 2005.-300с.

СИНТЕЗ ЯК ОСНОВА ВИНИКНЕННЯ ТИПОЛОГІЧНО НОВИХ СФЕР ТА НІШ У ДИЗАЙНІ

Дизайн - це творча діяльність, метою якої є визначення формальних якостей промислових виробів. Ці якості включають і зовнішні риси виробів, але головним чином ті структурні і функціональні взаємозв'язки, які перетворюють виріб у єдине ціле як з точки зору споживача, так і з точки зору виробника .

Актуальність теми. Дизайн – це річ, яка ніколи не стоїть на місці. Постійно з'являються новинки, котрі диктують виникнення нових стилів, ніш в дизайні. Особливістю сучасного дизайну є синтез стилів, синтез мистецтв, синтез здавалося б несумісних речей, що в результаті стає популярним, модним, навіть масовим.

Дизайн - явище імпортне (якщо не вважати ВХУТЕМАСа), тому природним є переконання, що вже про західний дизайн відомо все. Справа в тому, що досить часто "дизайн" означає власне діяльність художників у промисловості, значно частіше - продукт цієї діяльності (річ або система речей), а іноді - область організації діяльності, узяту як ціле. В деяких випадках "дизайн" трактується гранично розширено і далеко виходить за рамки позначення діяльності художника за рішенням задач промислового виробництва.

Визначення меж сучасного дизайну виявляється надзвичайно складною справою, в першу чергу, для учасників процесу. За останні десять років, особливо в Росії, термін «дизайн» надокучив настільки, що втратив майже всяку змістовність. З іншого боку, дизайну, безперечно, стало багато, часом навіть занадто багато, і цей вид діяльності тяжіє до розвитку, розповсюдженню, моді на нього. Тим незвичніше звучать розмови про «кінець дизайну», «no-design» (Ф.Старк) і т.п. Спробуємо зрозуміти суть того, що відбувається.

Дизайн - це творча діяльність, метою якої є визначення формальних якостей промислових виробів. Ці якості включають і зовнішні риси виробів, але головним чином ті структурні і функціональні взаємозв'язки, які перетворюють виріб у єдине ціле як з точки зору споживача, так і з точки зору виробника .

Синтез стилів у сучасному дизайні

Будь-яке нововведення в технології народжує свій стиль, моду, вибір матеріалів. Природний камінь, дерево, мідь, скло ... в оформленні житла використовуються традиційно і з застосуванням нових технологій. Сучасності характерна вільна комбінаторика матеріалів. З появою синтетичних матеріалів в будівництві, обробці - перетворюється і інтер'єр.

XX століття - час змішування тенденцій в різних сферах творчості. Стили співіснують, перетікають один в інший, збагачуються, запозичуючи

риси один у одного, Складаючись в досить строкату, але, без сумніву, цікаву картину. Характерною особливістю сучасного стилю є технічна оснащеність, функціональність, раціональність.

Основною нормою в сучасному дизайні є синтез, поєднання різних стилів: модерн, ар-деко, мінімалізм, хай-тек, кітч та ін. Від класики сучасний стиль наслідує любов до архітектурної чіткості і вивіреності ліній.

Синтез в дизайні (Synthesis - грец.) - процес уявного або процедурного упорядкування проектних відомостей, відібраних при дизайнерському аналізі, і зведення їх в єдине ціле - проектний образ.

Синтез в дизайні - важлива ланка рішення дизайнерського завдання, оскільки він визначає висування концепції проектних робіт, складання дизайн - програми або вибір напрямку проектування. Методи і принципи Синтезу в дизайні носять або системний характер (морфологічні, комбінаторні, аналогові зв'язку), або спонтанно - інтуїтивний (зв'язку асоціативні). Відповідно робота дизайнера має або описовий характер, наприклад кодування цілей проекту (пошук метафори або девізу, підказує ідею роботи), або візуальний - складання таблиць, діаграм, схем, начерків, що конкретизують ці ідеї. Як правило, вибір методів і принципів Синтезу в дизайні пов'язаний з обраними проектувальником методами передпроектного аналізу, але в роботі дизайнера вони рідко зустрічаються в чистому вигляді, частіше так чи інакше комбінуються.

Якщо колористичне оформлення може бути фарбами - від стриманих класичних тонів до яскравих і навіть кричущих кольорів - то все, що забарвлює ця палітра, знаходиться на своїх місцях: всі предмети там, де вони необхідні. Важлива також розумна продумана акцентуація. Деталі важливі, тому як їх не може бути занадто багато, але там, де вони є, в тому очевидна необхідність. Великі предмети служать як розмежування простору. Сучасний стиль схильний до об'ємного, рельєфного і великого у всьому, відкидаючи дрібне, непоказне і маловиразну.

Екзотика, що сколихнула світову громадськість вже на перших всесвітніх виставках у кінці XIX - початку XX століття, в даний час - привносить в сучасний інтер'єр прагнення використовувати найрізноманітніші матеріали. В якості основи для дизайнерської фантазії: кокос, бамбук, натуральна шкіра (не тільки шкіра корови, але й крокодили, акули ..), хутро і слонова кістка - в їдйде все, що фантазія сучасної людини може пристосувати до домашнього життя, і що не суперечить ексклюзивній, і навіть часто епатуючій, але все ж гармоній цілого.



а)



б)

Рис.1. Приклади використання шкіри в інтер'єрі: а) поручень; б) модуль

Нова хвиля

Більш художній та інтелектуальний стиль, часто національний, менш комерційний і принципово відмінний від напрямів, що переважали раніше.

Нова хвиля, нью вейв (англ. New Wave) - напрям і стиль у мистецтві, кінематографі, музиці, дизайні країн Заходу в другій половині XX століття. "Нова хвиля" - стиль більш мистецький та інтелектуальний, менш комерційний і відмінний від переважали раніше напрямів.

В оформленні інтер'єру в стилі "нової хвилі" широко використовуються технічні новинки та матеріали. Колірна гамма - світло-лимонний, бірюзовий, рожевий кольори в поєднанні з білим, відсутність соковитих півтонів. Сучасні форми, екзотичні мотиви в деталях. Перебільшено шорсткі, грубі фактури прямих і кривих ліній в "нововолнових" композиціях.

"Нова хвиля" цінує перш за все несподіванку ідеї, її парадоксальність і непередбачуваність.

Сучасні форми з легкою ноткою етніки, відсутність гротескності і химерності, плавні і прості лінії, екзотичні мотиви. Відгалуженням «нової хвилі» вважається регіональний стиль, який використовує національні атрибути і прикраси. Взаємопроникнення різних культур, змішання стилів стало основою для народження гармонійного дизайну. Рівноправність творчих концепцій більш наочно відображається в такому синонімі "нової хвилі", як "плюралізм". Але "плюралізм" тут аж ніяк не всюдозволеність. В рамках кожної з можливих творчих концепцій діє власна внутрішня логіка, порушення якої веде не до "нової хвилі", а до дилетантської еkleктици.

На перший план виходять краса і плинність ліній, а функціональність елемента стає вторинною.



Рис. 2 Прояв характерних рис стилю Нова хвиля в інтер'єрі гостьової кімнати



Рис. 3 Інтер'єр кафе в стилі кітч

Традиційний

До традиційних прийнято відносити респектабельні інтер'єри, що втілюють буржуазний порядок життя. Це добротні, ґрунтовні меблі в стилі минулих епох, інтер'єр, що складається з предметів, завжди мають історичну приналежність.

Модернізм

Породження кубізму і німецької школи дизайну "Баухауза". Пошук раціональної естетики, що розкриває технологічну і утилітарну суть речей.

Неокласицизм

Мінімалізм плюс класика в тих пропорціях, які кожен для себе вибирає. Сучасна класична форма спрощена і схематизувати, більш раціональна.



Рис.4 Неокласика в інтер'єрі

Модернізм

Породження кубізму і німецької школи дизайну "Баухауза". Пошук раціональної естетики, що розкриває технологічну і утилітарну суть речей.



Рис. 5 Модернізм в інтер'єрі столової



Рис. 6 Стиль манга

Манга

Цей стиль підійде для кімнати підлітка, особливо, якщо він любитель аніме. Комбінування анімаційних елементів з рисами англійської або скандинавського інтер'єрів.

Висновки

Дизайн не стоїть на місці. Прості зміни, утворення чогось принципово нового являються основною рисою дизайну. Однією з основних рис сучасного дизайну є синтез, поєднання різних стилів, напрямків, технологій та ін. Синтез дозволяє привносити новизну в уже існуюче, по-новому глянути на відомі нам речі, предмети промдизайну та інтер'єри.

Список літератури

1. Архитектор Павел Алешин " [Электронный ресурс]: - М.: 2010. <http://alyoshin.ru>
2. Ежемесячный журнал об индустрии "Энергия промышленного роста" [Электронный ресурс]: - М.: 2008. <http://www.epr-magazine.ru>
3. Architecture [Электронный ресурс]: - М.: 2007. <http://architecture.interiorua.com>
4. Novosibdom.ru .Справочник по архитектуре и проектированию [Электронный ресурс]: - М.: 2009. <http://arx.novosibdom.ru/node/4365>. Architeon.info [Электронный ресурс]: - М.: 2011. <http://architeon.info>

*Л.В. Обуховська, асист., Ю.О. Оксенюк, студ.
(Національного авіаційного університету, Україна, Київ)*

ДИЗАЙН СКУЛЬПТУР ІЗ ВТОРИННИХ МАТЕРІАЛІВ: ТИПОЛОГІЯ, ФУНКЦІЇ, ТЕНДЕНЦІЇ

У статті було розкрито новий тип дизайну скульптур, який має творчо-експериментальний характер формоутворення об'ємних творів мистецтва, завдяки використанню вторинних матеріалів.

Мета: дослідити типи матеріалів вторинного використання, які будуть придатні для дизайну скульптур, розвиток цього напрямку у різних сферах діяльності та відображення в сучасному мистецтві.

Актуальність: утилізація матеріалів вторинного використання в умовах екологічної проблеми суспільства, новий виток мистецтва у передачі художнього образу, що має великі перспективи розвитку у різних мистецьких сферах.

Вторинні ресурси – матеріали та вироби, які після первинного використання можуть застосовуватися повторно у виробництві як вихідна сировина або виріб. Вторинні ресурси є джерелом додаткових матеріально-технічних ресурсів.

Скульптури з вторинних матеріалів (сміття) є досить перспективним видом мистецтва, оскільки це – економія, утилізація, сприятливі умови, новий підхід до мистецтва та проблем навколишнього середовища.

Матеріали, які чудово моделюються та створюють цікавий художній образ при створенні об'ємних форм, класифікуються на:

- металобрухт (банки, шматки старих автомобілів, гайки, годинники);
- електроніка (акумулятори, батареї, трансформатори, різні види кабелів);
- пластмаси (поліетилен, полістирол, полікарбонат, полівінілхлорид);
- гума (автомобільні шини, шланги);
- деревина (штахети, меблі);
- скло (пляшки, лампочки, окуляри);
- макулатура (обгортки старих книг, газети).

Для створення об'ємної скульптури з даних матеріалів, у першу чергу, потрібно підібрати сировину, з якої буде створено майбутній твір, і лише тоді підбирати найоптимальніший спосіб формоутворення: абстрактний, концептуальний, антропоморфний, зооморфний, рослинний. Але майстри переважно використовують авторські техніки або експериментують, і таким чином знаходять новий підхід до створення повноцінного естетичного художнього образу. Отже, дизайн скульптур із вторинних матеріалів здійснюється шляхом: 1) підбору потрібних матеріалів; 2) експериментування зі способами їх обробки; 3) пошуку необхідного образу; 4) за допомогою авторської техніки.

Скульптури з вторинних матеріалів виконують такі функції:

- естетичну;
- утилітарну;
- пізнавальну;
- світоглядну.

Майстри, які працюють в цьому напрямку: Мііна Дккііурккд, Лі Хунбо (Li Hongbo), Брайан Мок, Марк Олівер, Саякі Ганц, Едуард Мартіне, Дейл Даннінг, Гарт Брицменіз Лінкольна, Фред Конлон, Haribaabu Naatesan (Hari), Жауме Пленса (Jaume Plensa).

Висновок: скульптури зі сміття – це мистецтво, яке надає нове життя старим речам, – унікальне та неповторне. А також поєднує у собі багато позитивних якостей, таких як: утилізація відходів, дешева сировина, нова техніка та бачення речей, поєднання різних матеріалів і експериментування з способами їх обробки, збереження ресурсів, сприятливі умови для розвитку та багато прихильників у всьому світі.

Твори з вторинних матеріалів спонукають до актуального вектору розвитку людської діяльності з точки зору антропологічного впливу на природу, її збереження і відновлення.

ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ МАТЕРІАЛІВ У РОБОТАХ УКРАЇНСЬКИХ ДИЗАЙНЕРІВ

У статті розкрито питання екології та альтернативний шлях вирішення сучасних проблем шляхом використання природних матеріалів у дизайні

Актуальність: Проблеми екології у навколишньому середовищі, що підвищила інтерес і значення в сучасному дизайні використання природних матеріалів у формуванні предметно-просторового середовища людини. Ця проблема актуальна і для території України.

Мета: аналіз об'єктів екологічного дизайну на прикладі діяльності українських дизайнерів.

Методика досліджень: при розгляді використаних матеріалів у роботах українських дизайнерів, використано системно-порівняльний аналіз.

Задачами теми є розгляд природних матеріалів у проектно-художній діяльності розглянутих дизайнерів, встановлення основних робочих категорій дизайну на прикладі їх робіт; аналіз об'єктів дизайну в контексті їх екологічності.

У статті розглянуто використання природних матеріалів у перспективах розвитку сучасного дизайну. Перелік матеріалів:

- натуральна деревина;
- природний камінь;
- солома;
- глина;
- рослини.

В останні роки орієнтація виробництва в Україні на екологічність випущеної продукції, екологічна проблематика виражається в художньо-конструкторській діяльності таких дизайнерів, як Юрій Ринтовт, Валерій і Катерина Кузнецови, Олександр Старожилов та ін.

Розглянуто такі роботи українських дизайнерів як архітектура, житлові інтер'єри та предметний дизайн. В основу діяльності представлених осіб ввійшли такі принципи:

- врахування природного ландшафту, що відображає комплексний підхід в процесі проектування;
- екологічність процесу виробництва;
- використання відновлювальних ресурсів (вживання, для оформлення приміщень, виключно натуральних та екологічно чистих оброблювальних матеріалів);
- створення світлового середовища (максимальне наповнення простору природним освітленням);
- використання природної кольорової гами (коричневий, бежевий, білий, сірий, зелений відтінки);

- декорування приміщення натуральними та екологічно чистими матеріалами (живі рослини, елементи деревини, акваріуми, фонтани)

Висновки: у відповідь на потреби часу і обставин, у сфері дизайну почав розвиватися новий напрямок екодизайну, який передбачає використання природних матеріалів у предметному наповненні інтер'єру. Таким чином матеріали є відновлюваними і сприятливими для людини.

Роботи представлених українських дизайнерів вирішують соціально актуальні завдання захисту природного навколишнього середовища і питання предметно-просторового наповнення.

Список літератури

1. Орлова О.А. Психологические основы экологического проектирования / О. А. Орлова // Традиції та новачі у вищій архітектурно-художній освіті-Х.: ХХПІ, 1999-2000.- Вип. 6-1.- С. 184-185.

2. Sue Roaf. Ecohouse: a design guide / Sue Roaf, Manuel Fuentes, Stephanie Thomas. - Oxford: Architectural Press, 2001. - 346 с.

ДИЗАЙН ІНТЕР'ЄРІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ПРОСТОРІВ АЕРОВОКЗАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕМАТИКИ В СКЛАДНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

Розглянуто планування аеровокзалів в складних геологічних умовах із використанням національної тематики в дизайні інтер'єрів пасажирських просторів аеровокзалів.

Виклад основного матеріалу. Аеропорти з початком ХХ – го століття все більше стають візитними картками. З кожним роком розвитку та плануванню аеровокзалів аеропортів у національній тематиці надають все більшого значення. Останнім часом актуальним стає планування аеровокзалів України в складних геологічних умовах із використанням національної тематики в дизайні інтер'єрів пасажирських просторах аеровокзалів.

Певним аспектам архітектурного планування, будівництва, реконструкції та рішення внутрішнього планування аеровокзалівних просторів присвячено значну кількість наукових робіт радянських та закордонних вчених: Ашфорд Н. – Проектування та функціонування аеропортів [1]; Безбородова С. – еволюцію розвитку аеровокзалівних комплексів в Росії [2]; Вікторов Б.І. – Питання функціонально-технологічного призначення наземних споруд, їх місцем на генплані аеропорту, архітектурно - планувальних та конструктивних рішень [3]; Єдіна Т.І. – Рекомендації стосовно утримання внутрішнього простору аеровокзалів в належному стані (підлога, вітражі) [4]; Кожевін Н.В. - Методиці проектування аеровокзалів та характерні риси архітектурної композиції споруд станцій [5]; Комский М.В., Маркова С.Ф. – Рекомендації стосовно реконструкції та розширення споруд аеропортів, створення об'ємно - планувальних рішень об'єктів, розширення пасажирського, вантажного та допоміжного комплексу аеропортів та впровадження інновацій в архітектурному будівництві аеровокзалів [6,7].

Дані дослідження не відповідають сучасним вимогам в дизайні інтер'єрів аеровокзалів та нажалі, не висвітлюють планування аеровокзалів в складних геологічних умовах України із врахуванням дизайну інтер'єрів національної тематики пасажирських просторів аеровокзалів з використанням національної тематики.

Будівля аеровокзалу є невід'ємним з'єднуючим елементом в ланцюгу пасажирського комплексу аеропорту (привокзальна площа, будівля аеровокзалу, перон).

Аеровокзал являє з себе основний елемент пасажирського комплексу системи наземного обслуговування пасажирів.

Технологічні, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення аеровокзалів залежать в першу чергу від їх пропускну здатності, тобто від кількості пасажирів, яких там обслуговують в проміжку розрахункового часу.

При цьому головні технологічні вимоги, що пред'являються до аеровокзалів, зберігають вимоги до пасажирського комплексу, тобто скорочується затрачений час на обслуговування пасажирів.

Аеровокзали аеропортів всього світу дуже сильно реагують на всі зміни, що стосуються реконструкції в складних геологічних умовах, технологій безпеки, архітектури, економіки та проектуючи процеси, що відбуваються в суспільстві. Зважаючи на індивідуальний підхід до проектування і реконструкції аеровокзалів архітекторів надається можливість створити неповторний архітектурний образ, використовуючи найсміливіші архітектурні рішення із врахуванням складних геологічних умов.

У зв'язку з розпадом СРСР наприкінці ХХ століття будівництво нових аеропортів припинилось. Після 90-х років кожен крупний аеропорт прагнув отримати статус міжнародного, що призвело до термінових заходів щодо реконструкції в різноманітних геологічних умовах і переобладнанні існуючих аеровокзалів під обслуговування міжнародних ліній.

Так в складних геологічних умовах України, особливо на заході є свої особливості в проектуванні аеровокзалів:

Аеровокзали бажано розміщувати з вітряного боку аеродрому, щоб уникнути створення над літним полем парової або димної хмари;

Планування СТТ аеропорту повинна забезпечувати розміщення будівель і споруд з врахуванням технологічних вимог і, зокрема, вимог зонування території, з урахуванням забезпечення заходів щодо збереження стійкості будівель і споруд, що зводяться на замерзлих чи складних ґрунтах. При розробці генеральша планів СТТ необхідно розташовувати будівлі та споруди з урахуванням швидкості й напрямку пануючих вітрів так, щоб зменшити їх снігову заносимість. Необхідно враховувати можливі зміни існуючого температурного режиму ґрунтів у процесі будівництва та експлуатації будівель і споруд аеровокзалу, рівень ґрунтових вод, наявність термокарст, соліфлюкції. Будинки і споруди слід розташовувати так, щоб їх тепловий вплив не можливо було зрушити, стійкість штучних покриттів аеродрому та автодоріг.

В районах із сніжним покривом більше 50 см чи з кількістю снігу, що переноситься більше 200 м³ на 1 м фронту снігового навантаження в рік, має бути передбачено наскрізне провітрювання території.

Основні проізди і поздовжні осі будинків рекомендується розташовувати під кутом не більше 20 ° до переважного напрямку снігового переносу по зимовій дорозі вітрів.

Будівлі рекомендується проектувати прямокутними в плані, без виступів і перепадів на висоті. При необхідності зведення будівель складної конфігурації в плані відкрита частина двору повинна бути розміщена в підвітряний бік.

У засніжених районах з підвищеною снігозаносимістю не допускається огороження території парканами, конструкція яких сприяє затриманню снігу.

У районах зі снігопереносом більше 200 м³ на 1 м фронту в рік будівлі обслуговування повинні бути по можливості наближені до місць стоянок літаків, а планування місць стоянок повинна забезпечувати можливість

розстановки повітряних судів віссю проти напрямку пануючих вітрів для зимового періоду.

У районах, де число днів з несприятливими умовами погоди становить більше 30% періоду року, з середньодобовими температурами повітря нижче 0° С, а також у районах з річним снігами більше 400 м3 на 1 м фронту для переходу пасажирів і працівників аеропорту з будівлі в будівлю і до літаків між ними можуть передбачатися неопалювані або опалювальні галереї та переходи. При їх побудові необхідно врахувати вільне перенесення снігу.

Відстані між аеровокзалами та будівлями і спорудами СТТ повинні призначатися виходячи з протипожежних норм, умов інсоляції приміщень аеровокзалу, забезпечення продувності проїздів і поріг з метою виключення сніговими заносами, а також з умов розрахункового температурного режиму мерзлих ґрунтів під аеровокзалом та спорудою.

XXI століття відзначається значним підйомом у будівництві, реконструкції та розширенні аеропортів та аеровокзалів. Відродження та популяризація цього виду транспорту, дала поштовх до розвитку типово нових вокзалів. Де головна архітектурна будівля, це аеровокзал інтернаціональний за формою, проте національний за змістом.

В екстер'єрах та інтер'єрах відроджується використання національного стилю. Форми терміналів проєктують у найрізноманітніших стилях від національних, біоморфних до хай-теку. Інтер'єри аеропортів XXI століття відрізняються від попередніх креативністю, застосуванням нових матеріалів та механізмів, використанням нових технічних досягнень в інженерії. Кольорова гамма в сучасних інтер'єрах аеровокзалів терміналів переважно світла. Продовжується будівництво аеропортів за межами міста, чи на окремих островах.

Аеропорт ім. Данила Галицького у Львові спроектований новий міжнародний термінал в аеропорті міста, який відкрився до початку Євро-2012. Термінал аеропорту світлий, просторий на відміну від існуючого. Завдяки архітектурній «родзинки» величезним вікнам, які плавно переходять у дах, створюється відчуття простору, комфорту, спокою. Це плавне перетікання скляної стіни у стелю, нагадує проєкт аеровокзалу у Гонконзі архітектора Н. Фостера. Загальний колорит майбутнього терміналу, прохолодний, це відчувається завдяки використанню білого кольору на стелі та стінах терміналу та світло-жовтуватого кольору підлоги. На колонах, що розміщені в центральному холі нанесені національна, оберегова орнаменти з ромбів червоного та жовтого кольорів. Ромб – оберіг оселі, червоний колір – крові, вогню, любові, страждань та Божої любові до людей, бо Син Божий заради спасіння людства пролив свою святую кров. Жовтий колір - символ тепла, радощів і поваги. Це - колір золота і стиглого колоса, через які він уособлює Сонячне світло. Це колір Божої величі та слави. А скульптурне зображення Данила Галицького символ влади, мужності та величі.

Висновки

Аналіз перспектив розвитку використання національної тематики в дизайні інтер'єрів пасажирських просторів аеровокзалів в Україні ХХ століття,

проведений автором дозволив виявити загальні закономірності розвитку об'ємно-планувальних рішень інтер'єрів ХХ та ХХІ столітті. А саме, розглянуто планування аеровокзалів України в складних геологічних умовах із використанням національної тематики в дизайні інтер'єрів пасажирських просторів аеровокзалів.

Список літератури

1. Ашфорд Н. Проектирование аэропортов: Пер. с англ. / Н. Ашфорд, П. Райт. – М.: Транспорт, 1988. – 327 с.
2. Безбородова С. Эволюционное развитие аэровокзальных комплексов в России // АСД. Архитектура Стр-во. Дизайн. – 2004. - №4 (44). – С. 28-31.
3. Викторов Б.И. Специальные сооружения и здания аэропортов: Учеб для студентов вузов. – М.: Транспорт, 1978. – 365 с.
4. Единой Т.И. Рекомендации по содержанию полов и витражей в зданиях аэровокзалов и агентств воздушных сообщений. – М.: Аэропроект, 1985. – 18 с.
5. Кожевин Н.В. Аэровокзалы: Учеб для ВТУЗов. – Л.- М.: ОНТИ, 1937. – 149 с.
6. Комский М.В., Маркова С.Ф. Рекомендации по оптимальным схемам реконструкций и сооружений аэропортов. – М.: Аэропроект, 1986. – 183 с.
7. Плоский В.О., Семененко В.С. Особливості організації та сприйняття засобів візуальної навігації в інтер'єрі аеровокзалів // Технічна естетика і дизайн. Наук.зб. – К.: КНУБА, 2011. Вип.9. – С. 223-228.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЖИТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЗА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЮ БУДІВЕЛЬНОЮ ПРОГРАМОЮ

Розглянуто досвід швидкого реагування (після чорнобильської катастрофи) – при проведенні проектування житлового середовища за чорнобильською будівельною програмою з урахуванням архітектурної спадщини та національних традицій для переселенців.

Метою сучасних досліджень є узагальнення унікального досвіду, набутого у перші місяці та роки після аварії на Чорнобильській АЕС, виявлення особливостей використання раціональних методів організації архітектурного процесу в умовах швидкого реагування. Тому проводиться огляд практичних та теоретичних підходів до формування житлового середовища з приводу компактного переселення за Чорнобильською будівельною програмою в Україні. Багато з набутого в процесі зведення поселень для постраждалого населення потрібно розглядати як безцінний досвід, який має використовуватись при надзвичайних ситуаціях.

Після вибуху на ЧАЕС, який стався о 01 годині 23 хвилини 48 секунд 26 квітня 1986 року у небезпечних умовах опинилися до 8 відсотків населення України. Встала задача термінового забезпечення (до зимових холодів) переселенців житлом. З червня було розгорнуто безпрецедентне за своїми масштабами будівництво спеціальних селищ для розміщення евакуйованого сільського населення. Забудова для переселенців стала своєрідним проектним та будівельним експериментом. Вже до кінця 1986 року було споруджено майже 10 тисяч будинків садибного типу, 25 багатопверхових будинків, сотні об'єктів соціально-побутового призначення, відремонтовано багато житлових будинків, об'єктів торгівлі комунального господарства, зв'язку, прокладено чи реконструйовано шляхи загального користування. Влітку 1986 року гостро постало питання необхідності будівництва нового міста для енергетиків ЧАЕС – Славутича. Проектування міста було розпочато наприкінці 1986 року, а вже у вересні-жовтні 1988 року в нове місто переїхали більш як 5000 мешканців.

Треба зазначити, що селища для евакуйованих проектувалися, як правило, на землях неперспективних господарств. При розміщенні житлового будівництва та об'єктів обслуговування були обрані ділянки, які: не потребували значних робіт на інженерну підготовку території; відносились до малопродуктивних сільськогосподарських земель; безпосередньо прилягали до існуючої селищної забудови або до автошляхів. Дослідження доводять, що нові селища старанно формувались із розрахунком створення повноцінного об'ємно-просторового житлового середовища з бажанням підвищення архітектурно-художньої якості забудови. Теоретичною основою роботи щодо архітектури забудови стали висновки з глибокого аналізу недоліків, що

допускалися у минулі роки при будівництві у сільській місцевості України [1]. Проектуючи селища для переселенців, архітектори використовували все розумне, що виробив науковий та народний досвід. Це стосувалося планування сіл і розміщення будівель на ділянках, оздоблення споруд, всього, що могло урізноманітнити забудову. Головний вплив при обранні планувальних схем селищ для переселенців мав вибір місць розміщення новобудов. Планувальні рішення багатьох поселень мали загальні риси, які умовно можна поділити на наступні схеми:

- прямокутна, за якою житлова територія була розпланована кварталами прямокутної форми;
- променева, яка передбачала центральне розміщення громадського центру та реалізовувалась при будівництві на вільних землях;
- вільна, яка враховувала окреслення існуючих вулиць, доріг або природних факторів (ліс, ставок, яр).

Одним з досягнень була комплексна забудова поселень. Так одночасно з житловою забудовою велося будівництво громадських споруд, особливо для первинного обслуговування населення. Так вже у 1991-1995 роках були введені в дію поряд з 1 млн. кв. метрів житлової площі – дитячі заклади майже на 6500 місць, школи на 27000 учнівських місць, амбулаторно-поліклінічні заклади на 7000 відвідувань за зміну, лікарні на 1800 ліжок та інші об'єкти (рис.1) [2].

При формуванні громадських центрів селищ та розміщенні споруд культурно-побутового призначення вирішувались питання обслуговування чорнобильців з обов'язковим збереженням планувальної цілісності системи обслуговування існуючих поселень. Номенклатура та необхідна місткість громадських споруд під час проектування визначались за розрахунком на обслуговування новоприбулих і місцевих мешканців. Номенклатура включала дитячий садок і школу, магазин, їдальню, лазню, сільраду, комплексний приймальний пункт, очисні споруди. При наявності у селі частини цих об'єктів вони не дублювались.

Будівництво навіть першочергових об'єктів громадського обслуговування було підпорядковано пошуку своєрідного образу для кожного села. Такі споруди ставали архітектурними акцентами. З'явилися нестандартні об'єкти, які були яскравими прикладами творчого ставлення архітекторів до задач будівництва для переселенців. Це досяглося тим, що незважаючи на те, що у всіх селах об'єкти призначалося формувати за типовими проектами, індивідуальний підхід до реалізації дав змогу за екстремальних умов отримати різні за зовнішнім виглядом споруди.

Художня розмаїтість споруд, які були зведені за одним типовим проектом у різних населених пунктах, була досягнута завдяки зміні конструктивних елементів і застосуванню різних деталей оздоблення фасадів, що були характерні для конкретної місцевості за національними традиціями. У деяких випадках переосмислювалися об'єми центрів без зниження їх функціональних можливостей. В оздобленні шкіл та дитячих садків, які були також збудовані за типовими проектами, відчувалась турбота про дітей при формуванні комфортного середовища.

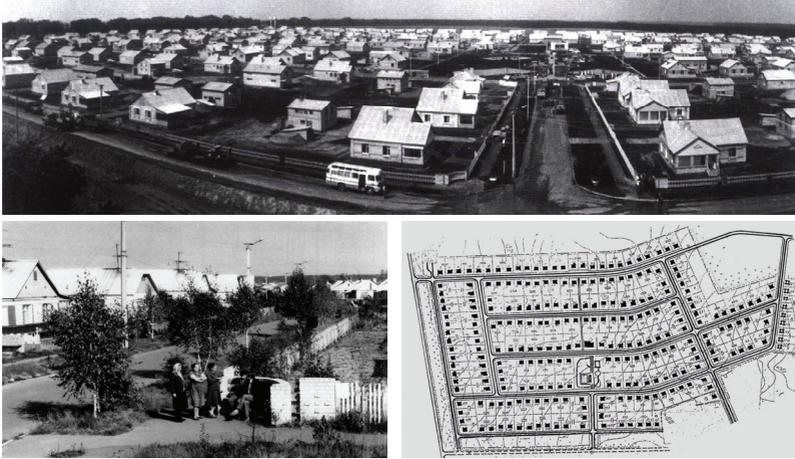


Рис. 1. Нове будівництво, с. Здвизівка Бородяньського району Київської області

На розробку, погодження та передачу архітектурно-планувальних рішень типових проектів відводився тижневий термін, на передачу комплектної проектно-кошторисної документації на будівництво – місяць. Архітекторами на місці перероблялись фасади, покрівлі здійснювався авторський нагляд за будівництвом.

Типові будинки, зведені за одним і тим проектом, змінювались до невпізнання. Тут застосовувались різні форми дахів, прийоми художнього оформлення вікон, простінків, кутів, використовувались різноманітні матеріали, фарби та фактури для оздоблення стін. У пошуках традиційної художньої виразності забудови архітектори звернулися до традицій народного будівництва, його художніх особливостей. Кожен будинок віддзеркалював художній смак, особливості архітектурної спадщини. В обмежених умовах архітектори прагнули творчо підійти до кожного елемента будинку. Вікна, простінки, кути оздоблювалися рельєфною цегляною кладкою штукатуркою чи кольором. Крім зміни форми даху урізноманітнення художнього образу досягались за допомогою творчого використання виступаючих та приставних елементів (балкони, веранди, еркери, ганки, колони, цоколи). Особливої уваги потребували ганки, які прикрашалися дерев'яними фронтонами, різьбленням та кольоровими малюнками

При будівництві об'єктів громадського обслуговування теж вівся пошук своєрідного образу для кожного села. З'явилися нестандартні приклади творчого ставлення архітекторів до задач будівництва для переселенців. Незважаючи на те, що у всіх селах громадські об'єкти призначалося формувати за типовими проектами, простежувався індивідуальний підхід до їх реалізації, який дав змогу за екстремальних умов отримати різні за зовнішнім виглядом споруди при належній номенклатурі та економії.

З великою увагою ставилися архітектори до кожного елемента благоустрою, малої форми. Нові рішення були запроваджені для оформлення

перехресть вулиць, в'їздів до поселення, оздоблення парканів, окремих елементів, таких як групових поштових скриньок, входів у присадибні ділянки, оздоблення криниць. У багатьох поселеннях були створені сквери та дитячі майданчики. Елементами благоустрою стали пам'ятні знаки, присвячені цим страшним подіям.

Поселення мали зберегти свою своєрідність, окрасу кожної садиби, в якій треба було створити комфортне мешкання для господарювання. Велика увага приділялась створенню виразної об'ємно-планувальної структури, як всього поселення та окремих ділянок, так і садиб, які будувалися за різноманітними архітектурно-планувальними прийомами. Використання різних пластичних та кольорових рішень фасадів типових будинків, характерних для національних традицій конкретного села стало основною рисою оздоблення.

Проектування та зведення міста Славутича є особливою сторінкою внеску архітекторів до справи подолання наслідків Чорнобильської катастрофи. Це було найбільше поселення для евакуйованого населення [2]. До проектування залучились представники восьми колишніх республік СРСР - Азербайджану, Вірменії, Естонії, Грузії, Латвії, Литви, Росії та України. Це 40 проектних інститутів та спеціалізованих організацій, генеральним проектувальником було призначено КиївЗНДЦЕП. Стислі строки будівництва зумовили необхідність паралельного проектування генерального плану, проектів детального проектування та робочої документації містобудівних комплексів та об'єктів загальноміського призначення.

Висновки

Планувальну структуру забудови міста створили загальноміський пішохідний центр, містобудівні комплекси, медично-санітарний комплекс. У загальноміському центрі розміщувались мерія міста, кінотеатр, залізничний та автобусний вокзали, готель, міський ринок та будинок меблів, загальноміський парк та музей міста, школа мистецтв. Спортивна зона включала загальноміський стадіон, спортивний комплекс з плавальним басейном та гімнастичними залами, тенісні корти та спортивні майданчики. Архітектурне середовище Славутича являє собою приклад неординарного вирішення творчих, організаційних та будівельних проблем. Створення єдиного організму міста, його самобутнього архітектурного обличчя, і це було великою заслугою багатонаціонального авторського колективу.

Обсяги проектних робіт, незважаючи на неймовірність термінів, були виконані. Аналіз величезних обсягів виконаних робіт, особливо у 1986 та 1987 роках, дає змогу усвідомити, які складні та відповідальні питання постали перед будівельниками та проектувальниками, що були обмежені часом, номенклатурою діючих типових проектів і недостатньою кількістю конструкційних та оздоблювальних матеріалів. Те, що мало створюватись роками, було здійснено за лічені місяці. Не дивлячись на це, архітектори прагнули зробити дім на новому місці таким, щоб нагадував рідний і випромінював тепло. Наприклад, лише в Київській області було введено в дію

16609 садибних будинків та квартир, у Житомирській – 4 725, у Рівненській – 494 садибних будинків.

Місто Славутич є особливим об'єктом архітектурно-будівельної галузі. Його планувальні принципи, поєднання різних архітектурних шкіл, матеріального втілення ідей зодчих, організація проектування не мають аналогів у вітчизняній містобудівній практиці.

Забудова для переселенців стала своєрідним проектним та будівельним експериментом, а набутий досвід архітекторів у формуванні та реалізації архітектурно-планувальних рішень у наймовірно короткі терміни потрібно розглядати як найцінніший.

Список літератури

1. Архитектура Советской Украины / И.Н. Седак, В.П. Дахно, Ю.И. Писковский и др. – М.: Стройиздат, 1987. –303 с.
2. Тут сіли лелеки. Огляд будівництва для компактного переселення за Чорнобильською будівельною програмою / В.Я. Пінчук., М.С. Авдєєва, Т.А.Доценко та ін.; під. ред. В.Я Пінчука. – К.: Чорнобильінтерінформ, 1997. – 227с. (Міністерство України у справах захисту населення від наслідків аварії на ЧАЕС, КиївЗНДЦЕП).

*М.С. Авдєєва к. арх., доцент, О.О. Перфілова, студ.
(Національний авіаційний університет, Київ)*

ВИЗНАЧЕННЯ СУЧАСНОГО ПІДХОДУ ДО ФОРМУВАННЯ ШКІЛ У ЖИТЛОВІЙ ЗАБУДОВІ

Розглядаються особливості сучасного підходу до формування шкіл з метою створення комфортних умов навчання та виховання.

Освіта завжди відігравала важливу роль у духовному та науково-технічному розвитку суспільства, формуванні інтелектуального потенціалу України. Соціально-економічний і духовний розвиток України вимагає сьогодні кардинального реформування системи освіти, в тому числі й об'ємно-планувальної організації школи з метою створення комфортних умов навчання та виховання учнів. Але, нажаль, зараз нові школи не будуються. В Україні катастрофічно не вистачає шкіл.

Аналіз стану традиційної системи освіти окреслює декілька взаємопов'язаних негативних тенденцій, які створюють несприятливі умови навчання, праці та відпочинку учнів.

Архітектурно-планувальна концепція загальноосвітньої школи в її традиційному розумінні набуває своєї актуальності.

Сучасна школа архітектурною теорією та практикою розглядається як об'єкт, наповнений внутрішнім змістом та духовністю. Набуває значення нормативність, концептуальність, у тому об'ємі, який потребує нормативна база [1].

Необхідність “урізноманітнити” в експериментальному будівництві шкільні будівлі не набула масовості, адже єдиний для всіх навчальний план не вимагає надто варіабельного об'ємно-планувального рішення школи. Уніфікованій методиці викладання, стандартним робочим програмам, підручникам цілком відповідають уніфіковані школи.

Сьогодні архітектура більшості шкіл має сприяти духовному і естетичному розвитку учнів, враховувати своєрідні стереотипи життєдіяльності, української ментальності, етнічних особливостей регіонів України, нових навчальних технологій.

Метою сучасних досліджень є узагальнення досвіду та з'ясування нового підходу до проектування шкіл.

Серед важливих принципів перебудови освітньої галузі, які впливають на укріплення навчально-матеріальної бази, проектування нових та реконструкцію існуючих закладів освіти слід відмітити:

- безперервність освіти;
- доступність для кожного громадянина різноманітних форм освітніх послуг;
- органічний зв'язок освіти зі світовою культурою.

Аналіз досвіду дає можливість сформувати періодизацію розвитку школи.

Після революції 1917 р. матеріалістичний підхід до дитини призвів до того, що система освіти була замінена. Єдина система навчання не вимагала надто варіабельного шкільного простору, а перехід на індустріальні методи будівництва, типове проектування призвели до того, що архітектура шкільних будівель втратила виразність.

Аналіз архітектурних композицій типових проектів шкільних будівель показав, що в них відсутня різнохарактерність просторів, яка б відповідала різним видам діяльності і вимогам різних вікових груп, об'єм трактувався у спрощених геометричних формах, але при цьому школа мала функцію громадського і культурного центру.

В СРСР масове будівництво шкіл почалося з 2-ої половини 1920-х рр. Для шкіл 2-ої половини 1920-х – початку 1930-х рр. характерні раціональність, іноді асиметричність планування, чіткість ділення на функціональні блоки і корпуси, розташування учбових приміщень з одного боку широких світлих коридорів. Величезний розмах будівництва загальноосвітніх шкіл 1930-х рр. зажадав переходу до їх типового проектування. Було розроблено декілька типових проектів 2-4-поверхових, компактних шкіл з однобічним розташуванням класів уздовж коридору.

Пошуки нових композиційних рішень шкіл, які тривали аж до 1941 р., привели до появи ряду своєрідних композицій. Так, прагнення забезпечити для різних вікових груп школярів роздільними рекреаціями, що дуже важливо з точки зору виховної роботи, призвело до секційної побудови плану, де на кожну рекреацію припадає три класи.

Значної шкоди українській школі заподіяли німецькі окупанти. Вони знищили 8 тис. і зруйнували 10 тис. шкільних приміщень, їхня освітня політика на загарбаних територіях передбачала онімечення населення та виховання в дусі покори німецькому режимові. Радянське шкільництво передусім спрямовувало зусилля на перебудову школи відповідно до умов воєнного часу. Ще під час війни було ухвалено низку важливих для розвитку шкільництва рішень: дітей до школи приймали з 7-річного віку; запроваджувалося роздільне навчання хлопчиків і дівчаток (існувало до 1954 р.); з'явилися нові навчально-виховні заклади.

У повоєнний період певну роль у вирішенні забудови житлових районів надавалося школам. У малих містах був застосований типовий проект школи на 400 учнів (арх. М. Вавіровський, О. Веліканов), проте більшого поширення набула одна з перших серій типових проектів, яка складалася зі шкіл на 280 і 400 учнів з південним і північним розташуванням головного входу, що забезпечувало різноманітні прийоми розміщення навчальних закладів у забудові міста (арх. Й. Каракіс, Н. Савченко) [3].

У типовому проекті школи на 880 учнів (арх. В. Смишляєв, Є. Морд-вишев) передбачалося два входи у двох глухих ризалітах головного фасаду — на відміну від інших проектів, за якими головний вхід розміщувався у центрі головного фасаду. Це надавало будівлі своєрідності і можливості створення контрасту між площинами та фасадом з вікнами класів у середньому об'ємі. Цей проект вдало використовувався у Дрогобичі, Києві, Харкові, Дніпропетровську та Донецьку.

Для будівництва у Києві найбільш відповідали потребам столиці виконані

за типовими проектами чотирьохповерхові школи на 889 учнів. Так, у 1951 році на вул. Прорізній була споруджена школа (арх. Б. Жежерін, С. Авербах), де автори раціонально використали територію, вдало розмістили будівлю в оточенні житлових будинків [3]. Архітектурна виразність споруди підкреслювалась портиком головного фасаду з чотирма квадратними у перетині стовпами, оздобленими ліпними вставками, а також великими вікнами актового залу та парадними сходами.

Блокова композиція, при якій будівля складалася з ряду окремих корпусів-блоків, що примикали один до одного або були пов'язані теплими переходами, зазвичай застосовувались для шкіл великої місткості. Блокова композиція володіла багатьма перевагами: дозволяла забезпечувати оптимальну орієнтацію приміщень і відносну ізоляцію вікових груп учнів, освоювати високосейсмічні райони і складний рельєф, застосовувати планувальні та конструктивні рішення і параметри, що відповідали функціональним особливостям кожного блоку. Гнучкість блокової композиції давала можливість вдало використовувати різноманітні містобудівні ситуації. Шкільні будівлі блочного типу були найбільш поширеними у будівництві повоєнного періоду.

Принципи типізації і диференціації за профілем і кількістю учнів отримали подальший розвиток в 2-ій половині 1950-1970-х рр. Типові загальноосвітні школи були найважливішою складовою частиною забудови мікрорайонів. Невеликі школи частіше розташовували у одному блоці, що чітко членувався на основні функціональні групи: класні приміщення з рекреаціями (і приміщеннями продовженого дня для молодшого віку), кабінети і лабораторії, приміщення для трудового навчання (майстерні та ін.). Для крупних шкіл прогресивним планувальним рішенням була будівля з декількох (зазвичай двох-трьох) блоків, що примикали один до одного, – для молодших класів і старших.

Школи відрізнялись зручним розташуванням і взаємозв'язком класних і допоміжних приміщень, раціональною орієнтацією класів сторонами світу, конструктивною ясністю і простою об'ємно-просторовою композицією [2].

Перебудова системи освіти, що здійснювалась в означені роки, націлила проектні організації на розроблення проектів політехнізованих середніх загальноосвітніх шкіл і шкіл-інтернатів. У цих проектах передбачались нові приміщення для виробничих майстерень, спеціалізованих кабінетів, гімнастичних залів. Згідно з умовним поділом учнів за віком на дві групи — старші й молодші класи — для кожної з них було запроєктовано рекреацію, санітарні вузли, гардероб тощо.

Функціонально-планувальна організація будівель шкіл-інтернатів передбачала навчальні корпуси, гуртожитки для учнів, майстерні та житло для персоналу. Було розроблено кілька планувальних прийомів шкіл-інтернатів із розміщенням перелічених груп приміщень: в одному корпусі, в окремих корпусах або корпусах, з'єднаних теплими переходами. Наприклад, для школи-інтернату, що збудована у 1960 році в Києві на бульварі Дружби народів (арх. Й. Каракіс, Н. Савченко), запропонований принцип планувальної організації, який отримав розвиток у комплексній серії шкіл і шкіл-інтернатів, розробленій інститутом "Діпромист". Для шкіл цієї серії характерне групування класів, майстерень, спортзалу в окремих корпусах, з'єднаних вестибюльною частиною. Поперечні

несучі стіни з вікнами на всю ширину класів забезпечували краще провітрювання приміщень.

Висновки

Школи – це досить складні містобудівні комплекси, що формують важливі планувальні вузли, виступають архітектурно-композиційними акцентами в забудові, тому до них ставляться підвищені архітектурно-містобудівні вимоги. Реформування системи освіти передбачає удосконалення форм і методів навчання, створення нових типів навчальних закладів з диференційованими формами навчання. Нові навчальні заклади відкриваються лише за наявності необхідної матеріально-технічної бази.

Ємність шкіл визначається за розрахунком, відповідно до терміну навчання, комплектації класів і місцевих демографічних та містобудівних умов. Наповненість класних груп встановлює навчальний заклад згідно з нормативами Міністерства освіти та науки України. Для забудови нових житлових кварталів рекомендується використовувати загальноосвітні середні школи переважно на 720-1080 учнів, початкові на 360 – 480 учнів.

У зв'язку з реформуванням системи освіти, зміною форм та методів навчання, ускладнюються об'ємно-просторові рішення вищих навчальних закладів. Особливі корективи в структуру будівель вносить впровадження нових навчальних технологій на основі технічних засобів навчання, програмного оснащення, персональних комп'ютерів. Електронно-обчислювальна техніка принципово змінює структуру не тільки робочих місць учнів в навчальних приміщеннях, а також архітектурно-планувальні рішення бібліотек, поточних кабінетів. Архітектурно-планувальні рішення шкіл в значній мірі залежать від необхідності впровадження енергозберігаючих технологій, застосування конструктивних та інженерних систем, використання сучасних технічних засобів навчання, новітнього обладнання.

Навчальні заклади доцільно об'єднувати за відповідних умов у навчальні комплекси одного або різних рівнів освіти шляхом блокування або кооперування окремих функціональних зон або будинків. У сільській місцевості навчальні заклади можуть бути розміщені у складі багатофункціональних будинків культурно-побутового обслуговування. Початкові школи допускається кооперувати з дитячими дошкільними закладами.

Як бачимо, перебудова творчої спрямованості архітектури сприяла створенню нових містобудівних ансамблів, а величезні масштаби будівництва, структурна чистота форм нових будівель і споруд стали підґрунтям для подальшої плідної творчості архітекторів у напрямку раціонального підходу до формування шкіл.

Список літератури

1. Будинки та споруди навчальних закладів ДБН В.2.2-3-97 [Введено в дію з 1 січня 1998 р.].
2. Ковальська Г.Л. Архітектурне проектування навчальних закладів / Г.Л. Ковальська // Навчальний посібник. – К.:КНУБА, 2010. – 152 с.
3. Дахно В.П., Архитектура советской Украины./ В.П. Дахно, С.К. Килессо, Н.С. Коломиец и др. – К: Будівельник, 1986. – 160 с.

*В. В. Михалевич, кандидат культурології,
(доцент кафедри основ архітектури та дизайну
Інституту аеропортів НАУ, Україна, мКиїв)*

ЗАСТОСУВАННЯ ХУДОЖНЬО-ГРАФІЧНОГО МЕТОДУ В ПРОЕКТУВАННІ ШРИФТОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ

Розглядається метод художньо-графічного аналізу при побудові шрифтової композиції та наводяться такі принципи, як ясність шрифту, чіткість, характер контура букв та їх рисунок та ін.

Досвід показує, що якщо студент вільно справляється з рукописними шрифтами, то для нього не складе великих труднощів виконання рисованих шрифтів, не кажучи вже про набірні (комп'ютерні) шрифти. Ті та інші мають загальні конструктивні схеми, принципи і закономірності. Особливістю шрифтів є ретельне рисування форм букв з врахуванням графічності та геометричної точності. Ці ж особливості властиві і рельєфно-об'ємним шрифтам, що відрізняються, окрім матеріалу, своєю фактурою, збагаченою грою світла і тіні. Таким чином, кожен вид шрифту залежно від техніки виконання отримує свій рисунок, властивий лише йому «почерк». Майбутнім дизайнерам та архітекторам потрібно це знати і вміти застосовувати на практиці. Якщо цього не буде, то застосування дизайнером шрифту у проектній сфері завжди буде справляти враження дилетантства і безпорадності.

В палеографії, науці, що вивчає історію писемності, для аналізу стилів шрифту застосовується методика палеографічного дослідження. Вона в головній своїй частині представляє певний інтерес і користь для студента, що вивчає шрифт. Оскільки для студента у результаті важливо знати і уміти відтворювати каліграфічні варіанти основних видів шрифту, то таку методику, стосовно практики художників в декілька зміненому скороченому вигляді, слід назвати методом художньо-графічного аналізу рукописних шрифтів. Застосовувати такий метод можна при вивченні не лише історичних, але і сучасних латинських і кирилических рукописних шрифтів.

Метод художньо-графічного аналізу включатиме наступні елементи:

1. Аналіз графіки букв і графічних особливостей листа (тобто співвідношення штрихів, наявність і форма зарубок, відмінність по зображенню, пропорції, міжбуквений пропуск, міжрядкова відстань, композиція на аркуші).

2. Визначення кута листа (положення знаряддя до рядка).

3. Визначення дукта (дукт — послідовність і напрям зображення основних і додаткових штрихів букв).

4. Знаряддя (різне пір'я і їх заточування, пензлі).

Основні вимоги пред'являються перед студентом до роботи над шрифтовою композицією. Перш ніж розбирати кожен пункт основних вимог, що пред'являються до роботи над шрифтом, пропонуємо студентів

ознайомитися з їх переліком: чіткість, ясність, легкість для читання, простота графічних форм шрифтів; органічний зв'язок малюнка букв з вмістом тексту, образність шрифту; залежність малюнка букв від техніки їх виконання; ритм; кольорова гармонія; стильова єдність шрифтової композиції; смислове акцентування в шрифтовій композиції; цілісність, композиційна злагодженість всієї побудови.

Розглянемо більш детально основні закономірності будови шрифту.

Образ в шрифті — за визначенням шрифтовика С. Би. Телінгатера, — «це теж думка, лише виражена специфічними художніми засобами».

Залежність малюнка букв від техніки їх виконання. Залежно від техніки виконання розрізняють наступні види шрифту: Рукописний — виконується від руки всіляким шрифтовим пір'ям і пензлями на папері; різними пензлями — на тканині, ґрунтованій фанері, та інших матеріалах. Рисований шрифт на відміну від рукописного виконується послідовно, із залученням різного роду інструментів (зазвичай рисується контур букв, який потім заповнюється фарбою). Трафаретні шрифти також відносяться до рисованих. Треба підкреслити, що зараз все частіше застосовується комп'ютер. Рельєфно-об'ємний шрифт (гравірований або накладний). Гравійований шрифт виконується різними різними на камені, дереві, металі; накладний — з картону, пінопласту, гіпсу, дерева і металу.

Ритм утворюється елементами букв, які повторюються, лініями, кольоровими плямами, що викликає відчуття умовного руху та внутрішньої динаміки. Шрифт підкорюється всім цим зоровим закономірностям ритму. Закономірні ритмічні поєднання окремих елементів букв, через слова і рядки, впливають на ритм всієї композиційної побудови написів. Ритмічна побудова шрифтової композиції, впливаючи на людину, викликає той або інший настрій, активізує або гальмує сприйняття. Ритм може бути спокійним і неспокійним, статичним і динамічним, таким, що сходиться до центру або нестримно направлений в ту або іншу сторону. Він допомагає підвищенню образності шрифтової композиції, впливає на її легкість. Порушення ритму може спричинити враження втрати цілісності композиції. Ритм залежить від рисунка букв і техніки їх виконання. Як видно з вищесказаного, вирішення питань ритму знаходиться в тісному взаємозв'язку з основними вимогами, що пред'являються до роботи над шрифтом.

Наявність зарубок (serif) та їх форма — одна з ознак, що визначає ту або іншу гарнітуру шрифту. Це говорить про те, який великий вплив вони можуть робити на ритм даного шрифту. Зарубки оформлюють основні та додаткові штрихи і деякі кінцеві елементи букв, надаючи їм стійку форму. Як правило, симетрично розташовані по відношенню до основних штрихів, вони тримають букви між лініями, чітко обмежуючи їх висоту. В шрифтах типа антикви зарубки забезпечують відносну статичність, симетричну стійкість букв. Треба зазначити, що розміри внутрішньобуквених просівів залежать від рисунка букв і визначаються їх щільністю і насиченістю.

Простота графічних форм шрифтів. Шрифт, як елемент художнього оздоблення, має бути вирішений художньо або правильно підібраний, але із своїм творчим прийомом побудови загальної композиції.

Так монументальні шрифтові композиції переважно виконуються різними гарнітурами рубаних шрифтів. По-перше, рубаний шрифт як найповніше відповідає монументальності простотою графічних форм і легкістю для читання. По-друге, по образному сприйняттю рубаний шрифт відповідає сучасності так само, як класицистична антиква відповідала ХІХ століттю, ренесанс-антиква — епосі Відродження. Недаремно рубаний шрифт називають «шрифтом століття». Тому, залежно від змісту тексту, шрифт може бути «спокійним і напруженим, динамічним і статичним, монументальним і декоративним, строгим і веселим, може мати історичні і національні межі».

Методи побудови рисованих шрифтів. Існують різні методи геометричної побудови шрифтів. Найчастіше на практиці художниками застосовується метод побудови по модульній сітці. Простим прикладом його є побудова по клітках. Прямокутник з відношенням сторін 3:5 ділиться на 3 клітки по ширині і на 5 — по висоті. Побудовані в такому прямокутнику букви мають внутрішньобуквенний просвіт, що дорівнює товщині основного штриха.

При побудові по модульній сітці за модуль береться товщина основного штриха. Сторони прямокутника з вибраним пропорційним відношенням завжди кратні модулю. Прямокутник, розбитий на модульну сітку, служить основою побудови всіляких шрифтів. До методу побудови за модульною сіткою відноситься і метод вписування букв в квадрат. Особливістю його є те, що пропорції букв визначаються не пропорціями квадрата, а лише відносно його. Квадрат може і не розкреслюватися на сітку, а лише мати додаткові вісі, діагоналі і кола, достатні для виконання по ним всіх елементів букв.

Характер контура букв та їх рисунок. Букви, перетворені на геометрично рисовані прямокутники, подібні до повторення одного і того ж звуку в музиці, викликають відчуття монотонності. Спрощений ритм таких букв робить весь текст млявим, пасивним для ока. Таке враження може виробляти малоконтрастний вузький гротеск, з історичних стилів письма — готична текстура. У статутному староруському шрифті також переважає простий ритм за рахунок великого числа вертикальних прямолінійних штрихів. Набагато складніше і багатше ритм шрифтів антикви і побудованих на її основі інших видів у яких яскраво виражена індивідуальність букв.

Пропорційне співвідношення ширини і висоти букв. Бажання побудувати всі букви алфавіту в прямокутниках з одним і тим же пропорційним співвідношенням сторін, частіше обертається одноманітністю. Ритм таких букв виходить монотонним. Слід завжди пам'ятати і дотримуватися того що букви в алфавіті не мають бути рівні по ширині, оскільки це протирічить формам, що історично склалися. Тому ми бачимо наявність нормальних букв, таких, як Н, ширших багатовисотних, як Ж, М, Ш, і вужчих, як В, Е, Р.

Співвідношення основних і додаткових штрихів. Контраст штрихів створює реально відчутну «кольоровість» елементів букв завдяки різній насиченості. Подібно до того як в живописі або графіці ритм створюється внутрішньою динамікою кольорових і чорно-білих плям та ліній, так і в шрифті завдяки зміні кольоровості і спрямованості елементів виникає умовний

рух. Студент, що робить шрифтову композицію, повинен розуміти це явище, враховувати його в роботі, додаючи буквам стійкість, врівноваженість або певну ритмічну спрямованість. Шрифт, як правило, виконується на площині, їй же повинен відповідати і площинний характер букв. Річ у тому, що контраст штрихів в різних буквах візуально викликає відчуття нахилів і поворотів. Рівновага кольоровості шрифту досягається студентом в тому випадку, якщо він зумів при насиченості елементів букв фарбою (у тому числі чорною і білою) забезпечити візуальне сприйняття не змінної плоскості.

Висновки

Метод художньо-графічного аналізу допоможе студенту краще засвоїти головне — особливості графіки даного стилю (гарнітури). Це в свою чергу надає шрифту «ясності», а тому і «легкості для читання». Ясність шрифту має на увазі швидке розпізнавання букв, виправдану простоту їх графіки. Легкість для читання — це загальна оцінка придатності шрифту. Будь-який шрифт повинен без спотворень передавати зміст тексту. Необхідність дотримання цих принципів пояснюється психофізіологічними особливостями людини, що проявляються в процесі читання, особливостями людського зору — схоплювати оком одночасно групу букв або навіть слів, швидкістю пізнання букв і осмислення слів, тобто швидкістю читання. Це надзвичайно важливі вимоги до будь-якого шрифту.

Список літератури

1. Барышников Г.М., Бизяев А.Ю. Шрифты. Разработка и использование / Барышников Г.М., Бизяев А.Ю. – М.: Эком, 1997. – 288 с.
2. Гордон Ю. Книга про букви от Аа до Яя / Гордон Ю. – М.: Студия Артемия Лебедева, 2006. – 384 с.
3. Победин В.А. Знаки в графическом дизайне / Победин В.А. . – Х.: Ранок, 2001. – 96 с.
4. Шкарев А.В. Настольные издательские системы: справочник / Шкарев А.В. – М.: Радио и связь, 1994. – 288 с.

*О. В. Триколенко, ст. викл.
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

ВИРОБИ У ВИГЛЯДІ ЛІНЗ З ГІРСЬКОГО КРИШТАЛЮ В СКЛАДІ ТРОЯНСЬКОГО СКАРБУ І ЯК ВІРОГІДНИЙ АТРИБУТ ДРЕВНІХ РИТУАЛІВ ЗАПАЛЮВАННЯ ВОГНЮ

У статті йдеться про вироби з гірського кришталю зі скарбу І, який був знайдений Генріхом Шліманом у Трої. Розглядаються культурологічні аспекти їх використання в давньому Середземномор'ї.

Серед знахідок Генріха Шлімана в Трої дещо виокремлюється зібраний переважно з виробів із самоцвітів скарб І. Він був відкритий у шарі пізніше позначеному як Троя ІІ, що пов'язується з пишною добою розквіту царства. Підбір предметів говорить про певну спеціалізацію. Загальнопринятною є хронологія з урахуванням якої скарб датують в межах середини-третьої чверті ІІ тис. до н. е. [7, с. 234]. М. Ю. Трейстер вважає, що він був захований десь близько 2500 р. до н. е.

До скарбу входили, зокрема, багато дзеркально відполірованих виробів з гірського кришталю – „лінз” кат. № 176-216. Їх форма доволі стандартна. Діаметр приблизно 2,4-2,5 см, висота 0,75-0,85 см [7, с. 227] (рис. 1) [6, с. 158]. Вважають, що знахідки плоско-опуклих лінз із гірського кришталю слід пов'язувати з ювелірною справою. Велика лінза кат. № 229, котра дає приблизно подвійне збільшення, найбільш вірогідно використовувалася в якості збільшувального скла [6, с. 175], [7, с. 235].

Незрозумілою залишається велика лінза з круглим отвором посередині кат. № 230 [6, с. 176], який до того ж є аналогії серед древніх виробів з бурштину.

Проте, завдяки природним властивостям гірського кришталю, численні однотипні лінзи могли слугувати й у більш широкій сфері. На думку геолога, мінералога В. А. Нестеровського, крім того що вони могли використовуватися як деталі простих оптичних приладів, їх можна було застосовувати, зокрема, для пропалювання. За його ж словами, лінзи, очевидно, виготовляли по багато штук. Так, більшість лінз скарбу однакового діаметру, і, вірогідно були зроблені з одного розпиленого поперек монокристала.

Таке припущення дозволяє гадати, що подібні вироби з гірського кришталю були дуже потрібні й за їх допомогою могли просто розпалювати вогонь. На Півострові Мала Азія, зокрема, в Північно-Східному Лазистані (Троада) – гірський волого-субтропічний ландшафт; у сусідній Північно-Західній Егейській та Південній Анатолії й прилеглих районах домінують гірсько-середземноморські риси ландшафту, – а отже тут скрізь багато яскравих сонячних днів на рік. Можливість розпалити багаття сфокусувавши сонячний промінь була б безцінною в умовах походів, на кораблях.

Запалювання вогню у древні часи вважалося священним, навіть жертвним, що відображене, зокрема, в міфі про Прометея, або дарувальним

актом. Майже не викликає сумнівів розпалювання вогню через лінзу опівдні в день літнього сонцестояння під час проведення ритуалів, що й у наш час відтворюють представники традиційних європейських вірувань.

Схоже, що всі предмети скарбу L пов'язані з символікою Неба, Сонця. У давньогрецькій міфологічній традиції з метеоритами ототожуються palta – «предмети, що впали з небес». Роберт Грейвс пише, що попервах метеорити, як єдині справжні palta, сприймалися як блискавки, котрі вдарили у дерева. [3, с. 467]. З palta та розпалюванням ритуального вогню, напевне, пов'язана поява деяких храмових споруд з отвором в даху. Збереглися відомості про давньогрецькі, зокрема й троянський, храми з отвором в даху [3, с. 467]. Пізнім відлунням таких культових споруд є навіть римський Пантеон.

Символіка Сонця виражена у різних мегалітичних спорудах, що, напевне, були пов'язані з ритуалами запалювання – народження, дарування небесами – вогню. Останніми роками по всій Центральній Європі: на півдні Моравії, в Богемії, на південному заході Словачії, північному сході Угорщини, півдні Польщі, в Баварії, Саксонії й Саксонії-Анхальт, у федеральній землі Нижня Австрія відкрито більше трьох сотен древніх пам'яток монументальної архітектури. На всій цій території в центрі поселення люди споруджували округлі цастоколи, оточували їх кільцевими ровами, палісадами й земляними валами. Одна з самих давніх таких споруд була зведена у Шлеці близько 4800 р. до н. е., а найдревнішою з відкритих вважається споруда у містечку Гозек, в Саксонії. Її датують приблизно 5000-4900 рр. до н. е. Всі вони чимось нагадують Стоунхендж (рис. 2) та позначають певні астрономічні точки, в тому числі зимове і літнє сонцестояння, весняне й осіннє рівнодення [2, с. 47-55]. Відомі подібні споруди і на території України. Важливим відкриттям стало те, що британські археологи Тоні Трюман і Алістер Карті, досліджуючи за допомогою лазерного сканера мегаліти Стоунхенджа, розглядели на трьох з них характерні зображення сокир, невидимі неозброєним оком. Племена, які населяли Англію, почали використовувати подібні після 1800 р. до н. е. Зв'язок зі зброєю, зображення зброї на мегалітах, пов'язує цю пам'ятку з монументальною енеолітичною скульптурою Північного Причорномор'я.

Винятково цікавою є споруда-ротонда з променями на Старокиївській горі, в якій, найвірогідніше, можна вбачати наслідування древнім слов'янським та протослов'янським традиціям. З таких передуючих культу домашнього вогнища виражені в пам'ятках трипільської культури, дотичної до середземноморських.

Культові дії, пов'язані з вогнем, Сонцем, вогнем, дарованим Сонцем могли відбуватися у приміщеннях типу «мегарон», характерних для середземноморського регіону. За звичай це досить велике приміщення з вогнищем посередині та отвором у даху над ним, перекриття часто підтримувалося стовпами. Такі характеристики свідчать, що він призначався для зібрань правителя з його оточенням. Вперше розвинена форма мегарона зустрілася в пізньонеолітичному поселенні в Діміні. На його культове призначення вказують залишки простого вівтаря на площі перед спорудою В Сескло був знайдений мегарон більшого розміру. Відкрито й кілька мегаронів у різних шарах Трої [5, с. 23,24, 28-30].

Схематично цей тип споруди впізнається як у таких видатних пам'ятках як Софійські собори в Константинополі та Києві (рис. 3), так і в дуже віддалених етнографічних паралелях (рис. 4), що, проте, певно можуть дати уявлення про найпростіший найдревніший тип та його витоки.

Для реконструкції «троянської проблеми» Л. І. Акімова залучає античну міфоритуальну традицію – той комплекс міфів та ритуалів, який у давнину пов'язувався з Троєю. І хоча міфоритуал принципово позаісторичний, його вивчення дозволяє, зокрема, побачити виключно важливі культурні чинники, «оскільки історія в давнину не мислилася лінійно-хронологічно, але завжди містила у собі зерно космогенезу, вибудовуючись як космологічний феномен».

Важливе місце займають, зокрема, теми, пов'язані з космогонічною та солярною символікою. Знак визначив сакральний центр майбутньої Трої, від якого потім проводили коло – стіну фортеці. Семантика імен Геліос, Гелен (троянський царевич, який претендував на її руку після смерті Паріса), Гелла, Єлена – богиня сонця (її епітет – «золота»), яка мала особливе значення для греків, споконвічне ім'я яких було похідним від її – Еллада. [1, с. 243-244, 246, 269].

Л. І. Акімова наголошує, що «географічно міфоритуальні події, що відбувалися у троянському світі, уводять за межі греко-малоазійського круга». Вони окреслюють територію, позначену Тавридою або Тавро-Скіфією, західним Понтом, Колхідою, Кавказом і Гіперборейською країною. Очевидно, слов'яни мали прабатьківщину на тій північній території, яка стала центром створення майбутньої «історії Трої». А також привертає увагу до грандіозної, виключної за формою, смислом і функцією пам'ятки – Кам'яної Могили під Мелітополем, у Приазов'ї. Це святилище, безпрецедентний кам'яний архів міг бути центром іррадіації різних етно-культурних гілок, які пішли потім на території майбутніх Шумеру, Єгипту, Греції, Італії [1, с. 269-270].

Саме в Егеїді та в Месопотамії було знайдено досить немало кришталевих лінз (Каносський палац на Криті, печера Ідеон, лінза з Ассирії, приблизно 900-700 рр. до н. е., знайдена під час розкопок палацу Німруд) та ін. В символіці цього великого регіону утвердилися знаки Сонця, що біжить небосхилом.

Відомі зображення знаків Сонця – сварг на пряслицях слов'ян (VI-VII ст.) [4, с. 655]. Древні сонячні культури поширилися дуже далеко на Північ, куди відбувалися міграції.

На вищому рівні в усіх таких зображеннях проглядається символіка центричності, обертання, життєдайності руху Сонця. Складається враження, що древні розуміли важливі принципи світобудови. Зокрема, давньоєгипетський ієрогліф Хефра (скарабей), яким зображували світанкове Сонце, має зміст обертання; а сам ієрогліф Сонце часто зображували з крапкою в центрі, що найвірогідніше позначає ядро зірки. З символікою обертання могли пов'язувати пряслиця. Асоціації з містом-сйолоном вбачаються також у таких спорудах як поховальний круг Мікен, курганні комплекси.

До символіки центричності, влади долучився один з найзагадковіших архетипів, зашифрованих у троянській міфології й конкретно переданий у вигляді зображення коня – «троянський кінь».

Список літератури

1. *Акимова Л. И.* Троянский мир в античной мифоритуальной традиции. с. 241-270. Сокровища Трои из раскопок Генриха Шлимана. Каталог выставки. Москва. ГМИИ им. А. С. Пушкина. – Леонардо Арте. – 1996 г. 300 с.
2. *Волков А.* Стоунхенджи каменного века. с. 47-55. Знание-сила №11 (965) 2007 г. 128 с.
3. *Грейвс Роберт.* Мифы Древней Греции. Москва. «Прогресс». – 1992 г. 624 с.
4. Історія української культури. У 5 томах. Історія культури давнього населення України. 1 том. НАН України. «Наукова думка». Київ. – 2001. 1136 с.
5. *Сидорова Н. А.* Искусство Эгейского мира. Москва. Искусство. 1972 г. 228 с.
6. Сокровища Трои из раскопок Генриха Шлимана. Каталог выставки. Москва. ГМИИ им. А. С. Пушкина. – Леонардо Арте. – 1996 г. 300 с. – С. 25-195.
7. *Трейстер М. Ю.* Троянские клады: (атрибуции, хронология, исторический контекст). с. 197-240. Сокровища Трои из раскопок Генриха Шлимана. Каталог выставки. Москва. ГМИИ им. А. С. Пушкина. – Леонардо Арте. – 1996 г. 300 с.



1



2



3



4

1. лінза з троянського скарбу L.
2. Стоунхендж <http://www.baby.ru/community/view/125878/forum/post/25947104/>
3. інтер'єр Софійського собору в Києві <http://100travels.com.ua/sofijskij-sobor/>.
4. Сікачі-Алян. Музейна реконструкція житла 7-5 тис. до н. е. <http://dkphoto.livejournal.com/14502.html>

*С. Т. Триколенко, асист.
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА НА СЦЕНІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ОПЕРИ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ ВИСТАВИ

У статті розглядаються особливості архітектурного декораційного середовища на театральній сцені на прикладі постановки вистави «Ярослав мудрий» Національної опери України.

Національна Опера України відкрила свій 145-й сезон оперою Георгія Майбороди «Ярослав Мудрий», створеною за однойменною віршованою п'єсою Івана Кочерги. В рік відзначання символічно-приблизного 1530-річчя Києва вистава про героїчне минуле, становлення та розвиток могутньої, освіченої, передової держави співзвучна суспільним прагненням.

Київська Русь у період князювання Ярослава Мудрого досягла найбільшого піднесення. Дбаючи про захисні держави, він відвоював захоплені Польщею Червенські міста і Волзьку волость, знову підкорив угро-фінські племена чуді, провів кілька успішних походів проти агресивних ятвягів і литовців, заснував міста Ярослав на р. Сян та Юр'їв над Чудським озером, які мали сприяти зміцненню північно-західних кордонів країни. На півдні Ярослав продовжив будівництво захисних споруд проти кочівників, зокрема, закладаючи по р. Рось міста Юр'їв, Корсунь та ін. Велику увагу приділяв Ярослав вдосконаленню й укріпленню великих руських міст: він розбудував і укріпив Київ, оточив його муром, звів Золоті ворота — головний парадний в'їзд до міста, цілу низку інших архітектурних споруд. Було також розбудовано Чернігів, Переяслав, Володимир. Дбав великий князь про розвиток освіти, заснував школи і бібліотеки. За часів Ярослава в усіх великих містах розгорнулося будівництво храмів, засновувалися монастирі. Найбільший із них — славнозвісний Києво-Печерський — став важливим осередком не лише чернечого життя, а й культури, освіти, літописання. Покровительство київським книжникам приносило вигоду для формування героїзованої історичної особистості, максимально опустивши особисті вади і недоліки правління. Важливою ознакою доби стало домінування руського люду в державному управлінні. Функція варягів зводилася до військової служби. З призначенням у 1051 р. київським митрополитом відомого вітчизняного релігійного діяча і письменника Іларіона було зроблено спробу зменшити залежність руської церкви від Константинополя [1]. Захист від зовнішніх ворогів вимагав від князя стратегічних військових навиків, залучення талановитих воєначальників та використання найманців. Завдяки підтримці варягів та новгородців у 1036 р. Ярослав Мудрий успішно завершив боротьбу своїх попередників проти печенігів, розгромивши їхні орди під Києвом.

Ідея розбудови сильної держави підкріплена розкішною сценографією. Декорації розроблені Народними художниками України Тадеєм та Михайлом

Риндзак зі Львова. Загальна композиція сценічного простору монументальна та масштабна. Передача на театральній сцені архітектурного середовища вимагає від художника створення образу певної споруди, або навіть комплексу споруд. Режисерський задум та художнє рішення визначають загальну лінію зовнішнього вигляду декорацій: чи має перед глядачами постати досконало відтворена модель реалістичної історичної будівлі – розповідна декорація [2, 76], чи буде створено саме образ будівлі – конструкція з використанням характерних, символічних елементів – метафорична декорація [2,78]. Або ж є варіант сценічного середовища, побудованого на поєднанні цих двох ходів – реалістичні елементи поєднані з символічними. Саме таке рішення використано у виставі «Ярослав Мудрий». Кілька задників написаних в наближеній до реалістичної возвеличувальній манері, практикуемій ще видатним театральним художником Ф. Ф. Федоровським для грандіозних постановок московського Большого театру, позначають місце дії. Традиції живописних декорацій були сформовані на теренах Російської імперії вкінці ХІХ – на початку ХХ століття, і несли таке ж потужне смислове навантаження, як і об'ємні просторові конструкції. Живописні задники для вистави великих імперських театрів створювали такі відомі художники-живописці, як В. Васнецов, М. Врубель, В. Поленов, В. Серов, К. Коровін, А. Головін, А. Бенуа, Л. Бакст та інші. На задниках для опери «Ярослав Мудрий» домінують пишні архітектурні мотиви – міцні й надійні: зрубні дерев'яні хорони з теремами, вмінням рубати які славилися майстри руської Півночі, темнуваті палацові інтер'єри зі стилізованими зображеннями київських мозаїк та фресок, екстер'єри київських воріт з мурами та сяючого золотом Софійського собору з багатоголоссям куполів на фоні київських далей. Великий вінок в центрі символізує єдність руських земель. На ньому розміщені ледь помітні гербові символи окремих слов'янських земель та племен. Також він виступає своєрідним образом поєднання старої язичницької культури, шанованої простим народом та нової християнської, насадженої правлячою верхівкою. Подібно до предметного плану діорам елементи декорацій переходять в об'ємні й встановлені на сцені по центру в глибині та біля куліс. Задля ефектного сценічного руху співаків збудовано кілька підвищень і пандусів, які застелені стилізованими зображеннями мозаїчних підлог з різнокольорових порід каміння зі смальтою, відкритих археологами у Десятинній церкві та Софійському соборі. Тут використано принцип конструйованої декорації – основні архітектурні елементи вписуються у простір з урахуванням оптичних деформацій, необхідних для загального візуального ефекту [2,89]. На вертикальних конструкціях написані об'ємні архітектурні елементи, і завдяки виділенню кількох об'ємно-просторових елементів та живописній градації виникає ілюзія глибокого простору – величних арок, прикрашених фресками і мозаїками, у князівських хоронах; київських далей з видами знаменитих історичних споруд. Миськими укріпленнями, покликаними на захист населення, сприймаються куліси: незначне тонування та освітлення створюють враження кам'яних мурів. Монументальність і масштабність декорацій створює ефект ілюзорного розширення простору – у глядачів виникає враження безмежності сцени, навіть не зважаючи на досить похмурий колорит

деяких мізансцен. Гармонія між простором сцени і простором глядацького залу підтримується і завдяки звуковим ефектам. Театральне оформлення загалом, як і кремі його фрагменти, окрім естетичної відіграють ще й «мелодійну» роль – воно покликане відбивати звук, а не поглинати його, як це часто трапляється [3].

Дуже важливу роль відіграє освітлення. Все у виставі покликане справити враження грандіозності, могутності, розкоші та цілісності. Воно ж візуально змінює інтер'єри княжого палацу: оскільки немає можливості рухати під час дії вистави статичні елементи декорації, приміщення змінюються завдяки перепадам освітлення. Встановлені під різними кутами прожектори легко перетворюють інтер'єр на екстер'єр та навпаки. Монументальні споруди здаються то залитими яскравим сонячним світлом, то поступово заглиблюються у сутінки. Візуальну зміну місця дії та часу доби створює паралельне використання кількох задників, накладених один на одний з невеликими проміжками: це забезпечує видимість вранішнього туману, або навпаки – спекотного дня. У комбінації з освітленням задники стають то прозорішими, то плотнішими. І саме освітлення посилює або послаблює емоційний фон вистави - додає агресії у епізод битви русичів з печенігами, та створює тужливо-меланхолійні настрої у епізод оплакування Єлизавети.

Костюми розробила художниця Національної опери України Наталія Кучеря. Безцінним джерелом відомостей про вбрання Київської Русі є фрески з зображеннями князівської сім'ї, мисливців, скоморохів та ін. Софійського собору. Про прикраси відомо з археологічних знахідок: унікальних діadem і колтів з перегородчастими емалями, браслетів і пернів з черню, простих литих бронзових фібул та ін. Одежі князя змінюються відповідно до сюжету: зустріч послів, святкування весілля Єлизавети – розкішні шати, що демонструють велич та багатство; скромніший вигляд у мізансценах домашніх клопотів; стилізована кольчуга в епізоді перемоги над печенігами. Вбрання Інгігерди, гордої та зверхньої княгині, нагадує зображення імператриці Феодори на знаменитій візантійській мозаїці церкви Сан-Вітале в Равенні – дорогі тканини глибоких насичених кольорів та безліч золотих оздоб з низками великих перлин й сяючими самоцвітами. Молода скромна Єлизавета носить білі кольори й відносно небагато прикрас. Одягом підкреслюється протиставлення груп персонажів: кияни вбрані у костюми історичного крою з м'яких льняних тканин, варяги – у розшиті металевими бляшками шкіряні панцирі й рогаті шоломи, печеніги – у куртки з клаптиків шкіри та хутра.

Поставлені А. Солов'яненком мізансцени здебільшого симетричні, малорухомі (за виключенням битви русичів з печенігами). Основний емоційний акцент робиться саме на звукову постановку – перепади голосів та музики. Статичність мізансцен гармонійно сприймається у контексті загального задуму і декоративного оформлення вистави.

Завдяки драматургічно сильним текстам І. Кочерги та партитурі Г. Майбороди вистава емоційна. Особливе співпереживання викликає остання дія: втрата любимі дочки Єлизавети, яка померла на чужині, далеко від милого Києва, завдає великого страждання князю. Але він тамує біль, адже Київ у небезпеці: орди печенігів прагнуть знищити столицю русичів, а кілька

міст вже захоплено. Князь-воєначальник в кольчuzі виступає у бій, і навіть Інгігерда, яка була заслана у монастир за змову, молиться за нього. Ярослав став символом єдності та могутності Київської Русі, і його загибель означає не тільки порятунок русичів, а й заслін для всієї Європи – країни, правителі яких поріднилися з Ярославом, отримали надійний захист східних кордонів від диких кочових племен. За історичними джерелами перемога дісталася дуже нелегко: Ярослав виступив перед Софійськими воротами, як це і показано в опері, з військом із трьох формувань: киян, новгородців та вікінгів – й тільки під вечір здолав ворога.

Емоційне піднесення яке дарує глядачам опера «Ярослав Мудрий», ще сильніше пробуджує інтерес до нашої багатогранної історії, дає можливість відчутти силу свого родового коріння та необхідність єднання, адже у єдності – сила.



Сцена з вистави «Ярослав Мудрий» Національної опери України
Фото: В. Ландар

Список використаної літератури:

1. Інтернет-ресурс
http://libfree.com/102481559_istoriyapidnesennya_rozkvit_kiyvskoyi_rusi_volodi_mir_velikiy_yaroslav_mudriy.html
2. О. А. Антонова «Техника и технология современной сцены», Санкт-Петербург 2007, С. 112
3. Л. Денисенко «Ярослав по-новому», Еженедельник 2000, №13 (360) 30 марта - 5 апреля 2007 г.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПОВЫШЕННОЙ КОМФОРТНОСТИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АЭРОВОКЗАЛОВ

Рассмотрены особенности формирования архитектурно-ландшафтной среды современных индивидуальных жилых домов повышенной комфортности. Определены перспективные тенденции их формирования с использованием инновационных приемов организации жилой среды в природном окружении.

В третьем тысячелетии переход на новую ступень научно-технического развития потребовал усиления инновационной активности и нового подхода к формированию архитектурно-ландшафтной среды индивидуальных жилых домов повышенной комфортности, которые должны отражать возросшие требования людей с высоким уровнем материальной обеспеченности. В настоящее время перед отраслью жилищного строительства стоит инновационная задача, которая требует серьезного изучения, разработки и создания современной теории и практики, моделей, нормативов, стандартов формирования и развития безопасного и экологически комфортного индивидуального жилья, успешного функционирующего в постоянно изменяющейся окружающей среде.

Анализ отечественной и зарубежной научной литературы показывает, что понятие «инновация» рассматривается в различных производственных сферах. В области архитектуры большой вклад в создание инновационных концепций формирования зданий с высокотехнологическими возможностями в свое время внесли такие мастера, как Мис Ван дер Роэ, Ле Корбюзье, Ф.-Л. Райт, А. Аалто, Ээро Сааринен, Ф. Джонсон и др. Однако механический перенос зарубежных проектов формирования жилых зданий в отечественную практику не желателен. Необходимо изучить целый ряд вопросов, связанных с особенностями конкретных регионов. Кроме того, объемно-пространственные решения зданий, оптимальные для того времени, сегодня являются не актуальными и не отражают новые формы научной, производственной и практической деятельности, не учитывают требования в области экологии. В современной научной литературе данная проблема затрагивается имплицитно [1,2].

Поэтому цель работы - на основе анализа практических разработок в дальнем и ближнем зарубежье определить инновационные приемы формирования индивидуальных жилых домов повышенной комфортности (ИЖДПК).

Исходя из поставленной цели, определены задачи исследования:

1. Рассмотреть особенности формирования инновационных ИЖДПК.

2. Выявить основные инновационные приемы формирования архитектурно-ландшафтной среды ИЖДПК.

Инновационная деятельность характеризуется постоянным качественным совершенствованием условий жилой среды, продвижением (внедрением) новых технологий, видов строительных материалов и услуг. Наиболее активной частью общества являются новаторы - ученые, специалисты, изобретатели, создающие новые конструкции, машины, приборы и т.д. Архитекторы, инженеры и дизайнеры совместно разрабатывают уникальные инновационные проекты ИЖДПК. Прогресс в индивидуальном домостроении очевиден: создаются проекты, которые считались ранее неосуществимыми.

Освоение новых технологий, внедрение новых идей, изобретений - это особый вид деятельности, который имеет свои характерные черты, особенности и проблемы. По мнению специалистов, на ряд сложных вопросов при строительстве современных ИЖДПК можно ответить посредством создания грамотного проекта, в котором уровень комфортности определяется при помощи установления экотипа архитектурно-ландшафтной среды дома (в соответствии с доминирующими в ней ценностями). Так в структуре дома могут быть представлены: *Природосохранная среда* ИЖДПК характеризуется преобладанием естественных форм, устойчивым равновесием и приоритетом ценностей живой природы; *экоцентрическая среда* - динамическим равновесием, гармоническим взаимодействием человека и природы, экосохранностью, характерной для традиционной загородной и др. благоприятной среды; *антропоцентрическая среда* - преобладанием человека и следов его жизнедеятельности, антропосохранностью, характерной для городской среды; *автоматизированная среда* ИЖДПК - доминированием техпространств, автоматизированного оборудования, коммуникациями, как правило, в интерьере здания, экосохранностью в экстерьере. *Киберсреда* ИЖДПК характеризуется наличием пространств, созданных с помощью технических и искусственных средств. Реализация процессов, связанных с жизнедеятельностью человека осуществляется средствами интеллектуальной архитектуры.

На основании этих особенностей можно выделить следующие приемы формирования инновационных ИЖДПК:

Оригинальный, нетрадиционный объем жилого здания с учетом экологического подхода к формированию его архитектурно-ландшафтной среды достигается путем создания индивидуального эстетически привлекательного

объемно-пространственного и планировочного решения жилого образования, обладающего высокими экологическими характеристиками и оказывающего положительное эмоциональное воздействие при восприятии его архитектурно-ландшафтной среды. Габариты, масштаб, параметры архитектурного объема и его блоков, уникальная форма плана, характер расположения проемов, наличие остекленных поверхностей, открытых помещений создают индивидуальный образ дома, определяют его микроклимат и уровень комфорта.

Органичное включение объема жилого здания в структуру природного ландшафта происходит с учетом ландшафтной поверхности (земная, водная или с включением растительности). В зависимости от ее особенностей и природной составляющей местности строительства (характера рельефа, вида растительности, акваторий) процесс взаимодействия объема здания и ландшафта может осуществляться с различной степенью интеграции при помощи использования нескольких приемов: наложения, нависания, компенсации, замещения или акцентирования. Объединению архитектуры и природы способствует их стилевое и колористическое единство, имитация архитектурным объемом природных форм, применение в проекте современных технологий (включение трансформирующихся элементов, нависающих конструкций и коммуникаций), природных материалов и панорамного остекления (обеспечивает естественную освещенность помещений, визуально «облегчает» дом, раскрывает окружающий ландшафт и отражает существующую природную среду), открытых поверхностей с ландшафтными элементами (объединяет пространство, создает целостную композицию архитектурно-ландшафтной среды жилого дома), средств экологического дизайна.

Оригинальное архитектурно-планировочное решение жилого здания с целью локализации пространства с использованием элементов зеленой архитектуры обусловлено стремлением организовать внешнее и внутреннее пространство дома с целью повышения его функциональных, эстетических, экологических характеристик. Органичное слияние природы и архитектуры обеспечивается устройством интересного архитектурно-планировочного решения, включением в структуру дома внутреннего дворика, открытых или полуоткрытых архитектурных и конструктивных элементов, водных устройств, растительности - поуровневое террасное озеленение, озеленение балконов, фасадов и эксплуатируемых кровель, устройство «висячих» садов, которые сочетаются с растительностью сада и окружающим ландшафтом, стирая границы искусственно созданного пространства, обобщая его с природным.

Нетрадиционное решение жилого здания с интегрированной взаимосвязью интерьерных и экстерьерных пространств создаются при помощи:

- Архитектурных методов организации пространства, объединяющих интерьер дома с внешним природным окружением в единую композицию за счет ярусности, террасности, следования и передачи через форму сооружения ритмики природного рельефа, применения опор, расширения здания кверху, внутреннего озеленения, устройства эксплуатируемых кровель, включения остекленных атриумов и внутренних двориков с возможностью их размещения под частью жилого здания, поднятой на опоры и укрытой от осадков.

- Разумной интеграции технического оборудования в структуру интерьерных и экстерьерных пространств ИЖДПК (фотогальванических элементов, солнечных водонагревателей, ирригационных резервуаров для накопления, хранения и использования дождевой воды и др.) для создания его нетрадиционного комфортного экологического решения.

Оригинальное решение жилого здания с гармоничным взаимодействием элементов природной среды и современных технологий. Создание полностью автономного, экологически чистого и безопасного жилого образования для комфортного проживания и развития человека. Рациональное сочетание технологий и средств ландшафтного дизайна основывается на двух концепциях:

Концепция «биологический» дом (Европа) функционирует в соответствии с биоритмами человеческого организма. Предполагает постоянный обмен с окружающей средой: сокращение загрязнителей; ликвидация электромагнитных и ионизирующих излучений; кондиционирование и озонирование воздуха; использование интеллектуальной системы жизнеобеспечения. Размещение дома возможно как на уровне земной поверхности, так и интегрировано в нее, на определенной высоте (на деревьях, скалах, горах), глубоко под водой, с периодическим выходом на сушу (дом на сваях, дом-лодка (сампана), дом-корабль, дом-остров), не закрепленно ни за одним видом местности – мобильные дома (быстровозводимые, способные перемещаться, приспособляясь к окружающей среде). Это полностью автономные системы, формирующиеся под влиянием современных веяний и технологий, которые предполагают дальнейшее развитие своего образа, инфраструктуры с течением времени.

Концепция «автоматизированный (интеллектуальный) дом» - оборудованный интегрированной системой автоматизированного жизнеобеспечения, экологически чистый, экономит энергию. Существует два типа: Американский тип - управление объектами и взаимодействие приборов осуществляется через глобальную сеть Интернет по необходимой домовладельцу программе, оповещение и отчет о произведенных системой действиях по средствам связи. Европейский тип - возможность управления и полного контроля климата внутри дома, освещения, электрооборудования, системы пожаротушения, видеонаблюдения и др. в доме и на прилегающей к нему территории при помощи дистанционных пультов, сенсорных и кнопочных панелей с любой точки земного шара.

Выводы

1. При формировании ИЖДПК с инновационным решением их архитектурно-ландшафтная организация должна соответствовать высоким показателям технической и экологической комфортности, уровень которой определяется благодаря выявлению преобладающего экотипа пространства.

2. Установлено, что основными концептуальными приемами создания ИЖДПК с высокими экологическими и эстетическими характеристиками, сложным автоматизированным техническим обеспечением, отвечающих современным требованиям организации инновационных жилых объектов являются:

- оригинальный, нетрадиционный объем жилого здания с учетом экологического подхода к формированию его архитектурно-ландшафтной среды;
- органичное включение объема жилого здания в структуру природного ландшафта;

- оригинальное архитектурно-планировочное решение жилого здания с целью локализации пространства с использованием элементов зеленой архитектуры;

- нетрадиционное решение жилого здания с интегрированной взаимосвязью интерьерных и экстерьерных пространств;

- оригинальное решение жилого здания с гармоничным взаимодействием элементов природной среды и современных технологий.

Список литературы

1. Казакова В.В. Композиционные принципы взаимосвязи интерьера малоэтажного дома и ландшафта: Автореф. дисс. канд. арх. М., 2006. - 12с.

2. Чижов, И.С. Размещение высококомфортного жилища. Зарубежные исследования / И.С.Чижов // Сб. "Архитектура". - Минск: БНТУ, 2008.-76с.

ГУМАНИЗАЦИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АЭРОВОКЗАЛОВ

Определены задачи гуманизации городской среды в зоне влияния аэропортов.

В настоящее время авиация является неотъемлемой составляющей инфраструктуры современного общества. Несмотря на то, что авиация считается сравнительно молодой отраслью, процесс эволюции функционирования аэропортов является одним из самых показательных, особенно с точки зрения архитектурных решений зданий аэровокзалов. Начало развития эры авиации в мире, пришедшее официально на 60-70 годы, быстро перешло в фазу своего подъема благодаря интенсивному развитию технологий, активному инвестированию инфраструктуры, снижению стоимости перевозок, и полностью стабилизировалось к середине 90-х, с общим увеличением перевозок до 3% в год. Не смотря на то, что в настоящее время наблюдается небольшой спад перевозок в связи террористическими актами 2001 г., воздушная индустрия занимает прочные позиции в современном мире, а аэровокзалы оказывают огромное влияние на формирование городской среды крупнейших агломерация любой страны, в том числе и Украины.

В отечественной практике большинство аэровокзалов были построены в 60-70 годах 20 века. В истории развития аэровокзалов отдельные аспекты реконструкции и проектирования аэровокзалов не рассматривались. Большинство проектов 70-х годов не учитывали специфику функционирования международных линий аэровокзалов ввиду ограниченности данного вида перевозок. При осуществлении международных перевозок система обслуживания оказывает серьезное влияние на оборудование аэровокзала и на саму технологию. Несопоставимость размеров и площадей существующих зданий аэровокзалов с новыми потребностями затрудняет возможность их использования для реконструкции и технического перевооружения. Отсутствие необходимых технологических помещений в построенных аэровокзалах внутренних линий и общий дефицит площадей обуславливает необходимость расширения всех помещений технологического обслуживания пассажиров, досмотра и ожидания посадки. В результате существующая практика обслуживания международных пассажиров является неконкурентоспособной, некомфортной и в большинстве случаев впоследствии реконструированные аэровокзалы не справляются с возрастающим объемом перевозок. Недостаточное внимание уделяется также специфике формирования городской среды в зоне влияния аэровокзалов.

В сложившейся ситуации целесообразно разработать теоретическую базу для практического воплощения необходимой реконструкции или реновации аэровокзалов и секторов. Таким образом, актуальным становятся направления исследований, связанные с интенсификацией использования

территорий аэровокзалов как многофункциональных центров, развитием инфраструктуры, увеличением их социального статуса, технической оснащенности, повышением эколого-эстетических характеристик территорий в зоне влияния аэровокзалов с учетом гуманизации их среды в целом.

Цель представленной работы – рассмотреть особенности формирования открытых городских пространств в зоне влияния аэровокзалов.

Задачи исследования:

1. Дать определение понятию «гуманизация городской среды в зоне влияния аэровокзалов.
2. Выявить основные задачи гуманизации городской среды в зоне влияния аэровокзалов.

Аэропорты занимают особое место в функционировании города и страны в целом, обеспечивая крупные внешние транспортные связи, но одновременно образуя мощные самостоятельные структуры, оказывающие активное воздействие на городские подсистемы и городскую среду в целом. Качественное улучшение архитектурно-планировочных, функциональных, социальных характеристик аэровокзалов позволит им не только эффективно функционировать, но и органично интегрироваться с городской средой, а в ряде случаев получить особое значение в существующих городских структурах, обеспечивая новый виток развития крупных городов и их агломераций.

Аэровокзал — здание или комплекс зданий для обслуживания пассажиров и багажных операций в аэропортах. Аэровокзал — основное сооружение комплекса, в состав которого входят: перрон, привокзальная площадь, здания управления полетами, бортового питания, ресторан, станции городского транспорта и др. Обслуживание пассажиров в аэровокзале включает продажу и регистрацию билетов, прием и выдачу багажа, хранение ручной клади, информацию об отправлениях и прибытии самолетов, отдых пассажиров, бытовые и медицинские услуги. В аэровокзалах обслуживающих международные линии, кроме того, производится проверка документов пассажиров, таможенный досмотр багажа и карантинная проверка. С целью разгрузки аэровокзалов в аэропортах и создания больших удобств для пассажиров сооружаются городские аэровокзалы, связанные с аэропортом удобными транспортными средствами.

В проектировании, реконструкции и реновации зарубежных аэровокзалов можно выделить следующие закономерности:

- четкая система организации пространства, подчиненная технологии обслуживания;
- многообразие конструктивных решений аэровокзалов и их архитектурного образа;
- гибкая планировочная структура интерьерных и экстерьерных пространств;
- гуманизация предметно-пространственной среды.

Организация жесткой структуры не применима к планировочным схемам аэровокзалов, так как гибкость пространства обеспечивает большие

возможности адаптации к изменяющимся внешним условиям (конструкции, объему и структуре пассажиропотока и др.)

Гуманизация предметно-пространственной среды аэровокзалов необходима для совершенствования их инфраструктуры и повышения социального статуса и уровня комфорта для всех категорий пассажиров.

Гуманизация – реализация принципа мировоззрения, в основе которого лежит уважение к людям, забота о них, убеждение в их больших возможностях к самосовершенствованию. В общем смысле о гуманизации говорится тогда, когда основное внимание в какой-либо деятельности уделяется человеку и его потребностям. Под процессом гуманизации архитектурной среды понимается ее совершенствование в целях достижения физического, психологического и духовного комфорта для человека в искусственном окружении. С точки зрения философии, гуманизацию среды можно рассматривать как один из этапов восстановления гармонии между отдельным человеком, цивилизацией и природой.

Гуманизация предметно-пространственной среды аэровокзалов может осуществляться на уровне реконструкции или реновации как интерьерных, так и экстерьерных пространств. Для создания комфортности городской среды в зоне влияния аэровокзалов большое значение имеет реновация экстерьерных пространств аэровокзалов.

Площадь, занимаемая средним по величине аэропортом, составляет от 200 га до 800 га и более. Аэровокзалы в Украине размещаются в пригородной зоне крупных и крупнейших городов или, в некоторых случаях, на периферийных городских территориях. Аэропорт связывают с городом скоростной автомобильной дорогой без пересечений или скоростной общегородской магистралью в случае его расположения в городской среде.

Структуроформирующими элементами экстерьерных пространств, оказывающими влияние на комфорт городской среды, являются:

- здание аэровокзала или комплекс зданий с обслуживающей функцией;

- платформы (площадки) прибытия и убытия пассажиров;
- автостоянки;
- зоны кратковременного отдыха и ожидания для пассажиров;
- озеленение, малые архитектурные формы, элементы светодизайна.

При реновации экстерьерных пространств аэровокзалов решаются следующие задачи гуманизации их предметно-пространственной среды:

- обновление планировочной структуры с упорядочиванием территориального зонирования и четким разделением транспортных и пешеходных потоков;

- перепланировка сети транспортных и пешеходных маршрутов с созданием безопасной среды и использованием подземной урбанистики;

- улучшение эстетико-информационной выразительности пространства, обеспечение четкой системой визуальной коммуникации для ориентации в пространстве;

- оздоровление экстерьерных пространств с использованием природных средств ландшафтного дизайна – растительности, геопластики, водных устройств;
- максимальное озеленение и обеспечение аэрации открытых пространств;
- защита от чрезмерной инсоляции и ультрафиолетовой радиации;
- создание природоинтегрированных зон кратковременного отдыха и ожидания.

В настоящее время в связи с дефицитом территорий для развития аэровокзалов целесообразно максимально использовать приемы подземной урбанистики. Паркинги должны быть преимущественно подземными, а на их крышах следует создавать зоны кратковременного отдыха и ожидания с использованием средств ландшафтного дизайна.

Выводы

Гуманизация городской среды в зоне влияния аэровокзалов должна предусматривать комплекс мероприятий для достижения физического, психологического и духовного комфорта для человека с учетом его безопасности в соответствии с перечисленными выше задачами реновации предметно-пространственной среды.

Список литературы

3. Ашфорд Н. Функционирование аэропорта / Н. Ашфорд. – Москва «Транспорт» 1990.
4. Комский М.В. Писков М. Г. «Аэровокзалы» / М.В. Комский, М.Г. Писков. – Москва Стройиздат 1987.
5. Вотинов М. Основные критерии регенерации городской среды / М. А. Вотинов. – Х.: ХДАДМ, №2/2012.– С. 67-70

*Н.В. Чернецька, ст. викл., Л.С. Чубко, к.ф.-м.н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ОРТОТРАНСФОРМУВАННЯ КОСМІЧНОГО ЗНІМКУ QUICKBIRD РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

Представлено результати ортотрансформування космічного знімку QuickBird рівня Standard Ortho Ready поліноміальними методами, методами RPC та DLT. Зроблено висновки щодо точності ортотрансформування даними методами.

У жовтні 2001 року було запущено на сонячно-синхронну орбіту супутник надвисокого роздільня QuickBird-2 (компанія DigitalGlobe, США), на борту якого встановлено два сканери – панхроматичний (з просторовим роздільня 0,61 м в надирі) і багатоспектральний (з просторовим роздільня 2,4 м в надирі). Супутник QuickBird-1 було запущено у листопаді 2000 року, але він не вийшов на задану орбіту.

Компанія DigitalGlobe надає космічні знімки з супутника QuickBird з різними рівнями попереднього опрацювання. Рівень Basic включає радіометричне коригування знімків та їх коригування за спотворення приймача. Космічні знімки рівня Standard скориговані на рівні знімків Basic, які трансформовані на поверхню Землі і приведені до картографічної проєкції, а також внесено поправки із-за рельєфу з використанням наближеної цифрової моделі місцевості (ЦММ). Космічні знімки типу Standard Ortho Ready опрацьовані так, як і Standard, але при геометричному коригуванні не використовувалась наближена ЦММ, тому ці зображення можна використовувати для наступного геометричного коригування з використанням файлу RPC (Rational Polynomial Coefficients - раціональних поліноміальних коефіцієнтів) та детальної ЦММ. Ортотрансформування за рівнем Ortho виконується лише компанією DigitalGlobe. [1]

Вихідними даними для проведення наших досліджень були архівні матеріали космічного знімання QuickBird (Standart Ortho Ready) у проєкції UTM/WGS-84, файл RPC, каталог координат та фрагменти місцезрештування наземних опорних і контрольних точок, визначених методами GPS-спостережень, та інші файли метаданих. Усі роботи виконувались із використанням програмного пакету ERDAS Imagine.

1. Точність вихідного зображення була визначена за участі 16 рівномірно розподілених GCP (Ground Control Point – опорних контрольних точок).

Оцінка точності виконувалась наступним чином:

$$V_x = X_{input} - X_{ref}, \quad V_y = Y_{input} - Y_{ref},$$

$$M_x = \sqrt{\frac{V_x^T V_x}{n}}, \quad M_y = \sqrt{\frac{V_y^T V_y}{n}}, \quad M_s = \sqrt{M_x^2 + M_y^2},$$

де X_{input}, Y_{input} - вектор координат точок визначених на зображенні;

X_{ref}, Y_{ref} - вектор координат точок, визначених геодезичними методами;

V_x, V_y - вектор нев'язок по X та Y ;

M_x, M_y, M_s - середньоквадратичні похибки положення точок на зображенні.

Знайдено, що середньоквадратична похибка вихідного космічного знімка становить 3,14 м.

2. При визначенні залежності між кількістю опорних точок та величиною середньоквадратичної похибки при обробці знімку методом RPC, з уточненням поліномом 1-го ступеня, цифрова модель рельєфу (ЦМР) не використовувалась, а значення висоти приймалось постійним для всієї території знімку (його значення міститься у файлі RPC і дорівнює середньому значенню висот, у нашому випадку 224 м). У процесі трансформування знімка кількість опорних точок, які безпосередньо приймали участь у трансформуванні, змінювалась від чотирьох до десяти. Залежність середньоквадратичної похибки, визначеної по контрольних точках, трансформованого зображення від кількості використаних під час перетворення опорних точок представлена на рис. 1.

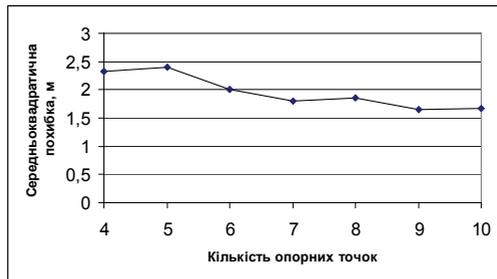


Рис. 1. Залежність точності трансформованого зображення від кількості опорних точок

3. Нами було проведено визначення характеристик точності зображення, трансформованого методом RPC з уточненням поліномами ступенів від 0 до 3 із використанням мінімально потрібної кількості опорних точок та для всіх наявних десяти точок. Значення висоти було сталим і становило 224 м.

Таблиця 1

Точність трансформованого зображення при використанні мінімальної кількості опорних точок

Порядок поліному	0	1	2	3
Мінімальна кількість опорних точок	1	3	6	10
Середньоквадратична похибка, м	1,6640	2,2513	1,9804	1,9899

Як видно із таблиці 2, середньоквадратична похибка при уточненні поліномом 3-го ступеня гірша, ніж при уточненні поліномом 2-го ступеня при одній і тій же кількості опорних точок. Такий результат може бути

спричинений відсутністю надлишкових вимірів, адже 10 опорних точок – мінімально допустима для полінома 3-го ступеня.

Таблиця 2

Точність трансформованого зображення при використанні 10 опорних точок

Порядок поліному	0	1	2	3
Середньоквадратична похибка, м	1,2056	1,6667	1,2049	1,9899

4. Визначення точності зображення трансформованого поліномом 1-го ступеня. При застосуванні поліноміального методу обробки зображення першого ступеня використовуються шість коефіцієнтів полінома – три для обчислення трансформованого значення X та три – для Y. В загальному випадку поліноміальне перетворення 1-го ступеня має вигляд:

$$x_0 = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 y, \quad y_0 = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 y,$$

де x_0, y_0 - координати на трансформованому зображенні,

x, y - координати на вихідному зображенні.

У процесі трансформування потрібно використовувати щонайменше три опорних точки. Оцінка точності виконувалась по шести контрольних точках. Середньоквадратична похибка по контрольних точках в цьому випадку становила 1 м. При використанні мінімальної кількості опорних точок (трьох) середньоквадратична похибка по контрольних точках становила 1,35 м.

5. Визначення точності зображення, трансформованого поліномом 2-го ступеня. Перетворення поліномом 2-го ступеня має наступний вигляд:

$$x_0 = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 x^2 + \alpha_4 xy + \alpha_5 y^2,$$

$$y_0 = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 y + \beta_3 x^2 + \beta_4 xy + \beta_5 y^2.$$

Для опрацювання зображення даним методом необхідно мати принаймні 6 опорних точок. При ректифікації зображення за участі 10 опорних точок середньоквадратична похибка по контрольних точках становила 0,69 м, а при використанні 6 точок – 1,18 м.

6. Для трансформування знімку поліномом 3-го ступеня обчислюються необхідні для цього 20 коефіцієнтів. Загальний вигляд рівнянь поліноміального перетворення 3-го ступеня наступний:

$$x_0 = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 x^2 + \alpha_4 xy + \alpha_5 y^2 + \alpha_6 x^3 + \alpha_7 x^2 y + \alpha_8 xy^2 + \alpha_9 y^3$$

$$y_0 = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 y + \beta_3 x^2 + \beta_4 xy + \beta_5 y^2 + \beta_6 x^3 + \beta_7 x^2 y + \beta_8 xy^2 + \beta_9 y^3$$

Для побудови моделі необхідно мати мінімум 10 опорних точок. Середньоквадратична похибка геометричного коригування даним методом, обчислена по контрольних точках, становила 0,71 м.

7. При застосуванні такого способу геометричного коригування знімків як DLT (Direct Linear Transformation), обов'язково потрібно мати висоти точок, з яких мінімум шість повинні бути опорними. При використанні десяти опорних точок середньоквадратична похибка по контрольних точках виявилась рівною 1,39 м, а при використанні мінімально потрібної кількості, тобто шести опорних точок, - 1,36 м.

8. Також нами оцінено точність ортофотоплану, створеного на основі методу RPC, уточненого опорними точками та поліномом 2 ступеня, з

використанням ЦМР, створеної на основі топографічних планів масштабу 1:10 000 з перерізом рельєфу 1 метр в Балтійській системі висот 1977 року. При трансформуванні були використані 8 опорних точок і 9 контрольних, які рівномірно розміщені по території знімку. Середньоквадратична похибка геометричного коригування в цьому випадку складає 0,81 м, що безумовно краще за результат, який був одержаний без використання ЦМР і становив при шести опорних точках 1,98 м, а при десяти – 1,2 м.

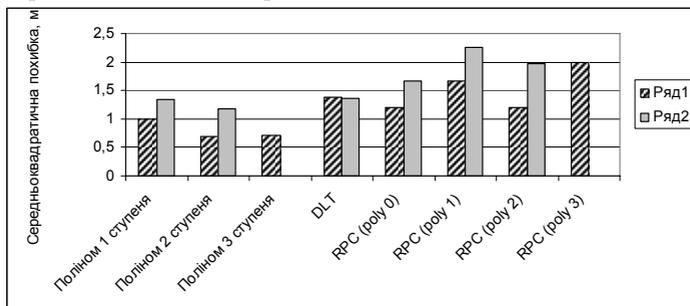


Рис. 2. Середньоквадратична похибка опрацювання зображення різними методами при мінімальній (ряд 1) та сталій (10) кількості опорних точок (ряд 2)

Висновки

Похибки положення контрольних та опорних точок на трансформованому зображенні значною мірою залежать від похибок визначення їх висоти, тому при трансформуванні зображення без ЦМР (з урахуванням середнього значення висоти території, яку покриває знімок) на точках, реальна висота яких значною мірою відрізняється від усередненого значення, можуть виникати великі похибки.

Точність методу RPC покращується зі збільшенням кількості опорних точок, що використовуються при трансформуванні; оптимальною кількістю опорних точок є шість-вісім точок, подальше їх збільшення не призводить до значного покращення результату. Ортофотоплани, трансформовані за допомогою цього методу, задовольняють точності створення картографічного матеріалу масштабу 1:5 000 і дрібніше.

Кінцева точність результатів трансформування космічних знімків значною мірою залежить від точності визначення координат GCP наземними методами та розпізнавання їх на знімку, а також точності і якості ЦМР.

Список літератури

1. М.А. Болсуновский. Геометрическая коррекция данных со спутника QuickBird// Геопрофи. – 2006, №1. – с. 16-19.
2. Железняк О.О. Космічна фотограмметрія: навч. посібник/ О.О. Железняк, Л.С. Чубко. – К.:НАУ, 2012. – 220 с.

Л.М. Олеценко, здобувач
 О.О. Железняк, проф., д.ф.-м.н.
 (Національний авіаційний університет, Україна)

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПАСАЖИРСЬКО-ТРАНСПОРТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ МЕГАПОЛІСА З ПРИЛЕГЛИМИ ТЕРИТОРІЯМИ

У статті розглянуто економіко-математичну гравітаційну модель прогнозу пасажирсько-транспортної взаємодії між містами досліджуваних територій та здійснено аналіз програмних продуктів ARCGIS для моделювання транспортних потоків.

Аналіз і прогнозування пасажирсько-транспортних взаємодій між територіями необхідні для ефективного використання рухомого складу, покращення надання транспортних послуг та забезпечення пасажирського транспорту паливно-мастильними матеріалами [2,3].

Пасажиропотоки є змінними на різних проміжках часу та мають свої амплітудно-частотні характеристики залежно від обраного маршруту а також часу доби, дня тижня та сезону. Пасажиропотік характеризує переміщення населення між певними територіями у визначеному напрямку за одиницю часу і може описуватися залежністю [1]: $\Phi_{ij} = \frac{dQ_{ij}}{dt}$, де Q_{ij} – об'єм пасажирських перевезень від пункту i до пункту j . У загальному пасажиропотік Φ_{ij} між містами можна виразити гравітаційною залежністю типу [1]:

$$\Phi_{ij} = k_{ij} \cdot \int_{S_i} c_i(S_i) dS_i \cdot \int_{S_j} c_j(S_j) dS_j \cdot F(t) \cdot r_{ij}^{-2} e^{-c_{ij} r_{ij}}, \quad (1)$$

де c_{ij} , k_{ij} – параметри, що характеризують анізотропію пасажиропотоків, причому c_{ij} є сталим у моделі (наприклад, для пасажирсько-транспортної взаємодії між парами міст «Чернігів-Мена» $c_{ij} = -0,259$, «Чернігів-Ріпки» $c_{ij} = -0,155$, «Чернігів-Городня» $c_{ij} = -0,215$, «Чернігів-Щорс» $c_{ij} = -0,028$), c_i, c_j – густина населення, S_i, S_j – площі транспортних зон ($dm = cdS$), r_{ij} – відстань між центрами транспортних зон, $F(t)$ – коливання пасажиропотоку у часі, що виражаються залежністю $F(t) = F_1(t) + F_2(t) + F_3(t)$, де $F_1(t)$, $F_2(t)$, $F_3(t)$ – добовий, тижневий та сезонний епіцикли пасажиро потоку, між якими існує така залежність: $F_3 = 4.28F_2$, $F_2 = 7F_1$. Щоб визначити об'єм пасажирських перевезень Q_{ij} від пункту i до пункту j за певний проміжок часу, знаходять інтеграл

$Q_{ij} = \int_0^T \Phi_{ij} dt$. У табл.1. наведено дані прогнозу Q для пасажирсько-транспортної взаємодії між містами Київ та Чернігів.

Таблиця 1.

Прогнозні значення Q , знайдені гравітаційним методом для маршруту «Київ-Чернігів»

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ρ_1	3832	3824	3818	3813	3807	3800,5	3794,4	3788,3	3782,2
ρ_2	3253	3280	3310	3350	3763	3718,2	3827,2	3936,2	4045,2
k	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09
Q	813017	836105	904754	1066697	1199997	1281107	1395608	1514230	1636952

Якщо розглядати просторові пасажирсько-транспортні взаємодії у регіоні відносно деякого фіксованого центру гравітації, відстань r_{ij} можна виразити у вигляді:

$$r_{ij}^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 \cdot r_2 \cdot \cos \gamma, \quad \text{де } \gamma = \gamma_1 - \gamma_2. \quad (2)$$

Тоді $r_{ij}^2 = r_1^2 \left(1 + \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 - 2 \cdot \frac{r_2}{r_1} \cdot \cos \gamma\right)$. Враховуючи, що

$$2 \cos \gamma = e^{i\gamma} + e^{-i\gamma}, \text{ комплексно отримаємо: } r_{ij}^2 = r_1^2 \left(1 + \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 - \frac{r_2}{r_1} \cdot (e^{i\gamma} + e^{-i\gamma})\right),$$

або:

$$r_{ij}^2 = r_1^2 \left(1 - \frac{r_2}{r_1} e^{i\gamma}\right) \left(1 - \frac{r_2}{r_1} \cdot e^{-i\gamma}\right), \quad (3)$$

звідки

$$r_{ij} = r_1 \sqrt{1 - \frac{r_2}{r_1} e^{i\gamma}} \cdot \sqrt{1 - \frac{r_2}{r_1} \cdot e^{-i\gamma}} \text{ та}$$

$$r_{ij}^n = r_1^n \left(1 - \frac{r_2}{r_1} e^{i\gamma}\right)^{\frac{n}{2}} \cdot \left(1 - \frac{r_2}{r_1} \cdot e^{-i\gamma}\right)^{\frac{n}{2}}. \quad (4)$$

Залежність густини населення території ρ відносно регіонального центру тяжіння можна виразити таким чином:

$$\rho(l) = \rho_0 \cdot e^{-\beta l}, \quad (5)$$

де l – віддаленість від регіонального центру тяжіння, $\beta > 0$. Тоді:

$$Q_{ij} = k_{ij} \cdot \int_{S_i} c_{0i} \cdot e^{-\beta_i \sqrt{S_i}} dS_i \cdot \int_{S_j} c_{0j} \cdot e^{-\beta_j \sqrt{S_j}} dS_j \cdot \int_0^T F(t) dt \cdot \times \quad (6)$$

$$\times r_1^n \left(1 - \frac{r_2}{r_1} e^{i\gamma} \right)^{\frac{n}{2}} \cdot \left(1 - \frac{r_2}{r_1} \cdot e^{-i\gamma} \right)^{\frac{n}{2}} e^{-c_{ij} r_1 \sqrt{1 - \frac{r_2}{r_1} e^{i\gamma}} \cdot \sqrt{1 - \frac{r_2}{r_1} e^{-i\gamma}}}$$

Моделювання пасажирсько-транспортних взаємодій на сучасному етапі включає використання геоінформаційних систем (ГІС), за допомогою яких проводиться просторовий аналіз статистичних даних на вибраній території. Засоби ГІС дозволяють проводити аналітичну обробку даних про транспортну інфраструктуру, диспетчеризацію рухомого складу, стан мережі шляхів і планування ремонтів, аналіз існуючих та планування нових маршрутів. Для забезпечення рентабельності та надійності перевезень ГІС дозволяє управляти інфраструктурою, складами графіки руху, використовувати в інформаційних системах для пасажирів, планувати обсяги перевезень та маркетинговій діяльності. Застосування засобів роботи з просторовими географічними даними в поєднанні з наочним та комплексним відображенням інформації про транспортну систему дозволяє створити зручні та ефективні інструменти для прийняття управлінських рішень, оптимізації роботи як і окремих підрозділів, так і усєї транспортної системи в цілому. За допомогою ГІС можна відображати та вирішувати наступні задачі про пасажирські перевезення, маршрути та їх завантаженість, проектування нових маршрутів, аналіз існуючих, аналіз транспортних потоків, завантаження вузлів та дільниць для збільшення економічної ефективності експлуатації мережі, відстеження розподілення рухомого складу за територіальними дільницями магістралей у режимі реального часу, можливість швидкого перегруповання, уникнення заторів та перевантаження вузлів, оптимізація використання рухомого складу та управління транспортним навантаженням.

Відомо безліч прикладів комплексного вирішення взаємопов'язаних задач транспорту, містобудування, економіки, і питань, що відносяться до інших сфер діяльності, у різних містах, країнах і регіонах з використанням середовища ARCGIS. Програма планування і моделювання перевезень Traffic Analyst, розроблена у середовищі ARCGIS фірмою Rapidis [5], містить ряд інструментів редагування для обробки ліній пасажирського транспорту і розкладів. Модель попиту на перевезення формує мережу, величини генерації поїздок, а також ймовірність здійснення поїздок між пунктами відправки і призначення. Ці пункти знаходяться в центроїдах, що є точками концентрації відомостей про зони. Центроїди за допомогою коннекторів зв'язуються з дорожньою мережею.

У моделі перевезень використовуються зональні соціально-економічні дані, матриці поїздок і опису персональних переваг пасажирів,

мережі інфраструктури, мережа транзиту. У основі калькуляції трафіку лежить 4-кроковий алгоритм М.Д. Мейера і Е.Дж. Міллера [4]. Traffic Analyst дозволяє вирішувати такі завдання планування: прогнозування транспортних потоків; аналіз доступності; моделювання змін у попиті на транспортування, викликаних змінами в інфраструктурі; оцінка наслідків крупних проектів у сфері розвитку інфраструктури; оцінка екологічних наслідків змін в транспортних системах тощо. Модель TRANS-TOOLS обчислює дії, зібрані в три групи: 1) транспортні потоки (транспортні засоби, пасажирів і вантажі) на рівні мережових зв'язків, а також транспортні характеристики (відстань, вартість, час, об'єми перевезень); 2) споживання енергії, емісія газів, витрати в інфраструктурі, витрати і заходи безпеки; 3) непрямі ефекти в економіці — зворотні зв'язки транспортної політики. Модуль ARCGIS Network Analyst дозволяє будувати географічно прив'язану матрицю кореспонденцій. Крім інформації, що міститься в традиційній матриці, цей модуль може містити мережеві дані у вигляді набору зв'язаних таблиць в базі геоданих.

Висновки

Використання геоінформаційних моделей для аналізу та прогнозування пасажирсько-транспортних взаємодій між містами вибраних територій з урахуванням статистичних епіциклів пасажирського потоку дозволяє оптимізувати роботу пасажирського транспорту у вибраному регіоні та підвищувати якість надання транспортних послуг.

Список літератури

1. Железняк О.О., Олещенко Л.М., Шморгун А.В. Особливості пасажирсько-транспортної взаємодії між столицею України та містом Чернігів // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – №10(136). – С.151-159.
2. Олещенко Л.М. Використання динамічних гравітаційних моделей для прогнозування пасажирсько-транспортної взаємодії // Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем: Тези доповідей III міжнародної науково-практичної конференції 7-9 квітня 2011 р. – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2011. – С. 74-76.
3. Олещенко Л.М. Гравітаційне моделювання мережі АЗС у Чернігівській області засобами ГІС // Проблеми системного підходу в економіці. Збірник наукових праць: Випуск 43. – К.: НАУ, 2012. – С.70-77.
4. Meyer, M.D. Urban Transportation Planning: A Decision-Oriented Approach / M.D. Meyer, E.J. Miller. — New York: McGraw-Hill Book Company, 1984. — 524 p.
5. Rapisdis: Traffic Analyst. — URL: <http://www.rapisdis.com/products/traffic-analyst>.

*В.В. Бабий, аспирант, В.И. Глуценко, ассистент,
Ю.Н. Коваленко, студентка
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

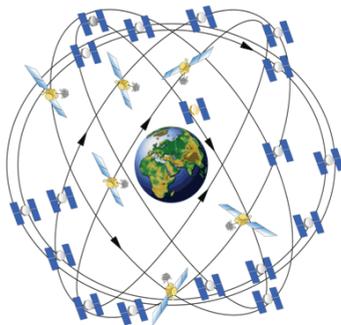
МОДЕРНИЗАЦИЯ GNSS СИСТЕМ ДЛЯ НУЖД ГЕОДЕЗИИ

В докладе кратко рассмотрены как полноценно существующие GNSS системы так и системы, пребывающие в состоянии активной разработки. Приведены пути модернизации описанных GNSS систем для потребностей геодезии.

GNSS (Global Navigation Satellite System) – это общее название для спутниковых систем позиционирования и навигации, использующихся для задач геодезии и картографии (сбора пространственных данных), а также для специальных задач, таких как прецизионное земледелие, строительное и морское позиционирование и т.д. В настоящее время существуют две действующие системы: GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия), и две разрабатываемые: GALILEO (Европа) и COMPASS (Китай).

Рассмотрим более детально каждую из них:

GPS (США). Система NAVSTAR или GPS была разработана Министерством обороны США в 1973 г. Её основное предназначение – это определение местоположения, передача точного времени, навигационных координат военным и гражданским пользователям в любой точке земного шара. Запуск спутников шел вплоть до 1978 г; в итоге появилось созвездие из 32 спутников, вращающихся по 6 орбитам, по 4 спутника на орбите. Наклон каждой из орбит к экватору составляет 55° , высота орбит над земной поверхностью около 20200 км. Период обращения спутника составляет 11 часов 58 минут, таким образом, на протяжении одного сидерического дня спутник совершает два оборота вокруг Земли, с небольшим опережением (около 4 минут за день).



Спутники передают сигналы в двух частотных диапазонах: $L1 = 1575,42$ МГц и $L2 = 1227,60$ МГц. На обеих частотах передается псевдослучайный код, в котором было зашифровано точное время, координаты спутника и эфемеридная информация. Принимая одновременно закодированный сигнал с нескольких спутников, у нас появляется возможность вычислить свои координаты в любой точке земной поверхности. Изначально гражданские пользователи были ограничены C/A-кодом на частоте $L1$, а сигналы P на частоте $L2$ предназначались только для военных.

ГЛОНАСС. Система ГЛОНАСС является аналогом американской GPS. Она курируется Федеральным Космическим Агентством

(Росавиакосмос) под эгидой Министерства обороны РФ. Как и GPS, спутники ГЛОНАСС используются как в военных, так и в гражданских целях.

Полная подсистема космических аппаратов системы ГЛОНАСС должна состоять из 24-х спутников, находящихся на круговых орбитах высотой 19100 км, наклонением $64,8^\circ$ и периодом обращения 11 часов 15 минут в трех орбитальных плоскостях.

Орбитальные плоскости разнесены по долготе на 120° . В каждой орбитальной плоскости размещается по 8 спутников с равномерным сдвигом по аргументу широты 45° . Кроме этого, в плоскостях положения спутников сдвинуты относительно друг друга по аргументу широты на 15° .

Более наклонные, чем у системы GPS, орбиты позволяют обеспечивать лучший прием в Центральной Европе, особенно в горных районах и ущельях. Система ГЛОНАСС должна обеспечивать определение местоположения с точностью до четырех метров, как и у GPS.

Спутники системы ГЛОНАСС непрерывно излучают навигационные сигналы двух типов: навигационный сигнал стандартной точности (C/A) в диапазоне L1 (1,6 ГГц) и навигационный сигнал высокой точности (P) в диапазонах L1 и L2 (1,2 ГГц).

Несмотря на то, что после вывода на орбиту еще одного спутника в октябре 2011 года, их общее число в созвездии составило 27, для определения координат точек все же лучше использовать совместно технологии GPS/ГЛОНАСС, что делает определение координат более надежным, так как увеличивается число видимых спутников.

GALILEO. Европейская навигационная система GALILEO является еще одной GNSS, создаваемой в рамках Европейского Союза. Это многоцелевая система, которая, в частности, призвана повысить точность позиционирования по сравнению с современными возможностями GPS/ГЛОНАСС. Ныне существующие GPS-приёмники не могут принимать и обрабатывать сигналы со спутников Галилео (кроме приемников компаний Altus Positioning Systems, Septentrio, JAVAD GNSS и российских приемников ФАЗА+), хотя достигнута договорённость о совместимости и взаимодополнению с системой NAVSTAR GPS третьего поколения. Одной из особенностей GALILEO будет доступность навигационных решений в высоких широтах, она также должна стать независимой навигационной основой для стран Европы (на случай возникновения международных конфликтов). Спутники GALILEO будут перемещаться по орбитам, чья высота будет несколько больше, чем высота орбит спутников GPS и составит 23 222 км, однако принцип определения координат точек местности остается тем же.



COMPASS. Система COMPASS либо Beidou создается правительством Китайской Народной Республики с 2000 года. Она призвана будет обеспечить навигационные и коммуникационные услуги пользователям в Азиатско-Тихоокеанском регионе. В своей штатной конфигурации, достижение которой намечено на 2020 год, орбитальная группировка COMPASS станет одной из наиболее насыщенных и будет включать 35 аппаратов на орбитах различных классов - в том числе на геостационарной (5 аппаратов). В настоящее время на орбитах находятся три действующих спутника.

IRNSS. Правительство Индии одобрило в 2006 году проект развертывания Индийской Спутниковой Региональной Системы Навигации (IRNSS) в течение следующих 6-7 лет. Спутниковая группировка IRNSS будет состоять из семи спутников на геосинхронных орбитах.

С точки зрения геодезии, модернизация GPS заключается, в первую очередь, в добавлении кода L2C и нового сигнала на частоте L5 к тем, который уже передают спутники.

Сигнал L2C - это дополнительный гражданский сигнал, транслируемый на частоте L2. В этом сигнале ниже уровень зашумления кода, лучшее разделение кодов, ослабленная многолучевость, лучше параметры взаимной корреляции спутников. С сигналом L2C, при использовании двухчастотных приемников, измерения в реальном времени можно выполнять намного точнее, чем раньше. В 2005 году на орбиту были выведены первые спутники типа PR-M, способные передавать сигнал L2C, и этот момент считается началом модернизации системы GPS. В настоящее время все спутники системы GPS передают сигнал L2C.

Следующим шагом модернизации GPS является появление нового сигнала L5 на частоте 1176,45 МГц. Частота L5 будет широкополосной, с уменьшенной радиочастотной интерференцией и сниженными ионосферными задержками. К тому же, несущая L5 имеет более высокую мощность, и легче обнаруживается и отслеживается приемниками. Частота L5 будет реализована на новом поколении спутников под названием Block IIF, которые начали запускаться с 2007 года. Полностью обновление системы планируется к 2014 г.

Для увеличения точности позиционирования и резерва на случай сбоев, общее число спутников было доведено до 31 -го (в октябре 2011 года). Теперь на одной орбите расположено не менее пяти спутников, таким образом в любой момент времени и с любой точки земного шара на каждой из орбит виден хотя бы один спутник. Планируется и дальнейшее увеличение числа спутников, максимум до 36-ти, что еще улучшит возможности гражданского позиционирования.

Модернизация системы ГЛОНАСС сводится, в основном, к развертыванию еще большего числа спутников. Правительство РФ планирует сделать эту систему автономной, такой, что сможет обеспечить требуемую точность навигации и позиционирования без использования других GNSS систем. В 2011 году завершена модернизация наземного комплекса управления. Результатом программы модернизации спутников и наземных комплексов стало увеличение точности навигационных определений системы ГЛОНАСС в 2-2,5 раза, и составило порядка 2,8 м для гражданских

потребителей. На 2013—2014 годы намечен запуск усовершенствованного спутника КА «Глонасс-К2», доработанного по результатам испытаний КА «Глонасс-К1». В дополнение к открытому сигналу в диапазоне L3, появится открытый сигнал в диапазоне L1.

Из системы GALILEO на орбиту уже выведены два тестовых спутника GIOVE-A (в 2005 г) и GIOVE-B (в 2008 г). В настоящее время они используются только для оценки сигнала, но для позиционирования и навигации их сигналы не учитываются. Текущий план предполагает вывод в эксплуатацию системы GALILEO к 2012/14 г. – что на три-четыре года позже, чем ранее предполагалось. В систему GALILEO войдет созвездие из 30 спутников (27 основных и 3 резервных), а также сеть наземных станций. Каждый аппарат «Галилео» весит около 700 кг, его габариты со сложенными солнечными батареями составляют 3,02×1,58×1,59 м, а с развёрнутыми — 2,74×14,5×1,59 м, энергообеспечение равно 1420 Вт на солнце и 1355 Вт в тени. За счёт более высокой, чем у спутников GPS орбиты, на широте Полярного круга будет обеспечена точность до одного метра.

Выводы

Съемка с помощью геодезических спутниковых приемников имеет ряд преимуществ, это: глобальность, оперативность, всепогодность, оптимальная точность и эффективность. Геодезические спутниковые приемники применяются во многих областях, таких как развитие опорных геодезических сетей всех уровней - от глобальных до съемочных; проведение нивелирных работ; распространение единой высокоточной шкалы времени; исследования сейсмической активности и вулканизма, геодезическое обеспечение строительства, прокладки кабелей, путепроводов, ЛЭП, и других инженерно-прикладных работ; кадастровые работы; землеустроительные работы; картография и геоинформатика.

Сегодня с уверенностью можно сказать что модернизация систем GNSS увеличит точность определения местоположения, а также увеличит скорость получения и обработки необходимых данных.

Список литературы

1. Гансвинд И.Н. Доклад "Измерение времени. Глобальные навигационные спутниковые системы." Ноябрь 2006
2. Глобальные навигационные спутниковые системы и их наземная инфраструктура. – Журнал Rogtec, с. 82-90
3. Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система» — Режим доступа http://www.gpssoft.ru/fcp_glonass.html — новости систем спутниковой навигации.

ВПЛИВ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ГРАВІТАЦІЙНОГО ПОЛЯ НА ПОХОДЖЕННЯ РЕТРОГРАДНИХ СУПУТНИКІВ ПЛАНЕТ

У статті розглядається проблема зміни в часі гравітаційного поля планет-гігантів та вплив цього явища на процес захоплення і подальшого руйнування астероїдних тіл з подальшим переходом частини їх на ретроградні орбіти.

Всі планети Сонячної системи мають форму, близьку до сферичної. Тому гравітаційне поле сфери розглядають як перше наближення до гравітаційного поля планети. У другому наближенні, потрібно врахувати той факт, що планети набагато краще описуються еліпсоїдом обертання. У третьому наближенні вже враховуються і деякі особливості в розподілі мас усередині планети тощо. Гравітаційне поле планети зазвичай представляють рядом за сферичними функціями. Залежно від розв'язуваної задачі, ставляться різні вимоги до точності вихідних даних, до числа членів розкладу і до кількості вихідних параметрів.

Оскільки астероїдне тіло, як правило, перебуває досить далеко від планети, то гравітаційний потенціал планети можна розкласти в ряд за сферичними гармоніками [4]:

$$U = \frac{GM}{r} \left(1 + \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{R}{r} \right)^n \sum_{k=0}^n (C_{nk} \cos k\lambda + S_{nk} \sin k\lambda) P_{nk}(\sin \varphi) \right) \quad (1)$$

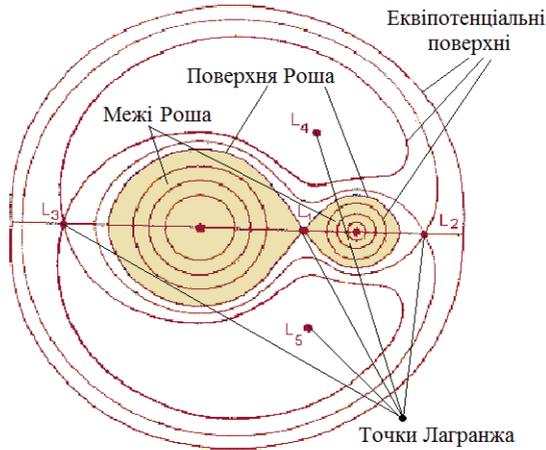
де G - гравітаційна стала, M - маса планети, R - екваторіальний радіус планети, r , φ , λ - сферичні координати тіла, P_{nk} - приєднані функції Лежандра (при $k > 0$), P_n - поліноми Лежандра (при $k = 0$), C_{nk} , S_{nk} - коефіцієнти тесеральних гармонік розкладу потенціалу, $J_n = -C_{n0}$ - коефіцієнти зональних гармонік розкладу потенціалу.

Гравітаційне поле планет-гігантів з часом змінюється під впливом різноманітних факторів. Планети-гіганти захоплюють дуже багато дрібних тіл Сонячної системи. Прикладами цього можуть слугувати історія падіння 21 уламка знаменитої комети Шумейкерів-Леві 9 у липні 1994 на Юпітер та наступне падіння небесного тіла у липні 2009 [1]. Впродовж своєї еволюції маса планети за рахунок падіння тіл може досить істотно зрости, що спричинить зміщення її точок Лагранжа. Особливо велике значення для захоплення супутника на планетоцентричну орбіту мають зміщення точок L_1 і L_2 , які вказують межі області, всередині якої сума сил, що діють на супутник завжди спрямована до планети. Таким чином, супутник може перебувати на стабільній орбіті навколо планети [6].

Відстані від барицентра Сонячної системи до цих точок в першому наближенні визначаються як

$$r_{1,2} = a \left(1 \mp \left(\frac{\mu}{3} \right)^{\frac{1}{3}} \right), \quad (2)$$

де $\mu = \frac{m}{M+m}$, a – велика піввісь орбіти, M – маса Сонця, m – маса планети [4].



Мал. 1. Схематичне зображення точок Лагранжа та поверхні Роша для подвійної системи.

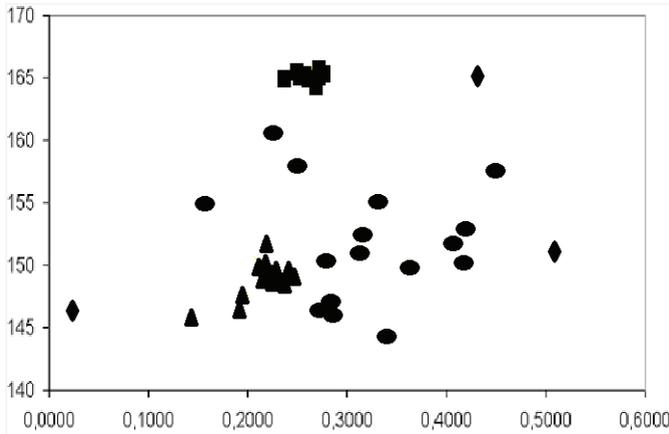
Коли захоплене тіло за рахунок прецесії свого кута нахилу до площини екватора планети, змінить свою орбіту таким чином, що перейде межу Роша – найменшу відстань від планети, на якій може перебувати її супутник, зберігаючи свою цілісність – тоді воно, під дією припливних сил, розпадеться на кілька фрагментів, частина з яких може впасти на планету, а частина – отримати додатковий імпульс і перейти на більш віддалену орбіту [2]. На цій орбіті утворені фрагменти будуть взаємодіяти з іншими регулярними супутниками, за рахунок чого можуть перейти на ретроградні орбіти, отримавши різні значення своїх великих півосей на кутів нахилу. На користь цієї гіпотези свідчить групування майже всіх (окрім 3) ретроградних супутників Юпітера у 3 групи з кількістю 15 – 18 об'єктів розмірами більше 1 км у кожній: Ананке, Карме, Пасіфе [5].

Межа Роша визначається рівністю між різницею прискорення, що його зазнають від планети найближча та найдальша точки її супутника, та власною гравітацією супутника.

Для супутника із нульовою міцністю (тіло у рідкому чи газоподібному стані або складене з окремих фрагментів, що утримуються лише гравітацією) межа Роша визначається співвідношенням [4]:

$$r \approx 2,46 R \left(\frac{\rho_{суп}}{\rho_{пл}} \right)^{\frac{1}{3}}, \quad (3)$$

де $\rho_{\text{суп}}$ і $\rho_{\text{пл}}$ – середня густина відповідно супутника та планети, R – радіус планети.



Мал. 2. Ретроградні супутники Юпітера, представлені за ексцентриситетом і нахилом орбіти до площини її екватора: групи Амалтея (трикутники), Карме (квадрати), Пасіфе (овали) і відокремлені супутники (ромби) [3].

Також враховуючи утворення планет-гігантів з газопилових хмар, частина яких з часом розсіялася у міжпланетний простір, можна стверджувати, що на ранніх етапах еволюції планети мали більший розмір сфери Хілла і могли захопити супутники з більш віддалених геліоцентричних орбіт.

Останнім часом було відкрито багато подвійних астероїдів, що говорить про високу імовірність захоплення одного члена пари планетою-гігантом на витягнуту еліптичну орбіту зі значним ретроградним кутом нахилу, при міграції її через скупчення планетозималів за моделлю Ніцци [5].

Згідно з нею, після розсіяння газопилового диска Сонячної системи, чотири планети-гіганта (Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун) спочатку оберталися по майже колових орбітах на відстані 5,5 – 17 а. о. від Сонця. За орбітою крайньої планети-гіганта розташовувався великий, щільний диск з маленьких кам'яних і крижаних планетозималів, загальною масою приблизно 35 земних, далекий край яких знаходився на відстані приблизно 35 а. о. від Сонця.

В подальшому, планетозималі на внутрішньому краї диска імовірно вступали послідовно у гравітаційні взаємодії з планетами-гігантами, що змінювало їх орбіти, обмінюючись з ними моментами імпульсу. В результаті Уран, Нептун і Сатурн переміщувалися назовні, щоб момент імпульсу системи в цілому залишався незмінним [3]. Незважаючи на незначний вплив кожного обміну, сукупно ці взаємодії істотно змінюють орбіти планет. Цей процес триває, доки планетозималі не опиняться поблизу Юпітера, сила тяжіння якого спрямовує їх на витягнуті еліптичні орбіти або навіть зовсім виштовхує з Сонячної системи. В результаті Юпітер переміщається ближче до Сонця.

Через кілька сотень мільйонів років повільного, поступового переміщення Юпітер і Сатурн, дві внутрішні планети-гіганти, входять в орбітальний резонанс 1:2. Це збільшує ексцентриситет їх орбіт, дестабілізуючи всю планетарну систему [3]. Під впливом Юпітера Сатурн переміщується до свого теперішнього положення, і ця міграція виявляється пов'язана з гравітаційною взаємодією між Сатурном і двома крижаними гігантами, в результаті чого Нептун і Уран виявляються на орбітах з великим ексцентриситетом. Вони опиняються у зовнішньому диску протопланетної речовини, зіштовхуючи десятки тисяч планетозималів. Ці збурення майже повністю розсіюють вихідний планетозимальний диск: він втрачає 99% своєї маси.

Деякі з планетозималей виявляються викинуті у внутрішню Сонячну систему, в результаті чого відбувається збільшення числа їх зіткнень з планетами земного типу, так зване пізнє важке бомбардування [3]. А динамічне тертя із залишками диска планетозималей зменшує ексцентриситет планет-гігантів і знову робить орбіти Урана і Нептуна коловими.

Висновки

Таким чином, ретроградні супутники планет-гігантів являють собою особливий клас об'єктів у Сонячній системі. Вони захоплювалися на планетоцентричні орбіти, через втрату власного моменту імпульсу, за допомогою різних механізмів. Перевірка механізмів захоплення і можливого подальшого зіткнення повинно перевірятися шляхом комп'ютерного моделювання. Причому особлива увага повинна приділятися гіпотезі зміни в часі гравітаційного поля планет-гігантів.

Список літератури

1. Jupiter pummeled, leaving bruise the size of the Pacific Ocean. University of California, Berkeley press release, July 21 2009.
2. Nesvorný, D.; Vokrouhlický, D.; Morbidelli, A. (2007). Capture of Irregular Satellites during Planetary Encounters. *The Astronomical Journal* **133** (5): 1962-1976.
3. Tsiganis, K.; R. Gomes, A. Morbidelli & H. F. Levison (2005). «Origin of the orbital architecture of the giant planets of the Solar System». *Nature*, 435 (7041): 459-461.
4. Астрономічний енциклопедичний словник / За загальною редакцією І. А. Климишина та А. О. Корсунь. — Львів: ЛНУ—ГАО НАНУ, 2003. — С. 409—410.
5. Радченко К. О. Про походження ретроградних супутників планет // Вісник Астрономічної школи. — 2012. —Т.8. — №2. — С. 200 — 208.
6. Рускол Е.Л. Естественные спутники планет. Астрономия, т. 28 (Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР). / Под ред. В.В.Шевченко. — М.: 1986. — 116 с.

*Л.С. Чубко, к ф.-м н., доцент; С.О. Ясєнев, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ ДЛЯ ЗАДАЧ ВЕЛИКОМАСШТАБНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

Стаття присвячена питанням вибору космічних знімків, факторам забезпечення комерційної вигоди від їх обґрунтованого вибору для потреб великомасштабного картографування в сучасних умовах. Проведення такого аналізу дозволило дослідити деякі орієнтири при виборі і обробці даних ДЗЗ для задач великомасштабного картографування та оцінити переваги при використанні таких даних.

Космічні технології знімання земної поверхні дозволяють суттєво підвищити ефективність досліджень у різних галузях. Сучасні матеріали космічних зйомок мають розрізнення на місцевості від десятків кілометрів до десятків сантиметрів. Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) широко застосовуються в рішенні прикладних задач, кожна з яких висуває свої специфічні вимоги до характеристик знімків, такі як: оглядовість, регулярність зйомки, просторова роздільна здатність і т.д. Одержувані за допомогою космічних знімальних систем знімки характеризуються доступністю, великим просторовим охопленням, високою якістю, геометричною точністю і низькою вартістю. При виборі даних для задач великомасштабного картографування основна увага спрямована на їх питому вартість, тобто вартість 1 км² зйомки зазначеної місцевості при заданих параметрах (необхідні характеристики ввідних даних для зручності подальшої обробки і дешифрування). Надалі ці цифри закладаються в основу економічного розрахунку, який і визначає вартість замовлення [1-2]. Для оптимального підбору даних ДЗЗ необхідно на етапі замовлення сформулювати вимоги до вихідних продуктів: склад, точність, детальність (масштаб). Крім цього необхідно підготувати техніко-економічне обґрунтування, що накладає обмеження на вартість знімків [3].

Однією з найважливіших сучасних вимог до даних ДЗЗ є оперативність – це має значення при виборі між архівними знімками і замовленням нового знімання, існує ряд приватних компаній, що виконують комерційні проекти супутникового фотографування. Матеріал або купується у постачальників з їх архівів, або проводиться замовлення нової зйомки – в даному випадку вартість буде на порядок вище. Архівні знімки ще й тим цікаві, що поглянувши на них можна отримати загальне уявлення про доступність території: покриття хмарністю, перекриття, кут нахилу, аберації що виділяються – це дає можливість оцінити ймовірність успішного виконання зйомки зазначеної місцевості в задані терміни, і тут дуже важливі погодні умови – вони не завжди точно прогнозуються [3-4]. Аерофотознімання дозволяє отримати вищу роздільну здатність, але має вищу питому вартість (що виражається у витратах грошових одиниць на 1 км²). Можливість упізнання об'єктів на знімку і визначення їх характеристик залежить від просторової і

радіометричної роздільної здатності, кількості і складу спектральних каналів. Роздільна здатність знімків визначається розміром елементу зображення, пікселя: QuickBird – 0.6 м, IKONOS – 1 м, SPOT 5 – 5 м.

Так як різні знімальні системи (навіть на борту одного супутника) відрізняються за багатьма показниками і мають свою специфіку, то і одержувані ними дані суттєво відрізняються (табл. 1). При розрахунку економічної ефективності придбання і обробки того чи іншого продукту дистанційного зондування доцільно порівняти вартість виконання камеральних робіт своїми силами з ціною готового продукту такого рівня обробки, який відповідає вимогам щодо створюваної карти, які визначаються, перш за все, її масштабом. У таблиці 2 вказані граничні масштаби карт, які можуть бути створені за ортофотопланами, побудованими по знімкам даних супутників. В якості альтернативи проведення робіт замовником розглядаються продукти найвищого рівня попередньої обробки. Якщо у вартість обробки включити і ціну необхідного програмного забезпечення, можна оцінити обсяг робіт (площа ділянки, що картографується), при виконанні яких воно окупиється [3, 5]. При цьому треба враховувати, що вартість продукту слід розглядати як орієнтовну величину.

Таблиця 1

Характеристики камер на борту супутника SPOT 5

Супутник	Камера	Діапазон	Діапазон довжин хвиль (мкм)	Розмір пікселя (м)	Піксель на лінію (ПЗЗ-матриця)
SPOT 5	HRG 1 або HRG 2	XS1	0.495-0.605	10	6000
		XS2	0.617-0.687	10	6000
		XS3	0.780-0.893	10	6000
		SWIR	1.545-1.750	20	3000
		HMA	0.475-0.710	5	12000
		HMB	0.475-0.710	5	12000
	HRS	HRS1 (зйомка вперед)	0.49-0.69	10 x 5	12000
		HRS2 (зйомка назад)	0.49-0.69	10 x 5	12000

Дешифрувальні якості знімка можна поліпшити за допомогою радіометричної корекції. Попередня радіометрична корекція проводиться постачальником даних перед наданням знімків замовнику. Обробка даних ДЗЗ – процес виконання операцій над аерокосмічними знімками, що включає їх корекцію, перетворення і поліпшення, дешифрування, візуалізацію. Основні етапи обробки даних космічних знімків: попередня і тематична обробка. Попередня обробка – це корекція і поліпшення супутникових зображень. Проте деякі методи поліпшення зображень (фільтрація, зміна контрасту) розуміють зміну спектральних характеристик знімка, тому після їх

застосування не можна застосовувати методи тематичної обробки, які засновані на аналізі значень спектральної яскравості пікселів (класифікації, арифметичні перетворення каналів тощо) [4, 6].

Вартість космічного знімка з супутника QuickBird становить 200 гривень за 1 км². Мінімальна площа замовлення знімка QuickBird становить 25 км². Звідси, витрати на купівлю знімка складуть 5000 гривень. Просторове розрізнення знімка QuickBird становить 0.6 м. Аерофотозйомка з пілотованого літального апарата – оренда літака складає близько 6000 гривень на годину. Для отримання по космічних знімках картографічних вихідних продуктів великих масштабів, метрична точність яких задовольняє вимогам відповідних інструкцій, недостатньо виконання процедури геоприв'язки (виділення декількох точок з відомими плановими координатами і виконання афінного трансформування растра). Необхідно також оцінити можливості програмного забезпечення, яке передбачається використовувати для обробки даних.

Таблиця 2

Економічні характеристики знімків

Космічний апарат	Quick-Bird	IKONOS	SPOT 5	
Об'єм інформації на 1 км ² панхроматичної зйомки, Мб	2.7	1	0.16	
Масштаб створюваного ортофотоплану і площа трапеції відповідного масштабу	1:2000	1:5000	1:25 000	
	1 км ²	4 км ²	85 км ²	
Орієнтовна вартість 1 км ² панхроматичного зображення продукту початкового рівня обробки (грн)	Архів	164	146	34
	Замовлення	200	182	42
Вартість архівного продукту з найвищим рівнем обробки (грн)	309	345	56	

Масштаби ортофотопланів, які можна створити по космічних знімках, залежать від багатьох чинників. Серед них можна виділити: якість і кількість опорних точок, якість цифрових моделей рельєфу і місцевості, характеристики самих знімків, програмного забезпечення, кваліфікацію виконавців. Причому всі ці фактори треба розглядати в сукупності. Наприклад, побудова карти масштабу 1: 2 000 по знімках QuickBird можлива тільки при використанні опорних точок і цифрових моделей з точністю не гірше 0.15 м. Вимоги до карти залежать від її призначення: топографічна або тематична (кадастрова). При тематичному картографуванні вимоги до точності нанесення положення об'єкта зазвичай трохи нижче, ніж для топографічних карт. Тому по одним і тим же знімкам можна складати тематичні карти крупнішого масштабу [5-7]. Проте слід також враховувати те, що різні комерційні організації по різному проводять політику ціноутворення на матеріали ДЗЗ, тому вартість продуктів ДЗЗ приведена вище варто розглядати як орієнтовну величину і проводити розрахунок економічної ефективності із розрахунку можливих цінових змін.

Висновки

Використання даних супутникового знімання для задач великомасштабного картографування дозволяє проводити аналіз розташування різноманітних об'єктів, прискорити аналіз руху об'єктів, точно визначати просторово-часове розташування об'єктів. Все це дає можливість проводити прогнозування змін поверхні Землі.

Ретельне вивчення особливостей знімків, отриманих різними сенсорами, правильність вибору програмного забезпечення, відповідність поставленим завданням вихідних матеріалів служить запорукою успіху замовлення космічної зйомки, а потім і отримання на її основі необхідних кінцевих матеріалів (цифрових моделей, ортофотопланів, векторних карт).

Точно оцінити економічну ефективність використання космічної зйомки в порівнянні з аерозйомкою можна тільки в кожному конкретному випадку.

При виробництві аерозйомки велике значення має розмір ділянки, підльоту, масштаб аерозйомки, тип аерофотоапарата та інші фактори. Ймовірно, буде економічно більш доцільно, наприклад, замовити один архівний знімок QuickBird площею 25 км² і вартістю 5000 грн, ніж організувати аерозйомку невеликої ділянки. Мінімальна орієнтовна вартість одного км² аерозйомки для фотоплану масштабу 1: 5 000 складає 400 грн, очевидно, що космознімки мають тут явну перевагу. Необхідно також враховувати, що замовлення космічного знімка істотно простіше, ніж організація аерофотозйомки з притаманними їй різного роду обмеженнями (починаючи від отримання дозволу і т.д.).

Список літератури

1. *Титаров П.С.* Практические аспекты фотограмметрической обработки сканерных космических снимков высокого разрешения // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. – 2004, №3 – №4.

2. *Титаров П.С.* Решение фотограмметрических задач по снимкам ASTER // Международная научно-техническая конференция, посвященная 225-летию МИИГАиК. Москва, 2004

3. *Адров В.Н., Карионов Ю.И., Титаров П.С., Чекурин А.Д.* Критерии выбора данных ДЗЗ для топографического картирования // V Международный семинар пользователей системы PHOTOMOD, Юрмала, 13-16 сентября 2005 г.

4. *Титаров П.С.* Метод приближенной фотограмметрической обработки сканерных снимков при неизвестных параметрах сенсора // Геодезия и картография. –2002, №6. – с. 30-34.

5. Изображения Земли из космоса: примеры применения: научно-популярное издание. – М.: «СКАНЭКС», 2005. – 100 с.

6. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. — М.: ТЕХНОСФЕРА, 2005. – 1072 с.

7. *Адров В.Н., Карионов Ю.И., Титаров П.С., Харитонов В.Г., Громов М.О.* Определение точностных характеристик снимков QuickBird// V Международный семинар пользователей системы PHOTOMOD, Юрмала, 13-16 сентября 2005 г.

НЕОБХІДНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ

Розглянуто теоретичні та методологічні аспекти дистанційного зондування та ГІС-технологій для удосконалення системи економічно вигідного та екологічно доцільного землекористування, а також систему космічного моніторингу як оптимізоване спостереження за природним фондом країни.

Однією з найважливіших державних проблем сьогодення в умовах розвитку ринкової економіки є найбільш раціональне та ефективне використання земельних ресурсів, як фінансового активу. Невідкладність вирішення цих проблем полягає в тому, що хоча й існує ряд відомих методик спостереження за станом та використанням земель, але вони не зведені в єдиний комплекс і не можуть ефективно свою узагальнену функцію та прогнозувати зміни і розробляти рекомендації для прийняття управлінських рішень щодо організації господарської діяльності.

Для оперативного отримання інформації про стан та структуру земельних угідь, способів господарювання, необхідно використовувати сучасні методи прийому, зберігання та обробки інформації в режимі реального часу. Використання космічної зйомки та ГІС-технологій виведе Україну на якісно вищий рівень в питаннях управління земельними ресурсами. Перевагами оперативного моніторингу землекористування є:

- оперативність отримання та обробки даних, їх відповідність (адекватність) існуючим реальним умовам земної поверхні;
- охоплення одночасно великих за площею територій;
- економія коштів та часу.

Засоби дистанційного зондування Землі об'єктивно відображають стан поверхні тобто для потреб землевпорядників такі дані повинні використовуватись з метою оцінки структури земельних угідь, їх площ і способів землекористування. Технологія космічного моніторингу земельних угідь спрямована на пошук оптимальних землевпорядних рішень в сучасних умовах непрозорого розпаювання земель та землеволодіння, а також на виявлення і зупинення негативних природних та антропогенних явищ. Застосування даних космічної зйомки дозволить вирішувати задачі оптимізації проектів землеустрою, захисту ґрунтів від деградаційних процесів у комплексі із завданнями еколого-економічного раціонального використання земельних ресурсів. Наявність вітчизняних засобів дистанційного зондування, а також значна кількість закордонних супутників дають змогу отримувати дані на регулярній основі для всієї території України. З метою удосконалення земельних відносин в аграрній сфері необхідно забезпечити кожне

господарство новими електронними картографічними матеріалами, чітко визначивши правові питання.

Використання аерокосмічного моніторингу в розв'язанні землевпорядних задач відіграє важливу роль. Матеріали дистанційного зондування отримують в результаті неконтактної зйомки з літальних повітряних і космічних апаратів, судів і підводних човнів, наземних станцій. Знімки дають інтегроване і разом з тим генералізоване зображення всіх елементів земної поверхні, що дозволяє бачити їх структуру та зв'язку.

Існує кілька основних напрямів застосування матеріалів дистанційного зондування в цілях картографування: складання нових топографічних і тематичних карт, виправлення та оновлення існуючих карт, створення фотокарт, фотоблок-діаграм та інших комбінованих фотокартографічних моделей, складання оперативних та моніторингових карт.

Космофотокарти застосовують для спостереження за дозріванням сільськогосподарських посівів і прогнозу врожаю, спостереження за становленням і сходом снігового покриву на великих просторах і тому подібними ситуаціями, сезонною динамікою морських льодів. Оперативне спостереження і контроль за станом навколишнього середовища та окремих її компонентів за матеріалами дистанційного зондування та картками називають аерокосмічним моніторингом.

Моніторинг передбачає не тільки спостереження за процесом чи явищем, але також його оцінку, прогноз поширення та розвитку, а крім того - розробку системи заходів щодо запобігання небезпечних наслідків або підтримання сприятливих тенденцій.

Таким чином, оперативне картографування стає засобом контролю за розвитком явищ і процесів і забезпечує прийняття управлінських рішень. Головне значення для реалізації програми створення служби моніторингу навколишнього середовища мають дистанційні (аерокосмічні) засоби і методи, так як одним з шляхів створення глобальної системи моніторингу є картографічний.

Дані, отримані за допомогою космічної вимірювальної підсистеми, містять для кожного окремого елемента природного об'єкта інформацію про його стан. Ці дані передаються на пункти прийому інформації і звідти до банку даних підсистеми збору інформації на зберігання.

Підсистема збору і зберігання інформації формує банк даних величезного і постійно змінного об'єму різного виду інформації. Задачі цієї підсистеми - формування, зберігання і управління базою даних, знаходження необхідної для певних конкретних цілей інформації та оперативна передача її до блоку підсистеми обробки інформації. База даних повинна містити різночасні і різномасштабні матеріали космічних та аерофотозйомок, характеристики вимірювальної апаратури та результати наземних вимірів та параметрів стану природного середовища в окремих пунктах земної поверхні;

Підсистема обробки інформації полягає в оперативній обробці отриманої з банку даних інформації і видачу результатів обробки у вигляді картографічних матеріалів в потрібному масштабі. Обробляють матеріали візуально-інструментальним методом і з використанням ЕОМ і перекладом

даних з комп'ютера в цифрову карту. Вихідні документи - тематичні і спеціальні карти, схеми, графіки, таблиці, методичні матеріали і т. п.

Вони повинні бути отримані в результаті картографічної, економіко-статистичної та іншої інформації про досліджуваних районах з обов'язковим використанням результатів наземних обстежень в найбільш характерних природних, сільськогосподарських, гідрогеолого-меліоративних і водогосподарських зонах вивчаються, відповідно до розробленої рівнями системи моніторингу.

Таким чином, основна мета робіт з впровадження та розвитку методів аерокосмічного моніторингу в галузі - вдосконалення встановлення кореляційних зв'язків між оптичними властивостями екологічних комплексів, відображеними на аерокосмічних зображеннях, і їх властивостями в системі різних природних ознак, спрямованими на виявлення існуючих залежностей між геологічною будовою місцевості та її рельєфом, гідрографією, ґрунтами, рослинністю та іншими елементами ландшафту, для розробки та вдосконалення методів регіонально комплексних досліджень, оцінки природно-екологічних та антропогенних умов території при проектуванні і проведення земельпорядних заходів з метою збереження екологічної рівноваги. Аерокосмічний моніторинг дозволяє одночасно отримувати об'єктивну інформацію та оперативно виконувати картографування території практично на будь-якому рівні територіального поділу: країна - область - район - група господарств (землекористування) - конкретна сільськогосподарське угіддя - культура.

Система аерокосмічного моніторингу дозволяє регулярно і оперативно проводити інвентаризацію земельного фонду земель сільськогосподарського призначення, ведення земельного кадастру, уточнення карти землекористування, інвентаризацію земель, їх інфраструктури, інвентаризацію земель меліоративного фонду, оцінку меліоративного стану земель і ведення динамічного меліоративного кадастру, підготовку та систематичне оновлення каталогів земель, що знаходяться у фонді перерозподілу, контроль над темпами освоєння нових земель, розробку екологічного обґрунтування природокористування в районах традиційного і нового сільськогосподарського освоєння, планування раціонального землекористування, проведення своєчасної інвентаризації осередків дефляції, водної та вітрової ерозії, деградації ґрунтів і рослинного покриву, інвентаризацію земель, включених до складу природоохоронного, рекреаційного та історико-культурного призначення, а також особливо цінних земель, складання карт динаміки природних та антропогенних процесів і явищ, складання прогнозних карт несприятливих процесів, активізує в результаті нерациональної господарської діяльності, пару картографічної інформації із статистичними даними.

Подібний космічний моніторинг використовується в 32 країнах світу. У випадку з контролем над лісами і заповідниками, можливо, настільки детальний масштаб не потрібно, і тоді вартість системи супутникового стеження знижується в кілька разів. Моніторинг лісів стане лише першим етапом у реалізації проекту космічного моніторингу. Потім Міністерство

екології планує запровадити контроль з космосу за станом річок і озер, відстежуючи рівень води, ерозію берегів і льодохід у паводковий період.

Досвід США показує, що космічний моніторинг може бути використаний і в надкористуванні. Знімки з космосу можуть робитися в різних спектрах, і на їх підставі можна прогнозувати наявність в землі корисних копалин, включаючи нафту і газ. Якщо досвід Міністерства екології та природних ресурсів в експлуатації супутникової системи моніторингу виявиться успішним, швидше за все, її візьмуть на озброєння й інші міністерства. Мабуть, не менш в експлуатації космічного моніторингу повинні бути зацікавлені і в Міністерстві аграрної політики. Тут давно зізнаються, що не можуть відстежити, що посіяли аграрії, і навіть яку площу ці посіви реально складають.

У зв'язку з цим вельми цікавим виглядає досвід впровадження супутникового моніторингу в Краснодарському краї. Після вивчення знімків з космосу з'ясувалося, що нелегальні посіви там займають величезні території. Після їх легалізації ВВП краю виріс на 10%. В Україні проблема нелегального використання земель теж стоїть вкрай гостро. Так що і надбавка до ВВП всієї країни може виявитися значною. Легше буде Міністерству аграрної політики контролювати і те, що саме сіють фермери. Комп'ютерний аналіз супутникових знімків дозволяє безпомилково визначити посіяну культуру та її площу.

Висновки

Підсумовуючи, слід відмітити, що геоінформаційні технології виступають ефективним інструментом, за допомогою якого можна сформулювати єдиний інформаційний простір міста, створити сукупність баз та банків даних, що забезпечить інформаційну взаємодію організацій і громадян, а також задоволення їх інформаційних потреб.

Стає очевидним, що тільки за наявності інтегрованих, ретельно обґрунтованих геоінформаційних систем, можливе своєчасне і обґрунтоване ухвалення рішень у сфері містобудівного управління, широке залучення інвестицій, що сприяє поліпшенню економічної обстановки.

Список літератури

1. *Веле Штілвелд*. Геоінформаційна система (ГІС) - як шлях до цивілізованих земельних відносин. - Режим доступу: <http://www.1zemelna.com.ua>.
2. *Добряк Д. С.* Теоретичні засади сталого розвитку землекористування у сільському господарстві. / *Д. С. Добряк, А. Г. Тихонов, Н. В. Гребенюк*. - К.: Урожай, -2004.-136с.
3. *Добряк Д. С.* Еколого-економічні засади реформування землекористування в ринкових умовах. / *Д. С. Добряк, Д. І. Бабміндра*. - К.: Урожай, - 2006.—336 с.
4. Земельні ресурси і земельні відносини: стан, проблеми реформування, перспективи оптимізації: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – К.: “Медінформ”, 2011.- 89 с.

ВИКОРИСТАННЯ АНАЛІТИЧНОГО МАРКЕТИНГУ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ РЕСУРСНИХ РАЙОНІВ ТОРГОВИХ ЦЕНТРІВ РЕГІОНІВ

Проведений просторовий аналіз економічної інформації для виділення ресурсних районів торгових центрів регіонів

Інтенсивний розвиток мегаполісів потребує створення мережі торгових центрів для задоволення потреб споживачів. Для прикладу, в місті Києві за останні три роки побудовано 20 великих супермаркетів, загальна площа яких перевищує 50 000 м². Добре відомо, що успішність торгівлі залежить в тому числі від просторового розташування торгового центру на даній території. Під ресурсним районом розуміємо частину території, де знаходиться значна частина платоспроможних покупців, а також на якій економічно вигідно продавати товари і надавати необхідні послуги споживачу. В залежності від густини населення і транспортної мережі на території міста виділяються локальні і глобальні ресурсні райони торгових центрів.

Для використання аналітичного маркетингу важливою є інформація про пасажиро-вантажні потоки у транспортній системі мегаполісу. Проведені нами дослідження виявили залежність збуту товарів від транспортної доступності торгових центрів для покупців. Серед покупців частка тих, які знаходяться у $t = (10 \div 15)$ хвилин транспортної доступності, складає 70–80 %.

Залежність потоку покупців Φ від часу транспортної доступності добре описується усередненою статистичною закономірністю:

$$\Phi = A + Bt^2 e^{-\beta t} \quad (1)$$

де A , B , β – параметри адаптованої апроксимації геомаркетингових досліджень. Визначення потоку покупців є головним при проведенні геомаркетингового аналізу ресурсних районів, оскільки від кількості покупців залежить об'єм продажу і прибуток торгового центру. З цього випливає, що на території існують ресурсні райони, де завдяки розташуванню отримується більший прибуток від реалізації товарів і надання послуг. Таким чином, при виділення найбільш прибуткових районів у місті необхідно створити регіональну тематичну карту анізотропії економічної привабливості. На основі картографічного моделювання розподілу населення (густина, одержаних доходів) ресурсного району визначається кількість потенційних покупців різних видів товарів, здійснюємо оцінку обсягу і потенціалу ринку.

Величина прибутку, одержана від продажу товарів, буде залежати від наявної конкуренції на ринку. Якщо $\Phi \cdot \Delta T$ – кількість потенціальних покупців, що відвідують торговий центр за проміжок часу ΔT , тоді фінансовий потік розподіляється у певній пропорції між конкурентами

$$\alpha c \Phi \Delta T = \gamma_1 P_1 q_1 + \gamma_2 P_2 q_2 + \dots + \gamma_n P_n q_n = \sum_{i=1}^n \gamma_i P_i q_i, \quad (2)$$

де c – бюджет споживачів, α – відсоток бюджету покупця, який витрачається на споживання в даному районі, q_i – кількість проданого товару, P_i – ціна проданого товару, γ_i – ваговий коефіцієнт перерозподілу фінансового потоку покупців між конкурентами на ринку в даному районі. Конкурентоспроможні торгові центри завдяки своєму географічному розташуванню і політиці цін на товари збільшують свою частку продажу на ринку, тобто у них з часом зростає величина γ_i .

Використання методів аналітичного геомаркетингу дозволяє прогнозувати збут товарів на даному ринку визначеній групі споживачів за певний проміжок часу. Прогнозуючи величину збуту товарів, торговий центр має можливість визначити пріоритетні напрямки зростання, виділити кошти для проведення геомаркетинга, оцінити ефективність продажу різних товарів, слідкувати за зовнішнім конкурентним середовищем. Аналітичні відділи, створені для прогнозування збуту, здійснюють моніторинг динаміки населення в даному районі, детально вивчають вподобання споживачів для оптимального забезпечення існуючого попиту на товари і послуги.

Завдяки застосування геомаркетингових моделей і використанню аналітичних методів для вибраної території вдається визначити оптимальне розташування торгових центрів і розрахувати величину ресурсних районів, здійснити якісне і кількісне прогнозування економічного розвитку території, відслідковувати особливості динаміки соціально-економічної системи.

Висновки. Проведений просторовий аналіз економічної інформації є дуже важливим для обґрунтування ресурсних районів торгових центрів вибраної території. Геоінформаційні технології дозволяють створити факторні карти прибутковості території на основі маркетингових досліджень. Для розробки управлінських рішень відносно відкриття торгових центрів, необхідно проводити геомаркетингові дослідження, вартість яких залежить від глибини економічного аналізу наявної інформації про соціально-економічну систему даної території.

*О.С. Ніколаєнко, к.т.н.,
А.О. Микитенко, студентка
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ЛОГІСТИКИ

Розглянуті основні переваги використання ГІС-технологій для задач логістики при вирішенні транспортних завдань. Приведено склад типової геоінформаційної системи, що використовується для вирішення завдань логістики.

Географічна інформаційна система (ГІС) - комп'ютерна система, що відображає дані на електронній карті. Останнім часом ГІС використовуються не тільки в традиційних галузях, таких як геологія, гідрологія, управління природними ресурсами, але й у телекомунікаціях, керуванні роботою логістичних компаній, транспортними перевезеннями, роботою розподілених складських споруджень. Її перевага полягає в наочному поданні просторових даних на карті та широких можливостях їх детального аналізу.

За допомогою ГІС можна розташовувати на карті підприємства, склади, митні термінали, будувати оптимальні маршрути руху автомобільного, залізничного та іншого транспорту, здійснювати моніторинг стану об'єктів у режимі реального часу, аналізувати динаміку вантажних потоків, відображати маркетингову інформацію на карті у вигляді діаграм, графіків, формувати різні звіти. Застосування ГІС збільшує оперативність обробки інформації, точність і своєчасність прийняття управлінських рішень, підвищає рівень сервісу, що в цілому підвищує ефективність роботи компанії та позитивно впливає на її конкурентоспроможність.

У теперішній час іде консолідація логістичних провайдерів, відбувається їхнє територіальне розширення, зростає лінійка пропонованих послуг. Роль ГІС в галузі логістики незмінно збільшується. Одним з основних інструментів підвищення сервісу обслуговування є впровадження ГІС-рішень. Серед них потрібно відзначити засоби моніторингу транспорту і вантажів, системи комунікації. Своєчасна і точна доставка вантажів є однією з основних цілей діяльності логістичних компаній. Для її досягнення потрібно оптимально вирішувати завдання маршрутизації товарів, здійснювати дистанційний контроль і керування парком транспортних засобів у режимі реального часу, аналізувати вантажні потоки на всій території в різних зрізах. Деякі із цих завдань вирішуються за допомогою систем позиціонування.

На ринку вантажних перевезень у теперішній час конкуренція набуває якісно нові риси. З одного боку, на фоні підвищення витрат на перевезення, жорсткості вимог до транспортних засобів підвищилися вимоги до якості процесу перевезень, а з іншого, простежується тенденція на зниження розміру плати за перевезення. Це обумовлене ситуацією на ринку, що склалася на сьогоднішній день, а також іншими економічними причинами. У таких умовах зниження витратного механізму перевезень, і відповідно підвищення їх

ефективності є життєво важливим завданням.

Одним з найбільш ефективних варіантів вирішення завдань зниження витрат і поліпшення якості перевізного процесу є впровадження геоінформаційних систем для вирішення завдань маршрутизації, обліку і планування на автотранспортному підприємстві.

Розвинені засоби автоматизації даного процесу надають геоінформаційні технології. Електронні карти, як правило, містять повну інформацію про довжину доріг, їх сполучення і умови переміщення по них (швидкісні режими, заборонені заїзди, наявність перевалочних пунктів і т.ін.). На картах фіксуються місця розташування пунктів відправлення і одержання товарів. Вони можуть бути задані, наприклад, населеними пунктами або конкретною поштовою адресою. ГІС-технології дозволяє досить швидко справитися з пошуком місця розташування споживачів методом геокодування, враховуючи при цьому дорожній граф. Даний метод включений у базові функції всіх програмних ГІС-продуктів. Суть методу полягає в зіставленні адрес електронної карти із заданими адресами споживачів і створенні окремого шару знайдених адрес.

Нижче приводяться переваги використання ГІС-технологій для рішення завдань логістики.

Використання ГІС-технологій при вирішенні транспортних завдань у логістиці дозволяє:

- знизити транспортні витрати і зменшити витрати компанії;
- суттєво підсилити контроль над діяльністю виїзного персоналу;
- підвищити продуктивність роботи співробітників та їх ефективність.

Зниження транспортних витрат і зменшення витрат компанії досягається за рахунок:

- автоматичного формування оптимального маршруту для агентів і водіїв-експедиторів за допомогою електронних карт із урахуванням швидкості руху на різних ділянках дороги, що скорочує загальний кілометраж маршрутів у середньому на 15-20%
- зменшення кількості рейсів і зниження кількості використовуваного автотранспорту шляхом оптимізації його завантаження
- зниження витрат на паливно-мастильні матеріали на 30-35% завдяки можливості зазначення в маршрутному аркуші точного кілометражу маршрутів, оптимізації самих маршрутів і контролю витрати палива
- вивільнення ресурсів, зайнятих у процесі диспетчеризації, тому що автоматична передача координат дозволяє диспетчерові контролювати більше виконуваних рейсів, а диспетчерська служба з режиму постійного реагування переходить у режим попередження позаштатних ситуацій

Посилення контролю над діяльністю виїзного персоналу досягається за рахунок:

- контролю над виконанням поставленого маршруту за допомогою електронної карти і даних GPS/ГЛОНАСС;
- фіксації фактів реально відвіданих точок маршруту на електронній карті;

- постійного моніторингу і візуалізації реального місцезнаходження транспортного засобу.

Підвищення продуктивності роботи співробітників та їх ефективність досягається за рахунок:

- зниження часу на формування маршрутів доставки в 3-10 раз;
- оперативності в одержанні планів по денному маршруту агентів і виїзних бригад;
- автоматичного обліку часу роботи з об'єктами при розрахунках маршруту;
- збільшення кількості об'єктів, що обслуговуються, одним мобільним співробітником за рахунок оптимізації маршруту.

Використання ГІС у логістиці представляє наступні можливості:

- швидке планування оптимальних маршрутів для виїзного персоналу за допомогою електронної карти, включаючи генерацію шляху мобільного співробітника з урахуванням напрямків, прохідності доріг, транспортних розв'язок і відстані об'єктів один від одного.
- оперативна передача інформації на мобільний пристрій агента і з маршруту в офіс.
- створення і роздрукування супровідних документів, докладного плану по денному маршруту співробітника.
- контроль нецільового використання і оптимізація роботи автотранспорту за допомогою таких можливостей, як GPS-моніторинг транспорту, контроль витрати палива;
- передача даних моніторингу в офіс для наступного аналізу;
- аналіз відхилення від рекомендованої моделі роботи мобільного співробітника для оперативного прийняття відповідних управлінських рішень;
- облік при складанні маршрутів територіального розподілу виїзних працівників і підконтрольних їм об'єктів;
- облік часу роботи на об'єкті при розрахунках часу маршруту;
- принципове спрощення роботи зі створення оптимальних маршрутів і скорочення часу планування рейсів;
- підвищення ефективності контролю і керованості на всіх рівнях роботи: мобільні співробітники, диспетчери, менеджери, керівники менеджерських груп, директори;
- збільшення ефективності роботи виїзного персоналу, оптимізація використання автотранспорту;
- підвищення точності виконання заявок і замовлень;
- значне зменшення строків уведення в робочий процес нових мобільних співробітників;
- зниження витрат на утримання структури виїзного персоналу, зменшення транспортних витрат, у т.ч. за рахунок контролю витрати палива;
- зменшення обсягу непродуктивних операцій диспетчерів в офісі та підвищення рівня безпеки руху.

Типова геоінформаційна система, що використовується для вирішення завдань логістики повинна включати наступні програмні модулі:

- модуль транспортної логістики;
- модуль маршрутизації;
- модуль моніторингу;
- модуль завантаження автопарку.

Модуль транспортної логістики призначений для розрахунків і оптимізації маршрутів з урахуванням географічного розташування об'єктів обслуговування (GPS спостереження), техніко-економічних характеристик автомобілів, пріоритетів ділянок доріг і низки інших показників.

Розрахунки дозволяють отримати маршрути з оптимальними показниками для кожного конкретного завдання. Розрахований маршрут містить інформацію про черговість відвідування об'єктів, тривалості та довжині інтервалів руху між ними, часу роботи на об'єкті. На карті відображаються об'єкти, місця стоянок машин, маршрути з напрямком руху і послідовністю відвідування місць запланованих візитів.

Модуль «Маршрутизація» надає можливість оптимальної побудови порядку відвідування точок мобільними співробітниками, виходячи із графа дорожньої мережі, і дозволяє розрахувати кілометраж по маршрутах, зберігати оптимізовані маршрути в базі даних, отримувати по них звіти.

Модуль «Моніторинг» надає в режимі реального часу інформацію про місцезнаходження і пересування транспорту і мобільних співробітників з відображенням на електронній карті. При використанні в транспортному засобі спеціальних датчиків модуль видає звіти про витрату палива, вивантаженню вантажу в неналежнім місці, несанкціонованих перевезеннях пасажирів, позаштатних ситуаціях і т.ін.

Модуль «Завантаження автопарку» автоматично розраховує оптимальне завантаження автопарку, виходячи з наявних замовлень, тривалості маршруту з урахуванням витраченого часу на відвантаження, загального кілометражу і повернення на склад для дозавантаження; планує маршрут, виходячи із щільності розподілу точок; урахує обсяг кузова, тип і клас транспорту, вантажопідйомність і пріоритетність точок; друкує комплект необхідних документів (маршрутний лист, навантажувальна накладна, накладна, рахунок-фактура та ін.) з можливістю перегляду списку документів і товарних позицій і одержання необхідного звіту.

Висновки

Одним з основних інструментів підвищення сервісу обслуговування логістичних компаній є впровадження ГІС-технологій.

Використання ГІС-технологій при вирішенні транспортних завдань у логістиці дозволяє знизити транспортні витрати і зменшити витрати компанії; суттєво підсилити контроль над діяльністю візного персоналу; підвищити продуктивність роботи співробітників та їх ефективність.

Типова геоінформаційна система, що використовується для вирішення завдань логістики повинна включати наступні програмні модулі: модуль транспортної логістики, модуль маршрутизації, модуль моніторингу, модуль завантаження автопарку.

ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЛІСІВ ГІРСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ

В статті розглядаються сучасні методи контрольованої класифікації лісів з використанням багатоспектральних зображень супутникової системи RapidEye. Проведено порівняльний аналіз класифікації методом мінімальних відстаней та відстаней Махаланобіса. Встановлено, що для класифікації лісів ефективнішим є метод відстаней Махаланобіса.

Використання аерокосмічних знімків в поєднанні з програмними продуктами по обробці зображень, а також програмними продуктами ГІС, дає змогу вирішувати наступні задачі моніторингу лісів [5]: уточнення видового складу лісової рослинності, виявлення несанкціонованих вирубок, контроль фіто санітарного стану лісів, моніторинг лісових пожеж та оцінка пожежонебезпечності території, виявлення вітровалів, контроль та планування відновлення лісів з метою запобігання паводків, селі та ерозійних процесів та ін.

Вибір методів обробки і класифікації супутникових знімків залежать як від сенсора, за допомогою якого було отримано супутниковий знімок так і від особливостей досліджуваних об'єктів, характеристик місцевості та умов знімання.

Класифікація являється одним з способів тематичної обробки космічних знімків, в процесі якого відбувається дешифрування і розпізнавання об'єктів і явищ на космічному знімку. Сьогодні класифікація космічних знімків включає в себе комп'ютерне дешифрування отриманих космічних зображень або процес автоматизованого поділу всіх пікселів знімка на класи, які відповідають різним об'єктам.

Процес розподілу пікселів на класи здійснюється на основі значень спектральних характеристик. Задаються критерії згідно яких проводиться поділ пікселів на класи, якщо піксел задовольняє певний набір умов, то його відносять до класу, що відповідає заданому критерію. Яскравість кожного пікселю залежить не тільки від об'єкту який відповідає даному пікселю, а також від умов знімання. Для проведення класифікації лісів гірської місцевості слід враховувати наступні параметри: час доби, пору року, рельєф місцевості, погодні умови та ін.. За значенням спектральної яскравості пікселі можна одночасно віднести до декількох класів об'єктів, в такому випадку класифікація є невизначеною та неточною. Зазвичай дана ситуація викликана тим, що піксель відповідає відразу декільком різним об'єктам, відбивна здатність яких відрізняється. Дану ситуацію можна уникнути декількома шляхами: 1) збільшити кількість класів об'єктів – при цьому значно збільшиться час і вартість класифікації; 2) після проведення комп'ютерної класифікації знімків, проводити порівняння з наземними даними, вибираючи тестові проблемні ділянки території.

По характеру реалізації алгоритми класифікації поділяють на два типи: алгоритми контрольованої і неконтрольованої класифікації.

Контрольована класифікація, або так звана класифікація з навчанням – це процес, при якому відбувається порівняння значень яскравості кожного пікселя з еталонами (тестовими ділянками), в результаті чого, кожен піксель відноситься до класу об'єктів, який найбільше відповідає заданим критеріям.

Для контрольованої класифікації важливо знати наперед які об'єкти є на знімку, кількість класів що виокремлюються і щоб ці класи чітко відрізнялись на знімку. Загалом потрібно щоб кількість класів об'єктів не перевищувала 30.

Контрольована класифікація здійснюється за наступними етапами: 1) визначення задач обробки зображення і вибір способу класифікації; 2) вибір еталонних ділянок; 3) проведення класифікації і оцінка якості результатів.

Неконтрольована класифікація, або так звана класифікація без навчання це процес при якому розподіл пікселів зображення відбувається автоматично, на основі аналізу статистичного розподілу яскравості пікселів.

Завдання даної роботи – порівняти точність і ефективність використання методів контрольованої класифікації лісів гірської місцевості.

Розпізнавання типів підстилаючої поверхні для видового складу лісової рослинності на багатоспектральних знімках середнього і високого просторового розрізнення здійснюють автоматично за допомогою сучасних комерційних програмних засобів, використовуючи алгоритми контрольованої або неконтрольованої класифікації. В даній роботі порівняно два методи контрольованої класифікації, метод евклідових відстаней та метод відстаней Махаланобіса.

Мірою близькості між спектральними характеристиками пікселів та середніми значеннями яскравості еталонів може бути евклідова відстань між векторами яскравості i -го пікселя зображення ($\vec{B}_{ij} = B_{ij}^1, B_{ij}^2, \dots, B_{ij}^L$) та вектором середніх еталонних значень яскравості спектральних зон, яка для об'єктів класу m розраховується за формулою:

$$R_m \vec{M}_m, \vec{B}_{ij} = \sqrt{\sum_{l=1}^L (M_m^l - B_{ij}^l)^2}, \quad (1)$$

де $\vec{M}_m = (M_1, M_2, \dots, M_L)$ - вектор середніх значень яскравості m -го класу об'єктів, що має розмірність $L \times 1$ (L – кількість спектральних зон космічного знімку).

Евклідова відстань розраховується для всіх можливих класів $M_{кл}$, і піксель приписується до класу з найменшим значенням $R_m \vec{M}_m, \vec{B}_{ij}$. Так як для кожного пікселя існує найближчий еталон, то всі піксели класифікуються. Такий результат не зовсім коректний, тому іноді застосовують порогові значення спектральних відстаней.

При розрахунку евклідової відстані не враховується мінливість (дисперсія) яскравості пікселів у класі, тому частина пікселів території з великою дисперсією яскравості можуть бути пропущеними, а до території з

низькою мінливістю може бути віднесено значно більше пікселів, ніж їй належить.

Використання відстані Махаланобіса є значно ефективнішим, для відображення міри близькості між спектральними характеристиками пікселів та середніми значеннями яскравості еталонів. Формула розрахунку відстані Махаланобіса (квадратична форма), крім середнього значення містить коефіцієнти коваріаційної матриці:

$$D_M = (\bar{B} - \bar{M}_m)^T * \bar{K}_m^{-1} * (\bar{B} - \bar{M}_m) \quad (2)$$

де \bar{K}_m^{-1} - обернена коваріаційна матриця (розміром $L * L$) яскравості пікселів зображення для m -го класу об'єктів;

T - знак операції транспонування матриці;

$\bar{B} = (B^1, B^2, \dots, B^L)$ - вектор розміром $L * 1$ значень яскравості пікселя L спектральних зон;

\bar{M}_m - вектор середніх значень яскравості розміром $L * 1$ для m -го класу об'єктів, що зображені на космічному знімку.

Коваріаційна матриця \bar{K}_m характеризує ступінь статистичного зв'язку між яскравостями пікселів зображення різні спектральних зон m -го класу об'єктів. Її kl -ий елемент (коваріація яскравості k -го й l -го спектральних каналів) m -го класу об'єктів, обчислюються за еталонними вибірками згідно формули:

$$K_{mkl} = \frac{1}{n_m - 1} * \sum_{j=1}^{n_m} (B_{jk} - M_{mk}) * (B_{jl} - M_{ml})^T \quad (3)$$

де n_m - кількість пікселів зображення еталону m -го класу об'єктів;

B_{jk}, B_{jl} - яскравість j -го пікселя зображення k -го (та l -го)

спектрального каналу m -го класу об'єктів;

M_{mk}, M_{ml} - середнє значення яскравості пікселів зображення еталону m -го класу об'єктів k -го (та l -го) спектрального каналу, яке розраховується за формулою:

$$M_{mk(l)} = \frac{1}{n_m} * \sum_{j=1}^{n_m} B_{jk(l)} \quad (4)$$

Кількість пікселів навчальної вибірки для статистичних методів класифікації теоретично має бути не менше $(L+1)$, в іншому випадку коваріаційна матриця буде виродженою. Практично для отримання надійних оцінок параметрів класів об'єктів розпізнавання необхідно не менше $10 * L$ пікселів еталонних зображень кожного класу об'єктів [2, 7].

Урахування дисперсії і коваріації спектральних ознак дозволяє класифікувати пікселі, що утворюють на зображенні області з великою частотою змін значень яскравості, відносячи їх до класу з подібними характеристиками. Недоліком алгоритму Махаланобіса є більші витрати машинного часу ніж методу евклідової відстані, до того ж він реалізує

статистичний підхід за припущенням нормального розподілу даних у кожній спектральній зоні.

Звірка інформації виконувалась двома шляхами:

1) При виділенні еталонних ділянок використовувались різні комбінації спектральних каналів зображення, в залежності від характеристик об'єктів еталонного класу. Кожна еталонна ділянка порівнювалась з супутниковими знімками з системи Google Earth.

2) Для отримання завіркової інформації на досліджувану територію, проведено польові дослідження, з поділом знімка на ділянки і описом кожної з ділянок. Загалом виділено 12 ділянок з різними просторовими і рослинними характеристиками.

Кожна з ділянок описувалась за наступними критеріями: загальна характеристика ділянки (рельєф, тип лісу); відсоток породи лісу, що переважає; експозиція схилу; середня висота над рівнем моря.

В результаті виконання роботи було виділено 7 класів об'єктів, для яких виділено еталонні ділянки. На основі створених еталонних ділянок, було проведено класифікацію з навчанням за двома методами – мінімальної відстані та відстані Махаланобіса.

Отримані результати класифікації показують, що територія населених пунктів, доріг та водойм мають значні похибки. Це зумовлено в першу чергу характеристиками місцевості. Для досягнення кращих результатів класифікації населених пунктів варто використати більшу кількість еталонних ділянок, а також провести звірку з наземними даними.

Табл. 1

Результат класифікації по виділених еталонних класах

Зображення	Клас	Частка згідно методу евклідових відстаней, %	Частка згідно методу Махаланобіса, %
	Хвойна рослинність	54,22	57,00
	Змішані ліси	11,23	17,9
	Трава	6,12	4,12
	Вода	1,12	1,02
	Рідколісся, чагарники	23,72	15,99
	Ґрунти, ґрунтові дороги	1,97	2,36
	Забудова, антропогенні об'єкти	1,62	1,60

При обох методах класифікації добре виділяється клас з хвойними насадженнями. Натомість при класифікації методом евклідових відстаней значна частина ділянок з змішаним лісом розпізналась, як - чагарникова рослинність, рідколісся. Це зумовлено тим, що при розрахунку евклідової відстані не враховується мінливість (дисперсія) яскравості пікселів у класі, тому частину пікселів з низькою мінливістю може бути віднесено до одного класу.

Висновки

1. Вибір методу класифікації дистанційного зображення залежить від типу об'єктів які класифікуються, вихідних даних, особливостей місцевості та зв'язкової інформації. Для методів контрольованої класифікації необхідною умовою є попереднє створення еталонних ділянок. Еталонні ділянки слід створювати для об'єктів, з чіткою спектральною характеристикою.
2. Порівняльний аналіз класифікації методом евклідової відстані і відстані Махаланобіса, з використанням верифікаційних даних, показав, що метод відстані Махаланобіса є точнішим для класифікації об'єктів з незначними спектральними відмінностями. Порівнявши інформацію з наземними даними по 12 тестових ділянках, можна сказати що отриманий результат класифікації на 70-80 % відповідає дійсності.
3. Результати класифікації можна покращити шляхом: а) збору більш детальних наземних даних, які слід враховувати при процесі класифікації; б) шляхом детальнішого створення еталонних ділянок, для чого потрібно затратити більше часу.

Список літератури

1. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред. В.І.Лялько та М.О. Попова. – К.: Наукова думка, 2006. – 369с.
2. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгерд, перевод. Москва: Техносфера, 2010. – 560с.
3. Дешифрирование аэрокосмических снимков / И.А. Лабутина. Учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.
4. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений / В.Б. Кашкин. Учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
5. Задачи ДЗ лесов при изучении климатических изменений. / А.А. Чухланцев, В.П. Саворский. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», 2011, Т.8. №2. С.246-256.
6. Мониторинг лесов с помощью группировки спутников RapidEye / А.Магх, «Геоматика», 2011р., №3. С.58-66.
7. Remote Sensing Digital Image Analysis / John A. Richards, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006. – 454с.

*М.В. Акинин, аспирант (Россия, Московский институт экономики,
статистики и информатики)*

*А.А. Логинов, кандидат технических наук (Россия, Рязанский
государственный радиотехнический университет)*

*М.Б. Никифоров, кандидат технических наук (Россия, Рязанский
государственный радиотехнический университет)*

СПОСОБЫ ОПИСАНИЯ ТЕКСТУР В ЗАДАЧАХ ПОСТРОЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

В работе рассмотрены энергетические характеристики Лавса и текстурные признаки Харалика, используемые древовидным нейросетевым классификатором текстур изображений для построения топографических карт.

Постановка задачи

Современное развитие человечества диктует потребность общества в оперативном картографировании местности, наблюдении за экологической обстановкой и решении некоторых других задач. Перечисленные задачи решаются с использованием оперативно обновляющихся изображений различных классов, для обработки которых используются комплексные программно-аппаратные решения, в основе которых лежат, в том числе, и разнообразные средства распознавания образов, нуждающиеся в эффективных средствах описания распознаваемых образов.

Существенный интерес в контексте решения задач обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) представляет описание образов на снимках посредством описания покрывающих их текстур (текстурные признаки), поскольку таковые признаки учитывают не только спектральные яркости пикселей образа в каждом из каналов снимка, но также спектральные яркости пикселей в окрестностях образа и взаимосвязь между данными спектральными яркостями.

В настоящей работе будут рассмотрены с целью сравнения энергетические характеристики Лавса и текстурные признаки Харалика как наиболее популярные ([1], [2]) и эффективные подходы к описанию текстур в задачах обработки изображений (в том числе — данных ДЗЗ) и задачах компьютерного зрения.

Энергетические характеристики Лавса

К.І. Laws в [3] предложил использовать для описания текстур энергетические характеристики, вычисляемые по следующему алгоритму:

1. формируется набор пространственных фильтров $F_{эн}^{x y}$ (1) — всего 25 фильтров:

$$F_{эн}^{x y} = \{F_{эн}^{x y}\}; \quad x \in \{L, E, S, W, R\}; \quad y \in \{L, E, S, W, R\}; \quad (1)$$
$$F_{эн}^{x y} = f_{эн}^{x T} \times f_{эн}^{y};$$

где вектора $f_{эн L}$, $f_{эн E}$, $f_{эн S}$, $f_{эн W}$, $f_{эн R}$ предполагают выделение отдельных характеристик текстуры: уровень спектральной яркости (вектор $f_{эн L}$), границы элементов текстуры (вектор $f_{эн E}$), отдельные пятна на текстуре (вектор $f_{эн S}$), периодически повторяющиеся перепады яркости («волнь»; вектор $f_{эн W}$), текстурную «рябь» (вектор $f_{эн R}$; «рябь» - ситуация, когда на текстуре повторяются с некоторой периодичностью отдельные, составляющие ее, элементы);

2. к снимку I применяется набор фильтров $F_{эн}$, по результатам чего составляется набор матриц $I_{эн}$;

3. по набору матриц $I_{эн}$ составляется набор энергетических карт $D_{эн}$ и набор матриц $D_{эн}$, содержащих характеристики текстур, покрывающих снимок I ;

4. с каждым пикселем i_{mn} ассоциируется вектор энергетических характеристик d_{mn} ;

5. вектора энергетических характеристик усредняются для получения вектора энергетических характеристик образа.

Энергетические характеристики Лавса обладают следующими достоинствами:

- возможность компактного описания большинства из возможных характерных паттернов структуры текстуры;
- возможность компактного описания уровня яркости текстуры, масштабированного к одинаковому уровню освещения по всему снимку;
- вычислительная эффективность процесса получения описания текстуры, обусловленная тем, что расчет характеристик текстуры укладывается в несколько сверток каждого из каналов снимка с фильтрами, позволяющими получить оное описание; матричные умножения, в данном случае, могут быть эффективно распараллелены средствами современных вычислительных систем — в частности, распараллеливание может быть осуществлено на видеокартах, поддерживающих общие вычисления.

Тектурные признаки Харалика

R.M. Haralick в [2] предложил описывать текстуру, покрывающую изображение, характеристиками специальных матриц вхождений E , рассчитываемых по изображению.

Алгоритм расчета текстурных признаков Харалика для одноканального изображения I размером u на u пикселей состоит из следующих этапов:

1. выбирается несколько направлений $\bar{b} = \{\bar{b}_x\}; \quad x = \overline{1, X}; \quad \bar{b}_x \in [0, 2p);$

2. выбирается размер u_{alpha} области соседства каждого пикселя на изображении I - в [2] значение u_{alpha} было выбрано равным 3-м;

3. матрицы вхождений $E = \{E_x\}$; $x = \overline{1, X}$ размером B на B элементов заполняются нулями — здесь B суть есть количество уровней квантования спектральных яркостей;

4. для каждой пары «пиксель», «матрица вхождений» (2) выполняются следующие операции:

$$(I(m, n), E_x); \quad m = \overline{1, u}; \quad n = \overline{1, u}; \quad x = \overline{1, X}; \quad (2)$$

4.1 на пиксель $I(m, n)$ «накладывается» окно размером θ_{alpha} на θ_{alpha} пикселей;

4.2 по направлению α_x в данном окне находятся координаты крайнего пикселя (m_x, n_x) ;

4.3 если координаты (m_x, n_x) крайнего пикселя по направлению α_x выходят за пределы изображения I , то выполняется переход к следующей паре «пиксель», «матрица вхождений»;

4.4 рассчитывается (3):

$$E_x(I(m, n), I(m_x, n_x)) = E_x(I(m, n), I(m_x, n_x)) + 1; \quad (3)$$

5. матрицы вхождений E масштабируются к сумме своих элементов, равной единице;

6. для каждой матрицы E_x рассчитываются характеристики $E_x(k)$, M_x строки, M_x столбцы - средние по строкам и столбцам, Y_x строки и Y_x столбцы - дисперсии по строкам и столбцам;

7. для каждой матрицы E_x рассчитываются следующие характеристики: однородность, контраст, корреляция, дисперсия, гомогенность, среднее по суммам, дисперсия по суммам и некоторые другие;

8. для каждого пикселя $I(m, n)$ изображения I_h составляются векторы признаков $d_{mn} = \{e_{x, y}\}$; $x = \overline{1, X}$; $y = \overline{1, 9}$;

9. вектора признаков усредняются для получения вектора признаков изображения.

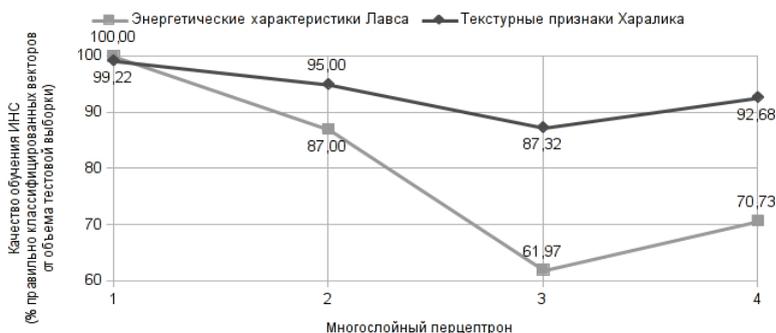
Так же, как и расчет энергетических характеристик Лавса, расчет текстурных признаков Харалика может быть эффективно распараллелен средствами современных вычислительных систем. Недостатком текстурных признаков Харалика является их меньшая компактность, по сравнению с соответствующим вектором энергетических характеристик Лавса.

Эксперимент

В ходе подготовки настоящей работы было осуществлено экспериментальное сравнение пригодности энергетических характеристик Лавса и текстурных признаков Харалика для решения задачи построения топографической карты с помощью древовидного текстурного классификатора, составленного из нескольких многослойных перцептронов.

Для обучения и тестирования перцептронов, входящих в состав классификатора, был использован набор спутниковых снимков, полученных от КА «Landsat 5», и покрывающих нечерноземные области средней России. Структура перцептронов была подобрана с помощью алгоритмов глобальной оптимизации, описанных в [4] и [5].

На рисунке 1 приведены результаты сравнения качества обучения простых классификаторов (отдельных многослойных перцептронов),



использующих для описания текстур, покрывающих исходные изображения, энергетические характеристики Лавса или текстурные признаки Харалика.

Рисунок 1 — Сравнение качества обучения классификаторов

Выводы

По результатам поставленного эксперимента можно сделать вывод о том, что текстурные признаки Харалика, в целом, лучше подходят для решения сложных задач классификации данных ДЗЗ, чем энергетические характеристики Лавса.

К недостаткам текстурных признаков Харалика можно отнести существенный объем вычислений, требуемых для их расчета из-за необходимости анализа нескольких матриц смежности. Данный недостаток, однако, не оказывает существенного влияния на выбор между признаками Харалика и характеристиками Лавса, так как информационная недостаточность последних ведет к существенному увеличению времени обучения классификатора.

Список литературы

1. Шапиро Л., Стокман Д. Компьютерное зрение — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. - 2006.
2. Haralick R. M., Shanmugam K., Dinstein I. Textural features for image classification. — IEEE Transactions on systems, man and cybernetics. Vol. SMC 3, № 6. — 1973. — с. 610 — 621.
3. Laws K. I. Textured image segmentation. / Диссертация на соискание степени Ph.D. — США, Лос-Анджелес: Университет южной Калифорнии. - 1980.
4. Елесина С.И., Никифоров М.Б. Повышение эффективности генетического алгоритма // Информационные технологии. Теоретический и прикладной научно-технический журнал. № 3. - М. Новые технологии. - 2012. - с. 49 — 54.
5. Елесина С.И., Никифоров М.Б. Исследование особенностей метода мултистарта в глобальной оптимизации // Проектирование и технология электронных средств: Всероссийский научно-технический журнал № 2. - Владимир: ВлГУ. - 2011. - с. 45 — 49.

ИК-КАМЕРА КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ С МИКРОБОЛОМЕТРИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ

Данные наблюдения Земли из космоса в дальнем инфракрасном диапазоне очень актуальны при поиске полезных ископаемых и энергоносителей, экологическом мониторинге и оценке последствий аварий и других чрезвычайных ситуаций, оценке состояния лесных и сельхозугодий. Применение микроболومترической неохлаждаемой матрицы позволяет упростить конструкцию прибора и снизить его габаритно-весовые характеристики.

В отличие от многоспектральных сканеров видимого диапазона количество запущенных и разрабатываемых сканеров инфракрасного (ИК) диапазона много меньше, хотя в последние годы интерес к зондированию земной поверхности в этом диапазоне резко возрос. Среди наиболее известных космических сканеров ИК-диапазона можно выделить: немецкий спутник “Bird” с двухканальным сканером среднего и теплового ИК-диапазонов; канадско-японский спутник “Тетта” с радиометром дальнего ИК-диапазона “ASTER”; американский спутник “Landsat-7” с многоспектральным сканером “ETM+”; американский спутник “NOAA” с многоспектральным сканером “AVHRR”; американо-аргентинский спутник “SAC-D” с инфракрасным сканером “NIRST”; японский спутник “MOS-1” с инфракрасным радиометром “VTIR”; китайско-бразильский проект «СBERS» с многоспектральным инфракрасным сканером “IR-MSS” и другие.

Традиционно в качестве фотоприемников излучения в спектральном диапазоне 8÷14 мкм используются охлаждаемые КРТ-приемники, основным достоинством которых является высокая энергетическая чувствительность. Наряду с этим они имеют и существенные недостатки - высокая потребляемая мощность, большие габариты и масса и низкий рабочий ресурс работы. Быстрое развитие микроболومترических неохлаждаемых приемников дает возможность создания ИК-камер на их основе. Основным недостатком неохлаждаемых ФПУ является более низкая температурная чувствительность по сравнению с охлаждаемыми фотоприемниками. Несмотря на это, они обладают и рядом преимуществ - небольшие габариты и масса, низкая потребляемая мощность, долговечность, быстрый выход на рабочий режим после включения и относительно невысокая цена по сравнению с охлаждаемыми приемниками ИК-излучения. Применение малогабаритных неохлаждаемых приемников излучения особенно актуально для установки на искусственные спутники Земли малых и средних размеров, так как к ним предъявляются особенно жесткие требования в отношении веса полезной нагрузки и общей стоимости спутника.

Для решения задач дистанционного зондирования Земли, связанных с экологическим мониторингом и оценкой последствий аварий и других

чрезвычайных ситуаций (наблюдение за пожарами, вулканами, загрязнением нефтепродуктами), поиском полезных ископаемых и энергоносителей, прогнозированием погоды (определение температуры океанов, поверхности Земли, облаков) и анализом землепользования (сельское и лесное хозяйство), в КП СПС «Арсенал» была разработана ИК-камера космического базирования на базе микроболометрической неохлаждаемой матрицы.

ИК-камера позволяет производить покадровую съемку земной поверхности в пяти спектральных диапазонах. Разбиение диапазона 8÷14 мкм на несколько поддиапазонов позволяет решать проблему определения характеристик объектов земной поверхности по их излучательной способности [1] и позволяет в соответствии с функцией спектральной плотности излучения повысить точность измерения температур зондируемой поверхности Земли.

Оптическая схема ИК-камеры включает в себя: атермальный объектив, микроболометрическую матрицу и сменные светофильтры, обеспечивающие съемку в заданных спектральных диапазонах (рис.1).

Атермальный объектив состоит из трех линз и обеспечивает построение изображения подстилающей поверхности Земли в светочувствительной плоскости микроболометрической матрицы в дальнем ИК-диапазоне при изменении температуры окружающей среды от минус 40°С до +60°С [2]. Объектив имеет следующие характеристики: фокусное расстояние - 112,8 мм; относительное отверстие - 1:1; угловое поле в пространстве предметов $2\omega = 10^{\circ}08'$. Увеличение светосилы объектива до 1:1 требуется для обеспечения максимальной температурной чувствительности микроболометрической матрицы.

В качестве ФПУ используется микроболометрическая матрица форматом 16×12 мм с числом элементов 640×480 и размером каждого элемента 25×25 мкм. Совместно с объективом микроболометрическая матрица обеспечивает шаг точек в строке изображения и шаг строк в изображении на поверхности Земли (или проекция пикселя на Земле в двух взаимно перпендикулярных направлениях) при высоте орбиты 668 км -148 м и размер кадра 94,7×71 км.

Смена спектрального диапазона обеспечивается сменой светофильтров за счет вращения турели, закрепленной на валу шагового двигателя. На турели располагается пять светофильтров, которые формируют спектральные диапазоны: $\Delta\lambda_1 = 8...10,5$ мкм; $\Delta\lambda_2 = 10,5...11,5$ мкм; $\Delta\lambda_3 = 11,5...12,5$ мкм; $\Delta\lambda_4 = 12,5...13,5$ мкм; $\Delta\lambda_5 = 8...13,5$ мкм. Скорость вращения турели 1 об/сек, что при частоте съемки ≥ 30 кадров/сек обеспечивает возможность съемки в каждом спектральном диапазоне нескольких кадров. За время между кадрами космический аппарат пролетает над Землей определенное расстояние, что приводит к сдвигу изображения в плоскости болометрической матрицы. Частота кадров подбирается таким образом, чтобы величина сдвига соответствовала определенной части чувствительного элемента матрицы. Это позволяет производить субпиксельную обработку изображения для повышения пространственного разрешения.

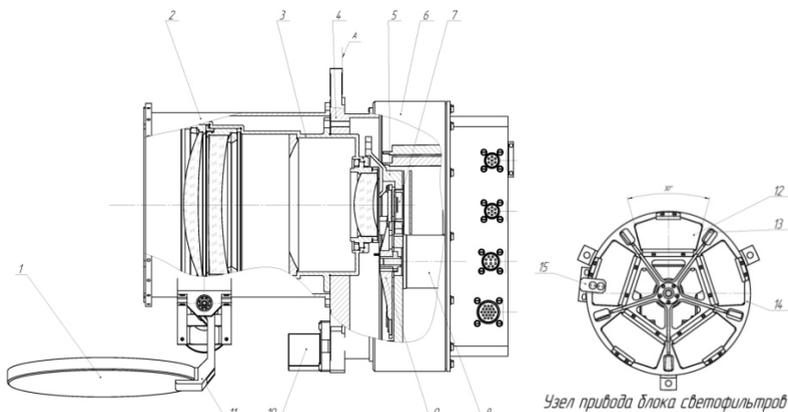


Рис. 1. ИК-камера с болометрической матрицей: 1 – крышка; 2 – бленда; 3 – объектив; 4 – корпус; 5 – узел фотоприемника; 6 – кожух; 7 – микроболометрическая матрица; 8 – двигатель; 9 – узел привода блока светофильтров; 10 – контрольный элемент; 11 – поворотный кронштейн; 12 – светофильтры; 13 – щель; 14 – оправа; 15 – блок оптопар.

Для учета неравномерности чувствительности элементов микроболометрической матрицы до и после сеанса съемки производится их калибровка. Калибровка чувствительности приемника по температуре осуществляется при помощи черного тела, имеющего температуру окружающей среды («холодный кадр») и нагретого на 20°C («нагретый кадр»). Черное тело закрепляется на внутренней стороне крышки, которая размещается на поворотном кронштейне и с помощью шагового двигателя может открывать или закрывать объектив.

Основной задачей тепловизионной ИК-камеры дистанционного зондирования является обнаружение объектов по их тепловому контрасту. К параметрам тепловизионной камеры, которые определяют качество изображения, относятся:

- MDTD (Minimum Detectable Temperature Difference) – минимально обнаруживаемая разность температур;
- MRTD (Minimum Resolution Temperature Difference) – минимально разрешаемая разность температур.

Оба эти параметра определяют зависимость температурного контраста между определенным тест-объектом и фоном от пространственного размера тест-объекта.

Расчетные значения MDTD и MRTD для разных размеров объектов приведены в таблице.

Таблица

Расчетные значения MDTD и MRTD

Спектральный диапазон, $\Delta\lambda$, мкм	Линейный размер l_1 объекта обнаружения, м период мери $T=2 \times l_1/2$, м	MDTD, К	MRTD, К
$\Delta\lambda = (8,0 - 10,5)$	1184	0,013	0,016
	592	0,040	0,08

	296	0,147	0,336
$\Delta\lambda = (10,5 - 11,5)$	1184	0,038	0,048
	592	0,119	0,25
	296	0,439	1,029
$\Delta\lambda = (11,5 - 12,5)$	1184	0,065	0,08
	592	0,2	0,41
	296	0,747	1,692
$\Delta\lambda = (12,5 - 13,5)$	1184	0,132	0,2
	592	0,413	0,6
	296	1,522	2,485
$\Delta\lambda = (8 - 13,5)$	1184	0,007	0,018
	592	0,022	0,042
	296	0,083	0,175

Выводы

1. Впервые в Украине разработана многоспектральная малогабаритная тепловизионная ИК-камера космического базирования с неохлаждаемой микроболометрической матрицей для мониторинга Земли в режиме поккадровой съемки.
2. Для повышения разрешения ИК-камеры до 100 м используется субпиксельная обработка нескольких кадров.
3. Разработанный атермальный объектив с высоким относительным отверстием и близким к дифракционному качеству изображения обеспечивает съемку в большом диапазоне температур эксплуатации.
4. Съемка в пяти спектральных диапазонах позволит проводить тематическую обработку снимков и повысить точность определения температуры Земной поверхности и объектов.

Список литературы

1. Шилин Б.В. Основные достижения в развитии тепловой аэросъемки / Б.В. Шилин, В.Н. Груздев, И.А. Васильев, Д.С. Гаврилов, В.В. Хотяков // Оптический журнал. – 2003. – Т.70, №10. – С.77–83.
2. Кучеренко О.К. Ахроматизація та атермалізація об'єктивів інфрачервоної техніки / О.К. Кучеренко, О.В. Муравйов, В.М. Тягур // Наукові вісті НТТУ "КПІ". – 2012. – №5. – С.114-117.

С.А. Ворох, Н.И. Лихолит, д.т.н., Е.Б. Троицкий

(Казенное предприятие специального приборостроения «Арсенал»,
Киев, Украина)

МАЛОГАБАРИТНАЯ АСТРОИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ КА «МИКРОСАТ»

В работе приводятся технические характеристики и конструктивные особенности малогабаритной астроизмерительной системы (МАИС), предназначенной для определения ориентации КА «Микросат», приводятся характеристики контрольно-проверочной аппаратуры и стендового оборудования, необходимых для настройки и проверки МАИС.

Введение

Для координатной привязки космических снимков среднего, высокого сверхвысокого разрешения, оперативного перенацеливания съемочной аппаратуры КА с одного объекта на другой требуется знание точной трехосной ориентации КА. Самый эффективный способ определения ориентации КА основан на съемке звездного неба астроизмерительной системой ориентации, построенной на базе матричного фотоприемника излучения. Астроизмерительные системы, дающие наилучшую точность ориентации, автономность и быстродействие, являются неотъемлемой частью систем определения и управления ориентацией современных КА ДЗЗ.

В КП СПС «Арсенал» (г. Киев) создана полная технология производства астроизмерительных систем для КА ДЗЗ, создаваемых в Украине.

В ходе разработки малогабаритной астроизмерительной системы (МАИС) были проработаны и приняты к реализации множество научных, технологических и производственных решений, проведены расчеты и компьютерное моделирование схемных решений, изготовлены экспериментальные образцы. Для отработки и проверки характеристик МАИС было изготовлено нестандартизованное стендовое оборудование, разработана и изготовлена контрольно-проверочная аппаратура (КПА) МАИС. Результатом работы стало изготовление габаритно-динамического макета МАИС и двух опытных образцов для проведения предварительных и летных испытаний системы.

Проведение летных испытаний МАИС запланировано на космическом аппарате (КА) «Микросат», который предназначен для наблюдения динамических процессов в ионосфере Земли и проведения технологических экспериментов по отработке бортовых приборов и элементов перспективных космических аппаратов.

Назначение и основные характеристики МАИС

МАИС предназначена для непрерывного определения ориентации собственной внутренней системы координат (ВСК) относительно инерциальной 2-ой экваториальной системы координат (ЭСК), формирования и выдачи в подсистему определения и управления ориентацией (ПОУО) КА кватерниона перехода от 2-ой ЭСК к ВСК.

МАИС устанавливается на внешней поверхности приборного отсека КА «Микросат» и вследствие орбитального движения КА проводит съемку различных участков звездного неба.

Первоначально был изготовлен экспериментальный образец МАИС (фото на рисунке 1). В ходе его исследований и испытаний были подтверждены следующие характеристики, заданные в техническом задании:

- погрешность (σ) измерения угловых координат осей ВСК в ЭСК при угловой скорости вращения КА до $0,07^\circ/\text{с}$:
 - для оси OZ $3''$;
 - для осей OX и OY $20''$;
- угловая скорость вращения КА, при которой сохраняется возможность измерений $\geq 1^\circ/\text{с}$;
- угол поля зрения $< 9,1^\circ (2\alpha)$;
- пороговая звездная величина $+7,5^m$;
- период обновления измерительной информации $0,6 \text{ с}$;
- энергопотребление 15 Вт ;
- габаритные размеры вместе с блендой $\text{Ø}220 \times 352 \text{ мм}$;
- масса $5,45 \text{ кг}$.



Рисунок 1 – Внешний вид экспериментального образца МАИС

Результаты проведения экспериментальных исследований МАИС показали реальную возможность улучшения точностных и габаритно-массовых характеристик МАИС, что также отвечало потребностям заказчика прибора. Соответственно было откорректировано техническое задание, подобрана новая элементная база, существенно переработана документация на все составляющие прибора, включая: бленду, объектив, корпус, фотоприемное устройство и электронику.

Описание конструкции системы

Новая конструкция опытного образца МАИС представлена на рисунке 2. Конструкция корпуса обеспечивает необходимую стабильность взаимного положения объектива, матричного фотоприемника, контрольного оптического элемента и посадочной плоскости системы и обеспечивает точную установку прибора на посадочную плоскость КА.

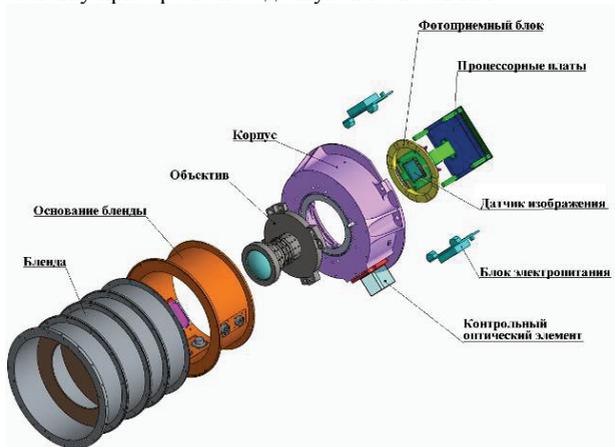


Рисунок 2 – Конструкция МАИС

Объектив МАИС, представленный на рисунке 3, имеет оригинальную оптическую схему и конструкцию корпуса, которые обеспечивают необходимые светосилу и качество изображения, стабильность положения оптической оси объектива относительно посадочной плоскости системы.



Рисунок 3 – Объектив МАИС

Объектив имеет следующие параметры:

- относительное отверстие.....1:1,4;
- фокусное расстояние50 мм;
- поле зрения в пространстве предметов 23°;
- рабочая спектральная область 0,48...0,98 мкм;
- коэффициент пропускания.....0,78;

- коэффициент светорассеяния.....< 0,02;
- дисторсия.....< 0,005 мкм.

Кружок рассеяния имеет размеры менее одного пикселя матрицы. Хроматические aberrации объектива исправлены подбором марок стекол с особым ходом дисперсии.

МАИС во время проведения сеансов съемки звезд всегда освещена Солнцем. Для защиты объектива от паразитного излучения Солнца используется бленда, имеющая следующие параметры:

- угол боковой засветки Солнцем30° и более;
- коэффициент подавления излучения.....<1,7×10⁵;
- габаритыØ175 мм, l=175 мм;
- масса..... 0,8 кг.

В качестве фотоприемного устройства в МАИС используется матрица со следующими основными параметрами:

- количество пикселей.....1024 × 1024;
- размер пикселя 15 мкм × 15 мкм;
- частота кадров с полным разрешением..... 11;
- количество разрядов встроенного АЦП..... 10.

Электроника, обеспечивающая управление фотоприемной матрицей, обработку видеосигнала, вычисление кватерниона ориентации, информационный обмен МАИС с подсистемами КА, реализована в виде одноплатного процессора и платы источников вторичного питания. С целью резервирования и снижения влияния накопленных доз радиации электронная схема имеет два независимых идентичных функционально законченных канала. Каналы попеременно находятся в «холодном резерве».

Для снижения числа отказов при разработке программного обеспечения МАИС применялась мажоритарная логика, использовались специальные коды коррекции ошибок памяти, регистров, библиотек, констант ПО. Предусмотрена возможность перезаписи наиболее уязвимой части ПО по командам с Земли.

В конструкцию МАИС может быть интегрирован трёхосный датчик угловых скоростей (ДУС). С помощью ДУС могут быть решены следующие задачи:

- обеспечение работоспособности МАИС в условиях, когда функционирование оптического тракта невозможно, т.е. при высоких угловых скоростях, сильных световых помехах, помехах вызванных потоками космических заряженных частиц (протоны и электроны);
- увеличение частоты выдачи МАИС измерительной информации до 50 Гц;
- обеспечение быстрого и эффективного перехода МАИС в режим слежения и поддержания штатной работы в этом режиме.

ДУС работает в режиме постоянной коррекции показаний по данным оптического канала МАИС. В штатном режиме коррекция производится периодически каждые 100 мс. Гироскопы выдают измерительную информацию в процессор МАИС с частотой 100 Гц.

Контрольно-проверочная аппаратура МАИС

КПА МАИС предназначена для проведения проверок функционирования МАИС, входного контроля МАИС на предприятии-изготовителе КА, регламентных проверок МАИС в составе КА, для отработки командно-информационного обмена с ПОУО на этапе автономных испытаний МАИС. КПА представлена на фото (рисунок 4).



Рисунок 4 – КПА МАИС

В состав КПА МАИС входят:

- имитатор звездного неба (ИЗН);
- устройство контроля;
- комплект кабелей;
- ПК с соответствующим ПО.

Для выполнения проверок ИЗН КПА монтируется на бленду МАИС.

С помощью специальной программы на микро-дисплее ИЗН формируются изображения светящихся точек, имитирующих звезды. Объектив ИЗН проецирует изображения имитируемых звезд на фотоприемную матрицу МАИС. Координаты звезд прописаны в штатном звездном каталоге МАИС. Прибор, при совместной работе с КПА, распознает их так же, как и звезды на реальном звездном небе. Таким образом, выполняется штатная программа измерений, по результатам выполнения которой можно судить о правильности функционирования МАИС. Информация о ходе проверок выдается на монитор ноутбука, управление ИЗН осуществляется через прибор контроля КПА.

Нестандартизованное стендовое оборудование

Для настройки и юстировки, отладки программно-математического обеспечения, проверки и подтверждения точностных и эксплуатационных характеристик МАИС в КП СПС "Арсенал" создан комплекс

специализированного стендового оборудования, в состав которого входят: имитаторы звезд, имитатор Солнца, имитатор планеты и три стенда:

- стенд контроля определения ориентации в динамическом режиме;
- стенд контроля динамической погрешности;
- стенд контроля точности в статике.

В состав стендов в разных сочетаниях входят следующие приборы:

- коллиматорный объектив с $f = 2000$ мм;
- клиновый компенсатор со скоростью вращения клиньев до $1^\circ/\text{с}$;
- автоколлиматор-регистратор чувствительностью $< 3''$;
- автоколлиматор с $f = 2000$ мм;
- оптические клинья с паспортизованными углами;
- кронштейн с зеркалом для установки МАИС;
- преобразователь интерфейсов.

Стенд для контроля определения ориентации в динамическом режиме предназначен для контроля точностных параметров МАИС, контроля формирования кватернионов ориентации при полной имитации светотехнической обстановки на орбите (звезды, планеты, засветки, частицы солнечного и галактического излучения, параметры движения КА).

Принцип действия заключается в воспроизведении на мониторе изображений движущихся участков звездного неба и передачи их через коллиматорный объектив во входной зрачок МАИС.

Стенд для контроля динамической погрешности предназначен для регулировки и настройки МАИС, контроля погрешности измерений МАИС в динамике.

Принцип действия заключается в сравнении измеренных угловых координат визирной оси МАИС при неподвижных звездообразных объектах с координатами, полученными в той же точке при движении объектов.

Стенд для контроля точности в статике предназначен для контроля погрешности измерений МАИС, контроля положения внутренней системы координат МАИС относительно его приборной системы координат.

Принцип действия заключается в сравнении значений углов смещения изображений звезд, измеренных МАИС, с эталонными углами клиньев.

Выводы

Опытный образец МАИС, изготовленный на современной элементной базе (фото на рисунке 5), имеет характеристики на уровне лучших зарубежных аналогов:

- погрешности (σ) измерения угловых координат осей ВСК в ЭСК при угловой скорости вращения КА до $0,3^\circ/\text{с}$:
- для оси OZ $2''$;
- для осей OX и OY $15''$;
- угловая скорость вращения КА, при которой сохраняется возможность измерений $\geq 5^\circ/\text{с}$;
- угол поля зрения $< 17^\circ(2\alpha)$;
- пороговая звездная величина $+7^m$;

- частота обновления выходной измерительной информации 10 Гц;
 - энергопотребление в зависимости от температуры окружающей среды 6...8 Вт;
 - интерфейс обмена информацией RS-485;
 - габаритные размеры вместе с блендой $\text{Ø}186 \times 314$ мм;
 - масса 2,95 кг.
- МАИС имеет практически нулевой магнитный момент.



Рисунок 5 – Внешний вид опытного летного образца МАИС

Летные испытания МАИС будут проведены в составе КА «Мікросат», в ходе которых должны быть подтверждены точностные и эксплуатационные характеристики системы, заданные техническим заданием.

В настоящее время проводятся работы по стыковке и отладке информационного взаимодействия МАИС с подсистемами КА «Мікросат».

¹⁾ Н.И. Лихолит, д.т.н., В.М. Тягур, к. т. н., Е.В. Харитоненко,
²⁾ В.Г. Колобродов, д. т. н.
(¹⁾ КП СПС «Арсенал», Украина, г. Киев, ²⁾ НТУУ «КПИ», Украина, г. Киев);

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Рассмотрены методы компьютерного повышения разрешения изображений. Произведен обзор линейных и нелинейных методов повышения разрешения изображений и методов суперразрешения. Сделаны выводы и выбран оптимальный алгоритм суперразрешения инфракрасного изображения для решения задач дистанционного зондирования Земли.

Одной из самых важных задач дистанционного зондирования Земли является повышение качества изображений. Основным параметром качества изображения является разрешение. Данный параметр зависит от количества пикселей, составляющих цифровое изображение. Для решения задач дистанционного зондирования Земли необходимость обеспечения высокого разрешения сопровождается требованием захвата как можно большего участка поверхности. Однако уменьшение размера пикселей и увеличение их количества ограничено технологическими факторами и связано со сложностями функционирования и обработки сигналов.

Методы повышения разрешения изображений можно разделить на линейные методы, нелинейные и суперразрешение [1]. Простейшим методом повышения разрешения изображений является линейная интерполяция. При этом изображение представляется в виде функции, где пиксели изображения – точки, в которых значения функции известны. Интерполяция – нахождение промежуточных значений по дискретному набору известных значений. Точное восстановление информации путем интерполяции невозможно. Методы интерполяции основаны на использовании свертки изображения и ядер разных типов.

При решении задачи повышения разрешения цифровых изображений требуется не построение непрерывного изображения, а переход с более грубой сетки на более мелкую сетку. Такой процесс называют ресамплингом изображений, а коэффициент отношения шага крупной сетки к шагу мелкой – коэффициентом повышения разрешения изображения [1].

Самым простым и самым быстрым методом линейной интерполяции является метод «ближайшего соседа», который заключается в растяжении пикселей. В случае ресамплинга с целым коэффициентом повышения разрешения он представляет собой простое повторение пикселей изображения. Недостатком применения данного метода является ярко выраженный эффект ступенчатости (пикселизации).

Восстановленная функция становится более гладкой, если вместо ступенек соединять точки прямыми. Так осуществляется линейная интерполяция первого порядка. Билинейной называется линейная интерполяция первого порядка в двумерном случае. В результате применения такого метода интерполяции появляются неярко выраженные эффекты ступенчатости и размытия изображения [2].

Функцию также можно аппроксимировать с помощью кубических сплайнов. Этот метод наиболее широко используется в программах обработки изображений из-за хорошего баланса между эффектами размытия, ступенчатости и оконтуривания краев. В двумерном случае метод называют бикубической интерполяцией. Также для интерполяции используют функцию Гаусса и другие.

Наиболее распространенные негативные эффекты, возникающие при повышении разрешения изображений, связаны с искажением высокочастотной информации. Такими эффектами являются размытие, алиасинг (ступенчатость контуров) и эффект Гиббса. В задачах обработки изображений эффект Гиббса проявляется как эффект ложного оконтуривания (появление ореолов возле резких контуров). Любой линейный метод интерполяции представляет собой баланс между данными тремя эффектами. Для подавления этих эффектов после повышения разрешения изображений применяется постобработка [1].

Избавиться от недостатков линейных методов интерполяции можно с помощью адаптивных нелинейных методов, для которых ядро задается отдельно для каждого интерполируемого пикселя и зависит от значений пикселей интерполируемого изображения. Примером нелинейных методов является класс градиентных методов. Градиентные алгоритмы позволяют достичь лучших результатов при интерполяции вдоль контуров деталей изображения путем использования разных ядер вдоль и поперек границ (например, использование функции Гаусса с переменными радиусами по разным направлениям). В целом результат получается близким к результату бикубической интерполяции, но эффект алиасинга практически полностью подавляется. Другой метод, основанный на использовании градиента – метод искаженного расстояния WADI (Warped Distance) [1]. В нем значение интерполируемого пикселя представляет собой взвешенную сумму значений четырех ближайших пикселей, а веса выбираются в зависимости от расстояния до этих пикселей и модуля производной в этих пикселях (чем больше производная, тем меньше весовые коэффициенты). Алгоритм новой интерполяции, с направлением по контурам NEDI (New Edge-Directed Interpolation) применяется для увеличения разрешения изображения только в 2 раза и использует предположение о подобии фрагментов изображения высокого разрешения и соответствующих им фрагментов изображения низкого разрешения [1]. Значения интерполируемых пикселей представляют собой взвешенную сумму четырех соседних пикселей. При этом веса для восстановления этих пикселей вычисляются в предположении, что исходное изображение было получено с теми же весами путем повышения разрешения

изображения в 2 раза. Данный метод хорошо справляется с контурами. К нему также близок класс фрактальных алгоритмов, в основе которых лежит свойство самоподобия целых блоков изображения [1].

Широкий класс методов представляет задачу повышения разрешения изображений как обратную задачу: построить такое изображение высокого разрешения, которое после уменьшения даст известное изображение низкого разрешения [2]. Такой подход позволяет использовать методы теории решения обратных задач. Так, повышение разрешения изображения производится путем решения уравнения с применением итерационных методов. Обратная задача является некорректно поставленной из-за наличия нескольких решений системы. Одним из способов решения некорректной задачи является применение регуляризирующих методов [2]. Регуляризация, основываясь на использовании априорной информации об изображении и используя дополнительные ограничения, позволяет свести некорректно поставленную задачу к корректно поставленной. В общем случае при регуляризации задаются два функционала: функционал соответствия изображения высокого разрешения изображению низкого разрешения и функционал соответствия изображения высокого разрешения априорной информации. Параметр регуляризации контролирует баланс соответствия изображения высокого разрешения изображению низкого разрешения и априорной информации.

Суперразрешение – это построение изображения высокого разрешения на основе информации из нескольких изображений снимаемого объекта низкого разрешения, сдвинутых на субпиксельные расстояния [2]. Существует два типа методов суперразрешения: методы на основе обучения и методы на основе восстановления изображения. Первые используют одно изображение низкого разрешения и обновляемую базу данных, вторые – только несколько изображений низкого разрешения. Методы на основе обучения перспективны, однако не являются универсальными и не применяются для восстановления инфракрасных аэрокосмических изображений.

Методы на основе восстановления изображений высокого разрешения условно можно разделить на несколько основных групп:

- частотные методы (простые и вычислительно эффективные, однако чувствительные к шуму и ошибкам моделирования);
- пространственные методы (итерационные и не итерационные, обычно вычислительно сложные);
- методы, основанные на регуляризации (рассмотрены ниже);
- методы на основе вейвлет-преобразований (являются многообещающими для быстрой интерполяции при неравномерной сетке выборки, но при этом сложны для реализации).

Рассмотрим методы, основанные на регуляризации. Обратная задача при суперразрешении формулируется следующим образом: необходимо найти такое изображение высокого разрешения, которое, будучи уменьшенным с

учетом сдвигов, даст исходные изображения [2]. Такая задача также является некорректно поставленной и требует регуляризации. Методы регуляризации делятся на три категории:

1. Методы низкочастотной фильтрации – основаны на предположении, что полезная информация в изображении сосредоточена в области низких пространственных частот, в то время как энергия шума распределена равномерно.
2. Итерационные методы – основаны на применении определенного числа итераций. Некоторые методы, например метод сопряженных градиентов, могут хуже сходиться при применении к зашумленным изображениям.
3. Статистические методы – основаны на критерии максимальной энтропии и правила Байеса. Такие методы используют статистические модели наблюдаемых изображений.

Так к первой категории относится регуляризация Тихонова – один из простейших методов регуляризации. При регуляризации Тихонова удаляются зашумленные и граничные пиксели, которые содержат высокочастотную информацию, поэтому изображение не содержит резких границ.

Один же из наиболее эффективных методов регуляризации для удаления шума и размытия принадлежит к третьей категории – метод полной вариации (Total Variation - TV). Критерий полной вариации контролирует общее количество изменений в изображении. Его наиболее полезное свойство – сохранение границ объектов на изображении.

Для удаления шума с сохранением границ объектов в цифровой обработке изображений используется двунаправленный фильтр (Bilateral Filter). В отличие от традиционных фильтров такой фильтр определяет близость двух пикселей, основываясь не только на геометрическом расстоянии, но и на фотометрическом расстоянии [2]. Использование двунаправленного фильтра позволяет избавиться от шумов, связанных с искажением высокочастотной информации, в частности, с эффектом Гиббса. Регуляризация по методу полной вариации была усовершенствована с применением двунаправленного фильтра [2]. В результате появился двунаправленный метод полной вариации (Bilateral Total Variation – BTV). Например, при восстановлении данным методом значения пикселя, окруженного со всех сторон пикселями с сильно отличающейся интенсивностью, учитывается величина аналогичных ему по значению интенсивности пикселей, находящихся непосредственно за соседними пикселями. Поэтому значительно снижается размытость изображения, и сохраняются мелкие детали. Данный метод регуляризации является надежным и вычислительно эффективным обобщением рассмотренных выше методов регуляризации. Он также оптимален для восстановления изображения высокого разрешения при суперразрешении аэрокосмических снимков. Кроме того, применение данного метода, с нашей точки зрения, является актуальным при работе приборов в инфракрасной области спектра из-за большого

количества мелких деталей в инфракрасных изображениях, важных при решении задач дистанционного зондирования Земли.

Выводы

Простейшие методы повышения разрешения изображений, например, интерполяция, могут применяться для повышения разрешения, но они не вносят в изображение новой информации. При суперразрешении используется информация сразу с нескольких изображений, что позволяет вносить в результирующее изображение высокого разрешения больше полезной информации. Суперразрешение позволяет увеличить пространственное разрешение изображений как в видимом, так и в инфракрасном спектральных диапазонах.

Для применения в инфракрасных системах с возможностью съемки нескольких кадров с субпиксельным смещением, с нашей точки зрения, оптимальным является использование регуляризации по двунаправленному методу полной вариации. Данный метод позволяет восстановить аэрокосмические изображения высокого разрешения при высоких требованиях к их качеству. Кроме того данный метод учитывает особенности получаемых изображений (сохраняет изображения мелких объектов, контуры объектов) и является стойким к погрешностям моделирования, способен учитывать разные типы распределения шума, нечувствителен к неконтролируемым субпиксельным смещениям.

Список литературы

1. Крылов А.С., Насонов А.В. Компьютерное повышение разрешения изображений с использованием методов математической физики М: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2011.– 72 с.
2. S. Farsiu, D. Robinson, M. Elad, P. Milanfar Fast and robust multi-frame superresolution // IEEE Trans. Image Processing, vol. 13, Oct. 2004. – P. 1327–1344.