

**РОЗРОБКА ФОРМАЛЬНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОННИМИ РЕСУРСАМИ ІНТЕГРОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

*Представлено формальну модель системи управління електронними ресурсами як основу для побудови системи організації інтеграційної взаємодії різномірних інформаційних автоматизованих систем підприємства*

Аналіз предметної області являє собою вид наукової діяльності, внаслідок чого будується інтерпретаційна модель предметних знань. У процесі аналізу предметні знання поділяються на інваріантні та прагматичні, концептуальні складові яких є онтологічними знаннями предметної області [1].

Проведений аналіз літератури щодо штучного інтелекту показав, що на даний час існує велика кількість визначень поняття онтології, деякі з яких суперечать один одному [2-6]. Практично всі запропоновані моделі онтологій складаються з концептів (поняття, сутності, класи, категорії), властивостей концептів (слоти, атрибути, ролі), відношень між концептами (зв'язки, залежності, функції) та додаткових обмежень (визначаються аксіомами, в деяких парадигмах фасетами). Враховуючи вище зазначене визначимо поняття онтології як формальний, явний опис понять предметної області (об'єктів) та процесів взаємодії між об'єктами, що описують властивості та атрибути об'єктів.

Для розробки онтології предметної області електронних ресурсів використаємо загальний підхід до побудови онтологічної бази знань на основі системно-онтологічного аналізу предметної області, запропонований А.В. Палагіним та Н.Г. Петренком [1].

Відповідно до цього підходу онтологія предметної області складається з онтології об'єктів та онтології процесів:

$$O = \langle O^o, O^p \rangle,$$

де  $O^o$  — онтологія множини об'єктів (понять, концептів) предметної області, яка розглядається як ієрархічна структура класів, підкласів та елементів класів;  $O^p$  — онтологія множини процесів предметної області, яка розглядається як ієрархічна структура процесів, функцій, дій та операцій.

У результаті аналізу предметної області електронних ресурсів було виділено такі поняття: інформаційна система (ІС), інтеграція ІС, об'єкт, клас об'єктів, метадані, відношення між об'єктами, група об'єктів, електронний ресурс (ЕР), метадані ЕР, група метаданих ЕР, склад ЕР, маршрут ЕР, бізнес-процес, завдання, функція, процес, користувач, право, роль, папка, закладка.

Для побудови онтології предметної області досліджень необхідно, насамперед, дати визначення виділених понять та побудувати їх формальну модель.

Під інформаційною системою (ІС) розуміють множину пов'язаних різними відношеннями ресурсів, які описують певні сутності (об'єкти, факти або поняття) [5, 6]. ІС можна представити як множину  $\{r_i\}_{i \in \chi}$  пов'язаних між собою ресурсів:

$$is = \langle \{r_i\}_{i \in \chi} \rangle = \langle R_\chi \rangle,$$

де  $\chi \subset \{uid\}$  підмножина унікальних ідентифікаторів.

У такому визначенні ІС нічого не сказано про природу або структуру ресурсів, йдеться лише про наявність абстрактних зв'язків, які об'єднують їх в ситему, дозволяючи говорити про таку сукупність як одне ціле. Очевидно, до класу систем, визначених таким чином,

попадає велика кількість об'єктів різної природи, наприклад, веб-сайти або програми бухгалтерського обліку.

Насамперед, необхідно зауважити, що поняття ресурсу носить занадто загальний характер і тому основним об'єктом маніпуляції ІС є частковий випадок ресурса – електронний ресурс (ЕР). На цьому етапі визначимо електронний ресурс  $e$  як ресурс, що має структуру та є відображенням певної інформації про реальний світ.

ЕР повинні мати ряд переваг, порівняно з ресурсами іншої природи, оскільки, як правило, володіють автоматизованими засобами каталогізації, пошуку та зміни. Наприклад, ID3-теги в файлах mp3-формату, електронні документи.

Управління великою кількістю ЕР кожним окремо є вкрай не ефективним. Тому потрібно виділити підклас інформаційних систем, в якому операції можливо буде здійснювати з групами ЕР. Один з найкращих підходів до створення ІС оснований на понятті колекції. Колекцією називають множину ЕР, яка має однакову структуру та описує одну й ту саму сутність[6].

Однією з головних ознак ІС є існування засобів ведення каталогів ЕР, що дозволяє реалізувати функції ефективного пошуку та класифікації. Для організації каталогу ЕР ІС використовують поняття метайнформації або метаданих ЕР.

Раніше електронний ресурс було визначено, як ресурс, що має структуру та володіє інформацією. Структура ЕР задається набором елементів, між якими можуть буди задані відношення. Структура ЕР в ІС повинна описуватись його метаданими.

Отже, з урахуванням вищезазначеного, перейдемо до опису формальної моделі ІС та приведемо декілька визначень.

Визначення 1. **Скриптом** назвемо функцію  $s: A \rightarrow D$ , де  $A$  — деяка параметризація множини ЕР даної колекції. Кожному елементу  $\alpha \in A$  зіставляє ЕР  $e = s(\alpha)$ , структура якого ідентична структурі інших ЕР даної колекції, а наповнення визначається аргументом, який передається цій функції.

Позначимо множину всіх ЕР ІС:

$$E_X = \{e_i\}_{i \in X} \subset E,$$

де  $X \subset \{uid\}$ ,  $E$  — множина всіх ЕР. Визначимо **колекцію** ЕР  $\mathcal{Y}$ , як множину:

$$K_\gamma = \{e \in E : \exists \alpha \in A^n, s_\gamma(\alpha) = e\}, \gamma \in G,$$

де  $\alpha = \{\alpha_1, \dots, \alpha_n\} \in A^n$  є кортежем з  $n$  параметрів, які визначають ЕР в даній колекції,  $A^n$  — декартовий добуток з  $n$  просторів значень всіх параметрів. Функція  $s_\gamma: A \rightarrow D$  є скрипт, який відображає кортеж параметрів  $\alpha$  в ЕР колекції.  $G$  — множина колекцій ІС, кожній колекції  $\gamma$  однозначно відповідає скрипт  $s_\gamma$ .

Тепер можемо визначити **інформаційну систему колекційного типу** як інформаційну систему, що складається з колекцій ЕР:

$$is_k = \langle G, A^n, S \rangle \sim \langle D_x \rangle,$$

де  $S = \{s_\gamma\}_{\gamma \in G}$  — множина скриптів.

Визначення 2. Форматом  $\varphi$  називають контекстно-вільну граматику (записану, наприклад, у вигляді БНФ), яка задає множину образів ЕР (або, іншими словами, мова образів ЕР)  $L_\varphi$ .

Визначення 3. Образом ЕР в форматі  $\varphi$  називається послідовність символів  $e^\varphi \in L_\varphi$ , яка задається трійкою: структура, наповнення, формат.

Визначення. Внутрішнє представлення ЕР — це образ ЕР в форматі  $\varphi_{int}$ . Відповідно, мова образів  $L_\varphi$  називається мовою внутрішнього представлення ЕР.

Визначення 4. Кортеж-функція — це функція  $f_c: A^n \rightarrow L_{\varphi_{\text{int}}}$ , яка повертає кортеж параметрів у внутрішньому представленні ЕР.

Визначення 5. Формат-функція — це функція  $f_f = L_{\varphi_{\text{int}}} \rightarrow L_{\varphi}$ , яка повертає образ ЕР по його внутрішньому представленні.

Таким чином, враховуючи вище зазначене, можна стверджувати що образ ЕР в форматі  $\varphi \in e_{\varphi} = f_f(f_c(\alpha))$  і задається трійкою:  $f_c, \alpha, f_f$ .

Визначення 6. Системою управління електронними ресурсами (СУЕР) називається п'ятірка:

$$is_{mser} = \langle G, F_c, F_f, \Phi, A^n \rangle,$$

де  $F_c = \{f_{c\gamma}\}_{\gamma \in G}$  — кортеж-функції,  $F_f = \{f_{f\gamma,\varphi}\}_{\gamma \in G, \varphi \in \Phi}$  — формат-функції,  $\Phi$  — кінцева

множина допустимих форматів ЕР. Основне призначення СУЕР — отримання та предворення ЕР в деякій множині допустимих форматів ЕР. Отримання або перетворення ЕР з колекції  $\gamma \in G$ , по заданому кортежу параметрів  $\alpha \in A$  в форматі  $\varphi$  забезпечується за допомогою композиції перетворень  $f_{f\gamma,\varphi} \circ f_{f\gamma}(\alpha)$ . Отриману в результаті такої композиції функцію  $f_{\gamma,\varphi}(\alpha) = f_{f\gamma,\varphi} \circ f_{f\gamma}(\alpha)$  назвемо функцією перетворення ЕР.

Розглянемо формат функцію  $f_f$ , яка визначає процедуру складення внутрішнього представлення ЕР по заданому кортежу параметрів. На практиці таку функцію можливо реалізувати за допомогою програмних алгоритмів, які формують образ ЕР як послідовність даних визначеного формату.



Рис 1. Модель перетворення електронних ресурсів

Визначення 7. Для кожної колекції  $\gamma \in G$  в мові представлення ЕР виділемо елемент  $t_{\gamma} \in L_{\varphi_{\text{int}}}$ , який назвемо шаблоном ЕР.

Визначення 8. Перетворювач — це функція  $f_{tr} = A^n \times L_{\varphi_{int}} \rightarrow L_{\varphi_{int}}$ .

Визначення 9. Формат-функцією називають таку функцію  $f_{\gamma}(\alpha, t_{\gamma}) = f_{tr_n}(\alpha, f_{tr_{n-1}}(\alpha, \dots, f_{tr_1}(\alpha, t_{\gamma}) \dots))$ , де  $f_{\gamma}(\alpha) = f_{\gamma}(\alpha, t_{\gamma}), \forall \alpha \in A^n$ .

Шаблон ЕР описує базову структуру ЕР, яка обробляється та заповнюється реальними даними форм-функцією. Формат-функція являється композицією перетворювачів, кожен з яких є незалежним перетворенням шаблону ЕР. Для перетворення внутрішнього представлення ЕР перетворювач використовує параметри запиту  $\alpha$  та інструкції — фрагменти шаблону ЕР, які описують специфікацію діяльності того чи іншого перетворювача.

На рис.1 зображено запропоновану модель перетворення ЕР. При надходженні запитів система обирає відповідний шаблон ЕР  $t_{\gamma}$ , набір перетворювачів  $f_{tr_1} \dots f_{tr_n}$  та формат-функцію  $f_{f_{\gamma}, \varphi}$  для необхідного формату ЕР  $\varphi$ . На першому етапі до шаблону застосовуються перетворювачі, які змінюють його, наповнюючи специфічною для даного ЕР інформацією. У результаті буде отримано образ ЕР у форматі  $\varphi_{int}$ , який відповідно до обраної формат-функції буде перетворено в необхідний формат  $\varphi$ .

### Висновки

Результатом роботи є формальна модель системи управління електронними ресурсами як основа для розробки системи інтеграційної взаємодії інформаційних систем. Основною властивістю СУЕР є можливість виступити в ролі об'єднуючої ланки, забезпечити інтеграцію різнорідних систем в єдиному інформаційному просторі як за рахунок можливості реєстрації довільних електронних ресурсів, які зберігаються у зовнішніх інформаційних системах, в СУЕР з наступною їх участю в бізнес-процесах, так і за рахунок надання можливості обміну будь-якими даними по різним протоколам.

Позитивними характеристиками запропонованої моделі СУЕР є:

- існування декількох форматів представлення ЕР робить СУЕР доступною для великої кількості різних типів клієнтів без потреби дублювання описання колекцій ЕР;
- формат-функції є єдиним інформаційним джерелом, яке має мінімальну надлишковість, що полегшує їх модифікацію;
- добавлення нового формату представлення ЕР заключається у визначенні форматів для відповідних колекцій СУЕР.

### Список літератури

1. Палагин А.В., Петренко Н.Г. Системно-онтологический анализ предметной области // УСиМ. – 2009. – № 4. – С.3-14.
2. Алиев Р.А., Абдикеев Н.М., Шахназаров М.М. Производственные системы с искусственным интеллектом. – М: Радио и связь. 1990. – 264 с.
3. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 176 с.
4. Guarino N. Formal Ontology and Information Systems / N. Guarino // Formal Ontology in Information Systems : (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications) : proceedings. — Amsterdam : IOS Press / Ohmsha, 2008. – P. 3-15.
5. Клещев А.С., Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 1. Существующие подходы к определению понятия «онтология». // Научно-техническая информация, серия 2 «Информационные процессы и системы», 2001. – № 2. – С. 20–27.
6. Клещев А.С., Артемьева И.Л. Математические модели онтологии предметной области. Часть 2. Компоненты модели. // Научно-техническая информация, серия 2 «Информационные процессы и системы», 2001. – № 3. – С. 19–28.