

ФОРМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ОНТОЛОГІЙ

У статті розглядаються питання щодо використання конструктивних властивостей теорії онтологій при проектуванні та побудові класифікаторів інформаційно-аналітичних систем на основі таксономій як певного типу комп'ютерних онтологій. Визначаються певні моделі таксономій та їх застосування при вирішенні завдань ІАС. Описуються механізми формування множини таксономій та ієрархій на основі певних властивостей концептів онтологій. Наводиться приклад ІАС, яка орієнтована на вирішення задач паспортизації сільських територій.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система, онтологія, властивість, ієрархія, таксономія, знання.

Головним завданням будь-якої інформаційно-аналітичної системи (ІАС) є отримання інформації – тобто управління інформаційними потоками, та її перетворення, обробка і аналіз – тобто управління інформаційними процесами [1]. Управління процесами обробки інформації у середовищі ІАС реалізується на основі використання певних ієрархій, які відображають властивості інформаційних процесів, що складають операційне середовище системи. Від оптимального визначення та динаміки формування ієрархій взаємодії компонентів операційного середовища ІАС певним чином залежить ефективність її використання. Тому дуже важливо мати певні інструменти, за допомогою яких можливо досить ефективно спроектувати та реалізувати механізми управління ієрархією, яка відображає взаємодію усіх компонентів ІАС.

Одним з таких інструментів може бути онтологічна модель [2, 3, 6], яка у своїй інформаційній основі має механізм динамічного формування та використання ієрархій у вигляді певних таксономій [4]. Онтологія деякого операційного середовища в загальному випадку формально представляється впорядкованою трійкою:

$$O = \langle X, R, F \rangle, \quad (1)$$

де X, R, F - кінцеві множини відповідно:

X – концептів (понять, термінів) предметної області (ПрО), на основі яких формується предметна складова операційного середовища ІАС;

R – відношень та властивостей між ними (будемо вважати, що властивості є інтерпретацією відношень, тобто існує перетворення, яке кожному відношенню встановлює відповідність певної властивості);

F – функцій інтерпретації (визначень) X та/або R , які складають функціональну частину операційного середовища ІАС.

Тоді певна таксономія може бути створена певною непустою множиною відношень упорядкованості R_t , де $R_t \subset R$. $|R_t \neq \emptyset$

$$R_t = \{t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_n \mid t_i = \prod_1^n x_k * x_m \mid x \in X, k \neq m, k \leq n, m \leq n\} \quad (2)$$

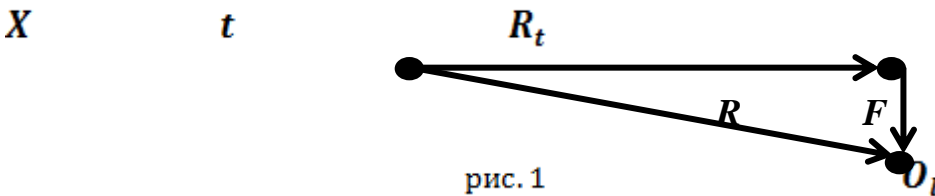
Причому множина $\prod_1^n x_k * x_m$ має властивість асоціативності [5, 6].

Тоді під таксономією у контексті застосування множин онтологій у процесі створення ІАС можливо розглядати певну множину концептів онтології, які завжди мають бінарне не комутативне відношення, яке можливо інтерпретувати як властивість **бути елементом певного класу**. Причому з цих онтологій також можливо утворення упорядкованої множини, елементи якої також мають бінарну не комутативну властивість **бути елементом певної онтології**.

У формалізованому вигляді це буде виглядати наступним чином:

$$\begin{aligned} & (\exists(x_i \times x_j = t_k) \mid \forall x_{i,m} \in X \rightarrow \exists t_{i,m} \in R_t) \Rightarrow \\ & \Rightarrow (\exists O_l \subset \prod_1^k O_l \mid O_i \times O_j = t_k) \end{aligned} \quad (3)$$

Це твердження можливо представити у наступній інтерпретації – множини тавтологій і тверджень створюють певні категорії [5], властивості концептів, які створюють ці тавтології і твердження також створюють категорію. Онтології, які створюються цими концептами та властивостями, також створюють певну категорію. І між цими категоріями завжди існує морфізм (рис. 1) [5].



Комутативна діаграма, яка представлена на рис. 1, показує, що усі концепти створюють за своїми властивостями множину певних класів. Усі твердження, які можуть бути сформовані з концептів, що створюють клас на основі певної означеної властивості, повинні бути тавтологіями [6], і на їх основі створюється певна множина онтологій, усі елементи якої мають властивість – **бути елементом певної онтології**.

На основі тавтологій, як представників класів, які створюються концептами онтологій операційного середовища ІАС, може бути створена система класифікації, яка, як і будь-яка

система, повинна представляти певну ієрархію, кожен з елементів якої, у свою чергу, має внутрішню структуру (елементи внутрішньої структури та їх зв'язки) і взаємодіє із зовнішнім середовищем. Якщо перекласти це мовою класифікацій, то внутрішня структура – це угруповання об'єктів класифікації, зв'язки внутрішньої структури – це взаємне співвідношення угруповань об'єктів класифікації, а взаємодія із зовнішнім середовищем – це взаємозв'язки між класифікаційними угрупованнями різних концептів. У взаємозв'язках ж є два аспекти взаємозв'язку угруповань:

- структурний – входження об'єктів класифікації до операційного середовища ІАС на основі бінарних відношень та властивостей;
- лексико-семантичний – формування певних множин тверджень-висловлювань, які є тавтологіями відносно проблем, які вирішуються в операційному середовищі ІАС.

Практично завдання створення системи класифікації в ІАС зводиться до поєднання класифікацій на структурному та лексико - семантичному рівнях:

1) при взаємодії з однорідними класифікаціями найчастіше просто вихідна класифікація ІАС розширюється:

– додаються нові показники, у вигляді тавтологій, в існуючі розділи, підрозділи і т.д. з присвоєнням нових кодів згідно із системою кодування, прийнятою в ІАС ;

– додаються нові розділи, підрозділи і т.д. також у вигляді тавтологій;

2) при взаємодії з різнорідними класифікаторами, які базуються на інших словниках, показники мають інший сенс і т. п., необхідно розглядати кожен окремий елемент класифікацій.

Тобто такі класифікатори можливо розглядати як упорядковані множини тавтологій, на основі яких можуть бути створені таксономії операційного середовища ІАС.

Будь-яка ІАС забезпечує вирішення певного набору задач проблемних ситуацій з набором заданих цілей, які можуть бути представлені у вигляді кортежу [7]:

$T = \langle K, K^*, Aim \rangle$, K – модель ПрО, яка відображає проблемну ситуацію;

K^* – кортеж станів ПрО, які актуалізуються на кожному кроці досягнення цілей;

$K^* = \langle K_0, K_1, \dots, K_i, \dots, K_n \rangle$, $Aim = F \times R$ – набір цілей.

Тоді процес вирішення задачі може являти собою певну послідовність упорядкованих тавтологій, кожна з яких наслідуює усі властивості концептів, які складають тавтологію, що їй безпосередньо передуює. У введений нами формалізації цей процес можливо представити у наступному вигляді:

$$I = \langle K, K^*, F \times R, X, R_i, F, A, (X \times R_i \times R_s, R^+ \times R_i) \rangle, \quad (4)$$

A – множина аксіом; R_s – множина обмежень; $R_s = R^+ \times R$; R_s – може бути розглянуто як замикання відношень R_i ; R^+ – множина властивостей, які можуть характеризувати елементи множини таксономій – R_i .

Тоді множину станів вирішення задачі I можливо розглядати як послідовність упорядкованих тавтологій, які визначають множину можливих таксономій як функціональних компонентів операційного середовища ІАС.

Типова ІАС може бути створена певним набором тавтологій, які формуються на основі класів, що створено ієрархічною структурою концептів-об'єктів. Ці тавтології створюють класи, які і визначають тематику завдань ІАС.

Розглянемо ІАС, яка забезпечує вирішення проблем паспортизації в аграрному секторі України. Її первинну таксономію, а тому й онтологію, будуть складати адміністративні одиниці – область, район, сільрада, село. Кожна з цих одиниць має складну структуру і також може бути представлена певними онтологіями, які мають властивість асоціативності. Тобто вони можуть бути визначені як класи, де концептами є певні характеристики сільської місцевості.

Онтологія такої ІАС може бути представлена у наступному вигляді, згідно з вищевизначеним формалізмом.

$$O_{iac} = ((W, D, P, Z), R_t, F) \quad (5)$$

де $(W, D, P, Z) = X$

W – клас концептів державного рівня, D – класи концептів обласного рівня, P – класи концептів рівня сільради, Z – класи концептів рівня село;

R_t – множина таксономічних відношень;

F – множина функцій, які забезпечують вирішення задач T_{iac} .

$$\text{Зрозуміло, що } Z \subset P \subset D \subset W \quad (6)$$

Властивість асоціативності для класів W, D, P, Z може бути визначена на основі застосування формул (2) і (6).

Тоді завдання, які спроможна вирішувати ІАС, можуть бути визначені у наступному вигляді:

$$T = ((W, D, P, Z), A, R_t, F, F \times R_t) \quad (7)$$

Розглядаючи процес рішення завдань ІАС, у площині використання певної сукупності знань, застосуємо положення теорії управління економікою знань [10] стосовно визначених класів, формули (5)–(7). Згідно з одним з положень вказаної роботи, сума структурних чисел $W+D+P+Z$ дає довжину шляху доступу до об'єкту, а середнє значення довжини доступу по всіх об'єктах визначає ентропію (ступінь порядку) системи об'єктів паспортизації сільської місцевості, що складають операційне середовище ІАС.

Таким чином, для формування онтології адміністративної системи управління державного рівня досить визначення 4-х класів. Причому ці класи за властивостями своїх концептів

мають властивість асоціативності і тому можуть складати категорії виду, які відображено на рис. 1. Тобто певний об'єкт паспортизації і усі його властивості однозначно можуть бути визначені у операційному середовищі ІАС.

Це правило назвемо **правилом структурного індексу**. Мова йдеться про означення сукупності символів, які будемо називати структурним індексом, якому надається знак α – «структурний індекс», по аналогії із знаком № – «порядковий номер» в упорядкованому переліку об'єктів, наприклад в базі даних. Ці символи – суть імена концептів онтології ІАС.

Символи (перший рівень ієрархії складається з одного елемента і окремої позначки не потребує). Для переліку елементів в класі потрібно більше 30 символів, для цього підходить поєднання цифр та літер латинського алфавіту, яке загальноприйнято в шістнадцятирічній системі числення і використано в роботі [9]. В цій системі використовуються всі десять цифр, 26 великих та 26 маленьких літер латинського алфавіту, всього 62 символи. Тобто обрано наступний ряд символів: «0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p r s t u v w x y z». Для однозначності далі будемо його називати: «ряд 62». Таким чином, для створення бази знань адміністративно-територіального поділу сільських поселень України множина понять предметної області ПрО складається з класів чотирьох рівнів ієрархії – $\{W, D, P, Z\}$, кожен з яких включає в себе імена об'єктів у символічному вигляді, і кожен символ може приймати певне значення з ряду 62. Використовуючи таку систему, області України отримують наступні структурні індекси:

Таблиця 1 – Структурні індекси областей України

Структурний індекс	Об'єкт	Структурний індекс	Об'єкт
$\alpha 1000$	Автономна Республіка Крим	$\alpha D000$	Львівська область
$\alpha 2000$	Вінницька область	$\alpha E000$	Миколаївська область
$\alpha 3000$	Волинська область	$\alpha F000$	Одеська область
$\alpha 4000$	Дніпропетровська область	$\alpha G000$	Полтавська область
$\alpha 5000$	Донецька область	$\alpha H000$	Рівненська область
$\alpha 6000$	Житомирська область	$\alpha I000$	Сумська область
$\alpha 7000$	Закарпатська область	$\alpha J000$	Тернопільська область
$\alpha 8000$	Запорізька область	$\alpha K000$	Харківська область
$\alpha 9000$	Івано-Франківська область	$\alpha L000$	Херсонська область
$\alpha A000$	Київська область	$\alpha M000$	Хмельницька область
$\alpha B000$	Кіровоградська область	$\alpha N000$	Черкаська область
$\alpha C000$	Луганська область	$\alpha O000$	Чернівецька область
		$\alpha P000$	Чернігівська область
		$\alpha Q000$	Місто Київ
		$\alpha R000$	Місто Севастополь

Як показано на рис. 2, с. Гвоздів має Структурний індекс $\alpha A7C1$, що означає: с. Гвоздів є першим по списку селом Гвоздівської сільської ради, яка має Структурний індекс $\alpha A7C0$ і є

дванадцятою по списку сільських рад Васильківського району, який має Структурний індекс $\alpha A700$ і є сьомим районом по списку Київської області, яка має Структурний індекс $\alpha A000$ і є 10-ою областю України.

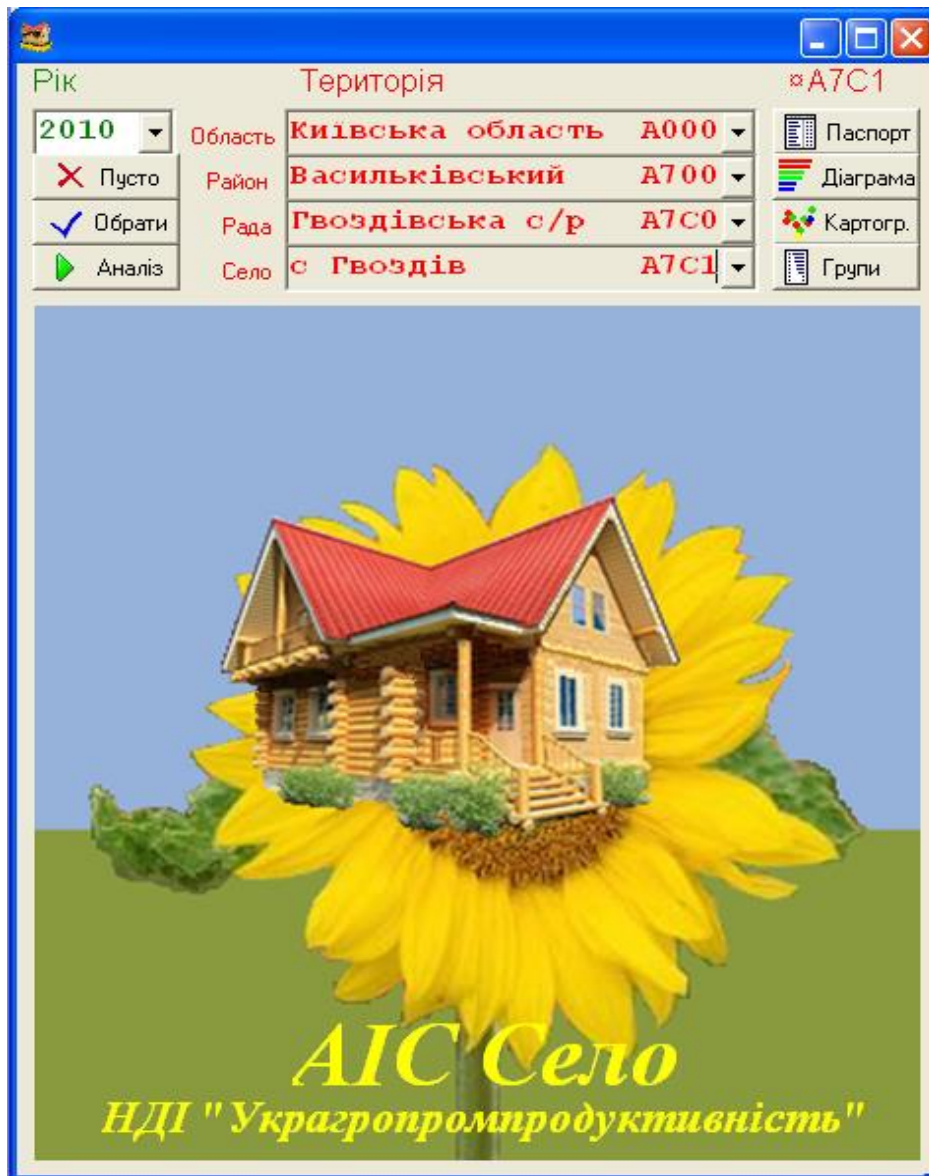


Рис. 2 – Панель АІС «Село», де обрано с. Гвоздів, Васильківського району, Київської області

Таким чином ми робимо числення всіх населених пунктів України з точним вказуванням його адміністративного підпорядкування.

Запропоновану структуру знань покладено в основу аналітичної інформаційної системи «Село» паспортизації сільських територій. Викладено парадигму управління сільськими територіями [10]. В якості механізму управління сільськими територіями запропоновано механізми вибору та оптимізації на основі аналізу властивостей об'єктів паспортизації, які викладено у нормативних документах [11, 12].

Розроблена система у вигляді Структурних індексів добре зарекомендувала себе в АІС «Село» для аналітичного оброблення інформації паспортів сільських населених пунктів і має бути запропонована для використання в усіх галузях сільського господарства на рівні рішення Міністерства аграрної політики і на рівні Кабінету Міністрів України.

Висновки. Запропоновано зміну парадигми управління сільськими територіями на всіх рівнях, від державного через регіональний і врешт до місцевого самоврядування. В якості механізму управління сільськими територіями запропоновано систему знань, яка формується на основі онтологій задач, які повністю описують устрій, структуру та функції адміністративно-територіального управління сільськими територіями України. Запропоновану структуру знань покладено в основу аналітичної інформаційної системи «Село» паспортизації сільських територій.

Список використаної літератури

1. Белов В.С. Информационно-аналитические системы. Основы проектирования и применения: учебное пособие, руководство, практикум / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2005. – 111 с.
2. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
3. Guarino N., The Ontological Level. In: Casati R., Smith N. and White G. (eds.), *Philosophy and the Cognitive Sciences*, Vienna: Holder-Pichler-Tempsky, 1994.
4. Шаталкин А.И. Таксономия. Основания, принципы и правила. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 600 с.
5. Букур И., Деляну А. Введение в теорию категорий и функторов. М.: Мир, 1972. – 259 с.
6. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. – М. Наука, 1971. – 320 с.
7. Кантор Г. Труды по теории множеств. – Москва: Наука, 1985.
8. Стрижак О.Є. Онтологічний інтерфейс як засіб представлення інформаційних ресурсів в ГІС-середовищі / Попова М.А., Стрижак О.Є. // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия «География». Том 26 (65). 2013 г. № 1, С. 127–135.
9. Бендас Т.В. Гендерная психология: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2005. – 431 с.
10. Кучеров О.П. Теорія управління економікою знань. – К.: НДІ «Укргропромпродуктивність», 2008. – 260 с.
11. Європейська Хартія місцевого самоврядування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=994_036.
12. Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» / Верховна Рада України. – К.: Парламентське вид-во, 2010. – 80 с.

Стаття надійшла до редакції 05.03.13 українською мовою

© О.П. Кучеров, А.Е. Стрижак

**ФОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СРЕДЫ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ**

В статье рассматриваются вопросы использования конструктивных свойств теории онтологий при проектировании и построении классификаторов информационно-аналитических систем на основе таксономий как типа компьютерных онтологий. Определяются определенные модели таксономий и их применение при решении задач ИАС. Описываются механизмы формирования множества таксономий и иерархий на основе определенных свойств концептов онтологии. Приводится пример ИАС, ориентированной на решение задач паспортизации сельских территорий.

© O.P. Kucherov, O.E. Stryzhak

**FORMATION OF THE OPERATING ENVIRONMENT OF INFORMATION ANALYSIS
SYSTEMS BASED ON ONTOLOGIES**

The article is devoted to the use of structural properties of the theory of ontology in the design and construction of classifiers information and analytical systems based on taxonomies as a particular type of computer ontologies. Identify specific model taxonomies and their use in solving the IAS. Describe the mechanisms of multiple taxonomies and hierarchies based on certain properties of ontology concepts. An example of IAS, which is focused on solving certification rural areas.