

УДК 005.94 + 004.9 + 519.7

О. Є. СТРИЖАК, М. А. ПОПОВА

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України***ФОРМУВАННЯ ТАКСОНОМІЙ ШАРІВ КАРТ В ГІС-СЕРЕДОВИЩАХ
НА ОСНОВІ ОНТОЛОГІЙ НАТУРАЛЬНИХ СИСТЕМ**

У статті розглядаються питання використання конструктивних властивостей теорії натуральних систем при проектуванні та побудові комп'ютерних онтологій у певних системах вирішення задач. Визначаються структурні компоненти онтологій, які найбільш повно можуть бути представлені у вигляді натуральних систем. Описуються механізми формування множини таксономій та ієрархій на основі певних властивостей концептів тематичних онтологій. Наводиться методика застосування комп'ютерних онтологій на прикладі створення тематичних шарів карт в ГІС-середовищі на основі тематичної онтології.

Ключові слова: онтологія, властивість, ієрархія, таксономія, тавтологія, задача, геоінформаційна система.

Вступ

Швидке зростання тематичних обсягів інформації, необхідність її більш якісної обробки та засвоєння потребують використання методів та засобів добування інформації та перетворення її в таку форму, з якою буде зручніше працювати на всіх етапах розв'язування задач. Головна мета такого перетворення – знаходження за потрібною тематикою, обробка та аналіз «хаотичної» інформації за допомогою мережних інструментів, які дозволяють виявляти властивості об'єктів задач та логічні закономірності між описаними поняттями. Представлена належним чином інформація дозволяє побачити ті додаткові приховані закономірності, які не вдається виявити іншими методами [1-6].

Таким чином, актуальною є задача ідентифікації, підтримки і управління семантичними зв'язками між просторово-розподіленими об'єктами реального світу, виявлення та створення топологічних структур їх відображення та створення нових об'єктів, зв'язків, ув'язування нових атрибутів, що можуть бути використані при аналітичній обробці інформації. Такі топологічні структури можуть використовуватися при формуванні інформаційного середовища корпоративних систем (КС), мережні інструменти яких забезпечують пошук, формулювання, формування, структурування та подання інформації і повідомлень, з яких в подальшому формуються знання та приймаються відповідні рішення.

1. Базові визначення

Діяльність експертів у корпоративному інформаційному середовищі може бути представлена у

вигляді системи {дія → результати}. Вказаний тип системи може бути визначено як натуральний – S_N [2]. Будь-яка натуральна система може бути представлена за умови існування не пустої множини можливих наборів дій – F [2-6]. Множину F далі будемо розглядати в якості кінцевої множини функцій інтерпретації, яка задана на певній предметній області (ПрО). Предметну область безпосередньо складають певні концепти та їх властивості.

Концепти складають множину

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n\},$$

а множина властивостей R утворюється множиною декартових добутків множини X самої на себе $R = \prod_1^n X_i$.

Тоді множина F може бути утворена декартовим добутком множин X і R – $F = X \times R$ [7-9].

Тоді завжди можна знайти певний набір дій $F_k \subset F$ таких, що завжди існує хоча б одне непусте $f^i \in F_k$ таке, що існує також набір концептів X_j , для яких $f^i(x_1, \dots, x_n) \in F_k$. Тобто для елементів множини концептів X завжди знайдеться відповідний непустий набір дій з множини F . Згідно [2] такі множини можуть бути або замкнуті, або відкриті. Надалі ми будемо розглядати відкриті множини дій, тому що для кожної множини властивостей R у натуральній системі можливе визначення більш нового концепту x_{n+1} для множини X такого, що існує додаткова властивість r' , яка забезпечує виконання правила $f^i(x_1, \dots, x_n, x_{n+1}) \in F_k$. Такий набір дій ми будемо згідно роботи [2] визначати як узгоджений.

Значимо, що якщо всі непусті декартові добутки множин X і R утворюють певну підмножину тавтологій $F_t \subset F$, то на множині дій F можливо задати певну множину висловлювань, яка також утворює натуральну систему. Конструктивним у визначенні натуральної системи є той факт, що усі наведені множини утворюють певну онтологію:

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

яка фактично задає первинні умови – $\bar{R} \subset R \mid R = X \times X$ – існування систем такого типу. Тобто завжди можливо визначити умови \bar{R} , коли будь-яка онтологія буде складати натуральну систему.

Тобто, будь-яка онтологія O , яка утворюється натуральною системою, може бути утворена на основі певної системи висловлювань.

Назвемо таку властивість онтологій пластичним перетворенням. Властивість пластичності дозволяє стверджувати наступне: для довільної натуральної системи завжди існує непуста множина тавтологій, яка може бути поширена більш новою тавтологією. Таким чином, при використанні певних онтологій можна виконувати підстановку множин висловлювань, які задаються на множині концептів онтології і які є тавтологіями. Це твердження може бути перефразоване наступним чином: якщо певна онтологія є натуральною системою, то завжди є певна непуста множина висловлювань, яка утворюється концептами цієї онтології за умови, що ці концепти пов'язані між собою бінарними відношеннями виду:

$$r^m \left(x_i^j, x_i^k \mid x_i^j \in X_i; x_i^k \in X_i; r^m \in R \neq \emptyset \right). \quad (2)$$

Як бачимо, ми побудували певну нормальну систему у вигляді онтології деякої ПрО. Слід відзначити, що комп'ютерна онтологія предметної області, як визначається у роботах [4, 6-14], це:

– ієрархічна структура скінченної множини понять, що описують задану предметну область;

– структуру онтології можливо представити у вигляді орієнтовного дводольного графу (онтографу), вершинами якого є концепти онтології (поняття ПрО), а дугами – бінарні властивості концептів (семантичні відношення між поняттями ПрО);

– поняття і відношення інтерпретуються відповідно до загальнозначущих функцій інтерпретації, взятих з електронних джерел знань заданої ПрО;

– визначення концептів та їх властивостей (понять і відношень) виконується на основі тавтологій (аксіом) і умов-обмежень їх області дії (правил використання/застосування концептів на основі їх властивостей);

– завжди існує формальна система, за правилами нотації якої можна описати правила формування онтографу;

– функції інтерпретації та аксіоми можуть бути описані за правилами нотації формальної теорії.

Виділимо умовно 5 наступних типів онтологій

$X = \emptyset, R = \emptyset, F = \emptyset$ – неструктурований текст;

$X \neq \emptyset, R = \emptyset, F \neq \emptyset$ – глосарій;

$X \neq \emptyset, R \neq \emptyset, F = \emptyset$ – таксономія;

$X \neq \emptyset, R = \emptyset, F = \emptyset$ – проста онтологія;

$X \neq \emptyset, R \neq \emptyset, F \neq \emptyset$ – активна онтологія.

Якщо до них застосувати наведене вище визначення натуральної системи, то можна зробити наступний висновок: тільки активна онтологія є натуральною системою. Інтуїтивно це стає очевидним за рахунок того, що натуральна система повинна включати в себе непусті множини концептів, властивостей та дій (функцій інтерпретацій). Тільки активна онтологія задовольняє цій умові. На основі цього факту можливе формулювання наступного модального твердження: необхідною умовою визначення онтології, як натуральної системи, є умова можливого включення до кожної складової множини семантично значущих концептів, їх властивостей та предметних інтерпретацій. Під семантичною значимістю будемо розуміти наступне: відповідний елемент є семантично значущим, якщо його можна включити в конструкцію певної тавтології. Конструкція певної тавтології включає як мінімум концепт, його властивості і висловлювання, ці властивості можуть бути використані у певній послідовності дій.

2. Онтології задач (уточнення)

Розглянемо ще одну категорію, яка певною мірою належить до процесу перетворення {дія → результати} і включає в себе поняття задача. Поняття задача, в свою чергу, включає в себе наявність проблемної ситуації в термінах певної онтології і може бути визначена наступним чином [14]:

Задача проблемної ситуації з набором заданих цілей може бути представлена у вигляді кортежу

$$T = \langle K, K^*, Aim \rangle, \quad (3)$$

де K – модель ПрО, яка відображає проблемну ситуацію;

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

$$K^* = \langle K_0, K_1, \dots, K_i, \dots, K_n \rangle, \quad (4)$$

$Aim = F \times R$ – 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 введених нами формалізації цей процес можна представити у наступному вигляді:

$$I = \langle K, K^*, F \times R, X, R, F, A, (X \times R \times R_s, R^+ \times R) \rangle, \quad (5)$$

де R_s – множина обмежень; $R_s = R^+ \times R$;

R_s – може бути розглянуто як замикання відношень R ;

R^+ – множина властивостей, які можуть характеризувати елементи множини R .

Тоді множину станів вирішення задачі I можливо розглядати як послідовність упорядкованих тавтологій.

Введення категорії упорядкованість до онтологій і натуральних систем потребує визначення категорії таксономія. Під таксономією у контексті деяких онтологій, як натуральних систем, будемо розуміти певну множину концептів онтології, які мають бінарну властивість *порядковий*, яка може інтерпретуватися наступним чином – бути наступним, бути поточним, бути найближчим.

Далі ми будемо розглядати таксономії, за допомогою яких можливе утворення тавтологій, які включають усі концепти, що мають бінарну властивість *порядковий*.

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

$$R_t = \left\{ \begin{array}{l} t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_n \mid t_i = \prod_1^n x_k \times x_m \\ \mid x \in X, k \neq m, k \leq n, m \leq n \end{array} \right\} \quad (6)$$

При чому множина $\prod_1^n x_k \times x_m$ має властивість асоціативності [5,6].

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

У формалізованому вигляді це буде виглядати наступним чином:

$$\begin{aligned} & (\exists (x_i \times x_j = t_k) \mid \forall x_{l,n} \in X \rightarrow \exists t_{l,m} \in R_t) \Rightarrow \\ & \Rightarrow (\exists O_1 \subset \prod_1^k O_i \mid O_i \times O_j = t_k). \end{aligned} \quad (7)$$

Це твердження можна представити у наступній інтерпретації: множини тавтологій і тверджень створюють певні категорії [1-7]. 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 [7] (рис. 1).

Комутативна діаграма, яка представлена на рис. 1, демонструє, 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, і на їх основі створюється певна множина онтологій, усі елементи якої мають властивість – бути елементом певної онтології [8].

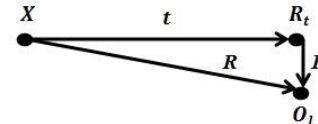


Рис. 1. Комутативна діаграма таксономії, яка створена концептами, їх властивостями й онтологією, яку вони складають

На основі тавтологій, як представників класів, які створюються концептами онтологій операційного середовища КС, 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 з зовнішнім середовищем – це взаємозв'язки між класифікаційними угрупованнями різних концептів. У взаємозв'язках є два аспекти угруповань:

– структурний – входження об'єктів класифікації до операційного середовища КС на основі бінарних відношень та властивостей;

– лексико-семантичний – формування певних множин тверджень-висловлювань, які є тавтологіями відносно проблем, які вирішуються у операційному середовищі КС.

Практично завдання створення системи класифікації інформаційних процесів у середовищі КС зводиться до поєднання класифікацій на структурному та лексико-семантичному рівнях:

1) при взаємодії з однорідними класифікаціями найчастіше проста вихідна класифікація КС розширюється:

а. додаються нові показники, у вигляді тавтологій, в існуючі розділи, підрозділи тощо з присвоєнням нових кодів згідно системи кодування, прийнятої в КС;

б. додаються нові розділи, підрозділи тощо також у вигляді тавтологій;

2) при взаємодії з різнорідними класифікаторами, які базуються на інших словниках, показники мають інший сенс тощо, необхідно розглядати кожен окремих елемент класифікації.

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

Будь яка КС забезпечує вирішення певного набору задач проблемних ситуацій з набором заданих цілей, які можуть бути представлені у вигляді (3-5).

Тоді множину станів вирішення задачі І виду (5) можна розглядати як послідовність упорядкованих тавтологій, які визначають множину можливих таксономій, як функціональних компонентів операційного середовища КС. З цього зробимо наступний висновок: довільну КС, яка описана певною множиною онтологій $\{O\}$ виду (1), можливо представити у вигляді послідовності станів довільної натуральної системи S_N , які мають вигляд послідовностей упорядкованих тавтологій, кожна з яких наслідуює усі властивості концептів, які створюють ці онтології.

Типова КС 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 КС.

Тоді послідовність процесу вирішення задачі І може бути представлена певною таксономією, яка відображає структуру взаємовідношень тавтологій.

Будь-яку таксономію можна представити навантаженим дводольним графом [12].

$$G = (V_1 \cup V_2, E), \quad (8)$$

де $V_1 \cap V_2 = \emptyset$, вершини з V_1 розмічені іменами предикатів, а вершини з V_2 – іменами аргументів;

E – множина дуг (ребер). Дуги графа з'єднують вершини, помічені іменами предикатів, з вершинами, поміченими іменами аргументів.

Вершини з множини V_1 називаються вузлами-предикатами, вершини з V_2 – вузлами-концептами, а самі предикати – концептуальними предикатами.

Висловлювання формується на основі композиції вершин, інцидентних до одного ребра.

Алгоритм формування:

1. Визначається перша вершина (ліва або права) за напрямком відношення, якщо воно не комутативне.

2. Обирається ліва/права вершина та інцидентне ребро.

3. Обирається права/ліва вершина з інцидентним ребром, яке має ліву/праву вершину.

4. Дводольний граф визначається як висловлювання.

Обчислюється значення висловлювання: істинність – вершини включаються до множини тавтологій, хибність – вершини не входять до цієї множини.

Алгоритм формування тавтологій як множини істинних висловлювань може бути представлений у загальному вигляді нормального алгоритму Маркова [16].

Візуалізація інформації у вигляді ієрархічного графу допомагає:

- швидко знаходити потрібний елемент в ієрархії;
- розуміти зв'язок елемента з контекстом;
- забезпечувати можливість прямого доступу до інформації при вершинах.

Мережевий граф може виступати не лише засобом організації інформації. Розширюючи його традиційні функції завдяки відображенню у вигляді просторово упорядкованої множини тавтологій, граф можна перетворити на середовище, в якому забезпечується активна робота з розподіленими інформаційними ресурсами на основі використання методів натуральних систем.

3. Методика застосування

Розглянемо в якості прикладу КС геоінформаційну систему (ГІС), у середовищі якої розв'язуються задачі, пов'язані з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних факторів і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій [17]. Розвиток геоінформаційних систем пов'язаний з необхідністю спільної обробки об'ємів просторової і непросторової інформації, складніших процесів обробки взаємозв'язаної різнопланової інформації, її інтеграції й взаємодії з іншими різними за призначенням системами. Додаткові вимоги знаходження кращих рішень, зручності, продуктивності, надійності і вартості також вимагають розробки і розвитку адекватних моделей.

Таксономії у середовищі ГІС, які забезпечують групування класів об'єктів онтології Про, відповідають шарам тематичної карти, а самі об'єкти, які входять до відповідного класу, – об'єктам шару. Таксономія об'єктів онтології, що відповідає легенді карти, формується на основі встановлення відношень між поняттями та класами «частина – ціле».

Визначимо наступні таксономії:

Рослини:

- Дерев'янисті,
- Кущі,
- Трав'янисті,
- Кімнатні.

Об'єкти антропогенного навантаження:

- Завод,
- Фабрика,
- Комбінат,
- Станція:
 - ГЕС,
 - ЕС,
 - АЕС,
- Підстанція,
- Місця видобутку корисних копалин,
- Майстерня,
- Склад,
- Споруди і об'єкти спеціального призначення,
- Сільськогосподарські об'єкти.

Об'єкти природно-заповідного фонду:

- природний заповідник,
- біосферний заповідник,
- національний природний парк,
- регіональний ландшафтний парк,
- заказник,
- пам'ятка природи,
- заповідне урочище,
- ботанічний сад,
- дендрологічний парк,
- парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва,
- зоологічний парк.

Установа освіти:

- Школа,
- Ліцей,
- Гімназія,
- Колегіум,
- Відділення МАН,
- Гурток.

Тобто, на основі декларування приналежності поняття до класу онтології, встановлюється приналежність об'єкту до тематичного шару карти. Тоді множина усіх допустимих тавтологій складається з тверджень щодо приналежності концептів-понять до певної таксономії. Тавтології формуються на основі зв'язування концептів класів, які мають імена наведених вище таксономій (рис. 2).

Структура даної таксономії наведена на рис. 3.

Як ми бачимо на рис. 4, легенда карти включає в себе тематичні шари, аналогічні за назвою таксономіям, як класам понять онтології, та об'єкти шарів, аналогічні поняттям.

Опис об'єкту на карті обмежений полями атрибутивної інформації, а сервіс вкладень дозволяє прикріпити лише ту інформацію, що фізично наявна у користувача. Завдяки об'єднанню різних типів баз даних в онтології атрибути об'єктів можуть бути представлені не лише у табличному вигляді, а й у

текстовому, а також у вигляді гіперпосилань на розподілені в мережі інформаційні ресурси.

Тандем онтології та тематичної карти дозволяє розширяти та доповняти інформаційні описи понять-об'єктів на основі мережних інформаційних ресурсів, розподілених в Internet, а вбудована в онтологію пошукова машина – значно розширити уявлення про ПрО. Таке поєднання дозволяє створити єдине інформаційно-аналітичне середовище експерта, яке перманентно поповнюється доробками територіально розподілених користувачів різних напрямків досліджень (рис. 5).

В середовищі ГІС в легенді карти символи об'єктів (шаблони) тематичних шарів залишаються незмінними, а, отже, дізнатися, що об'єкт належить до множини об'єктів N, ми можемо лише переглянувши атрибутивну інформацію. Таксономія онтології може гнучко доповнюватися новими класами та поняттями, зберігаючи наочність сприйняття користувачем взаємозв'язків між елементами. Наприклад, всі дендрологічні парки на карті мають однаковий символ, його назва міститься в атрибутивній таблиці. З таксономії онтології ми бачимо, що конкретний об'єкт «Олександрія» є дендропарком та входить до класу об'єктів природно-заповідного фонду, що відповідає тематичному шару екологічної карти (рис. 6).

Заключення

Отже, використання онтологічного підходу до класифікації, систематизації та використання інформаційних ресурсів та інтеграції розподілених інформаційних моделей та систем на основі використання семантичних властивостей в ГІС-середовищі дає можливість кожному користувачеві виявляти принципово нові, раніше невідомі, взаємозв'язки, сприяє зміщенню акцентів із пасивних методів пошуку, орієнтованих на передачу інформації, до ширшого застосування активних методів аналізу проблем і пошуку рішень, співпраці користувачів та розробників тощо.

Такий підхід до розв'язання проблеми вибору виходить із природної здатності людей думати логічно й творчо, визначати події й встановлювати відношення між ними. Відзначимо, що людині властиві дві характерні ознаки аналітичного мислення: перша – уміння спостерігати й аналізувати спостереження; інша – здатність встановлювати відношення між спостереженнями, оцінюючи рівень взаємозв'язків між відношеннями, а потім – синтезувати їх в загальне сприйняття спостережуваного. Перераховане вище дає уявлення про принцип ідентичності й деконструкції, дискримінації, порівняльного судження й синтезу. Застосування онтологічних описів у цьо-

му технологічному ланцюгу забезпечує динамічне формування відповідних множин критеріїв для корпоративних систем підтримки прийняття рішень на основі використання властивостей концептів пред-

метних областей. Коректність та адекватність самого рішення повністю залежить від коректності і адекватності онтологічної моделі кожної предметної області.

№	Імена материнських вершин онтографу		Імена дочірніх вершин онтографу										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Екологічна карта	Тематичні шари карти	Рослини	Об'єкти антропогенного навантаження	Об'єкти природно-заповідного фонду	Установа освіти							
2	Рослини	Об'єкти шару "Рослини"	Дерев'янисті	Кущі	Трав'янисті	Кімнатні							
3	Об'єкти антропогенного навантаження	Об'єкти шару "Об'єкти антропогенного навантаження"	Завод	Фабрика	Комбінат	Станція	Місця видобутку корисних копалин	Майстерня	Склад	Споруди і об'єкти спеціального призначення	Сільськогосподарські об'єкти		
4	Станція	Об'єкти шару "Станція"	ГЕС	ЕС	АЕС	Підстанція							
5	Об'єкти природно-заповідного	Об'єкти шару "Об'єкти природно-заповідного"	природний заповідник	біосферний заповідник	національний природний парк	регіональний ландшафтний парк	заказник	пам'ятка природи	заповідне урочище	ботанічний сад	дендрологічний парк	парк-пам'ятка садово-паркового	зоологічний парк
6	Установа освіти	Об'єкти шару "Установа освіти"	Школа	Ліцей	Гімназія	Колегіум	Відділення МАН	Гурток					

Рис. 2. Таблиця класів, які формують відповідні таксономії

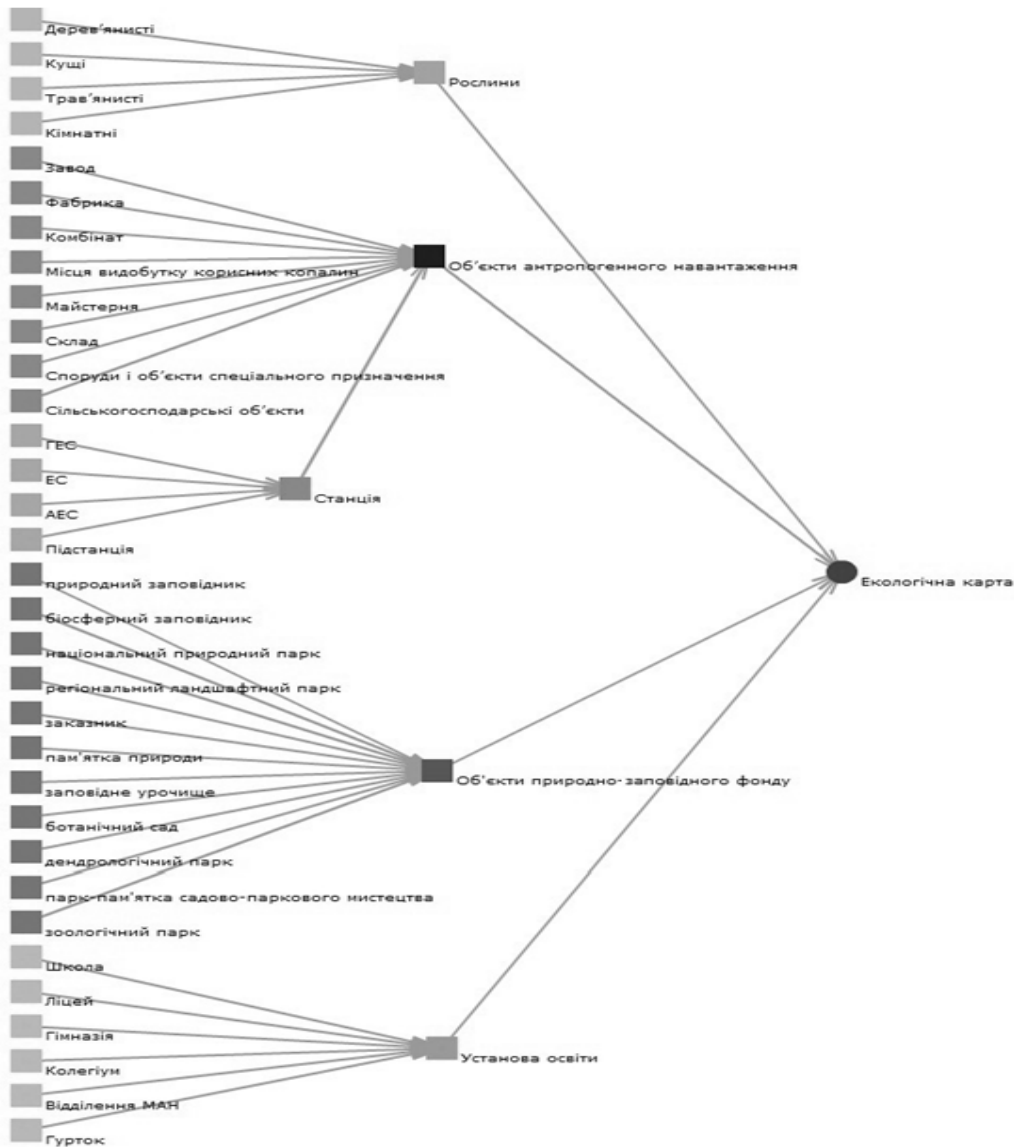


Рис. 3. Таксономія тематичних шарів карти у вигляді онтографу

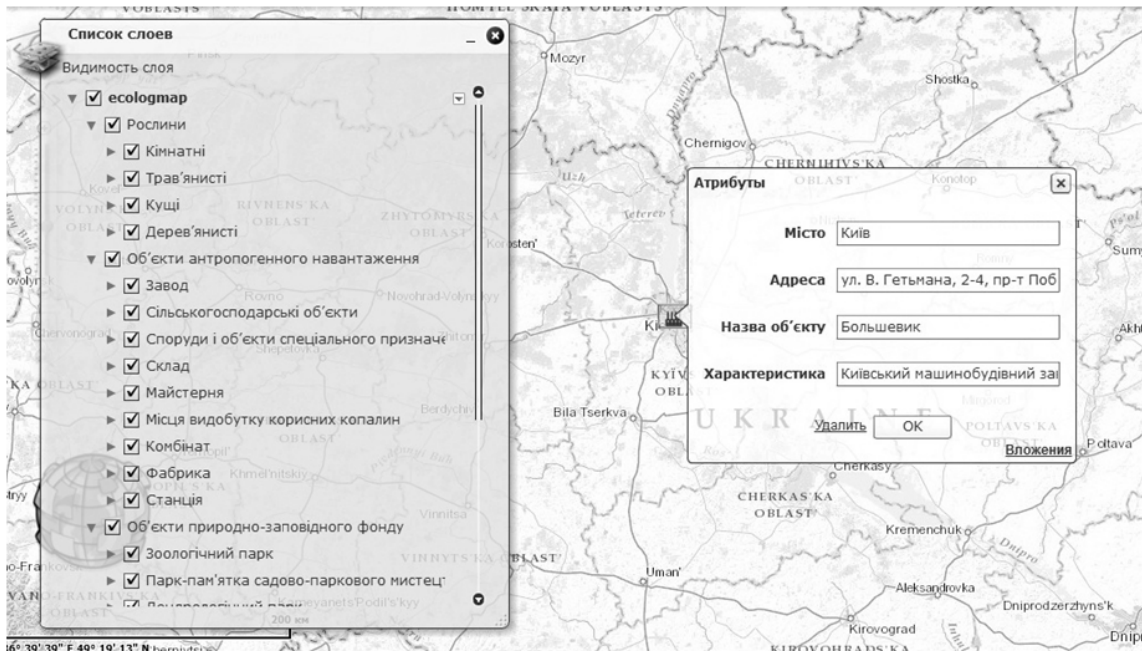


Рис. 4. Тематичні шари на легенді, аналогічні за назвою таксономіям, як класам понять онтології, та об'єкти шарів, аналогічні поняттям

Назва вершин онтографу	Текстова інформація або назва гіперпосилань	Гіперпосилання та системна інформація	
A	B	C	D
1	nodedata		
2	Екологічна карта	Екологічна ситуація	http://www.vlc.net.ua/PICTURES href
3	Екологічна карта	Перехід до Екологічної карти України	http://server1.inhost.com.ua/Ukraine href
4	Екологічна карта	Екологічне картографування — одна зі складових інформаційної системи екологічного управління, що ґрунтується на використанні топографічної інформації та спеціальних екологічних карт. Більшість екологічних проблем має просторовий характер і потребує картографічного відображення. Оцінка	текст text
5	Рослини	Рослини	http://upload.wikimedia.org/wikipedia href
6	Рослини	Зелені рослини — царство живих організмів. Назва була запропонована у 1981 році, щоб відрізнити представників царства від попереднього визначення рослин, які до того не створювали монофилетичну групу. Також царство відоме під назвою Chlorobionta або група Chlorophyta/Embryophyta. Більшість членів царства були включені до царства Рослини (Plantae) в 1866 Ернстом Геккелем. Представники царства — автотрофні організми, для яких є	текст text
7	Рослини	Онтологія "Червона книга України: Рослинний світ"	http://editor.inhost.com.ua/index.php href
8	Об'єкти антропогенного навантаження	Об'єкти антропогенного навантаження	http://trendymen.ru/images/old-life href
9	Об'єкти антропогенного навантаження	Навантаження антропогенне — ступінь прямого і опосередкованого впливу людей, господарства на природу в цілому та окремі її компоненти і елементи.	http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0 href
10	Станція	Станція	http://vip.lviv.ua/wp-content/uploads href
11	Станція	Електростанція (електрична станція) — промислове підприємство або комплект обладнання для вироблення електроенергії з різних форм первісної енергії.	http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0 href
12	Об'єкти природно-заповідного фонду	Об'єкти природно-заповідного фонду	http://ecozakarpat.gov.ua/wp-content href
	Об'єкти	Природно-заповідний фонд України — ділянки суші і водного простору, природні комплекси та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову,	

Рис. 5. Таблиця формування переліку мережних інформаційних ресурсів

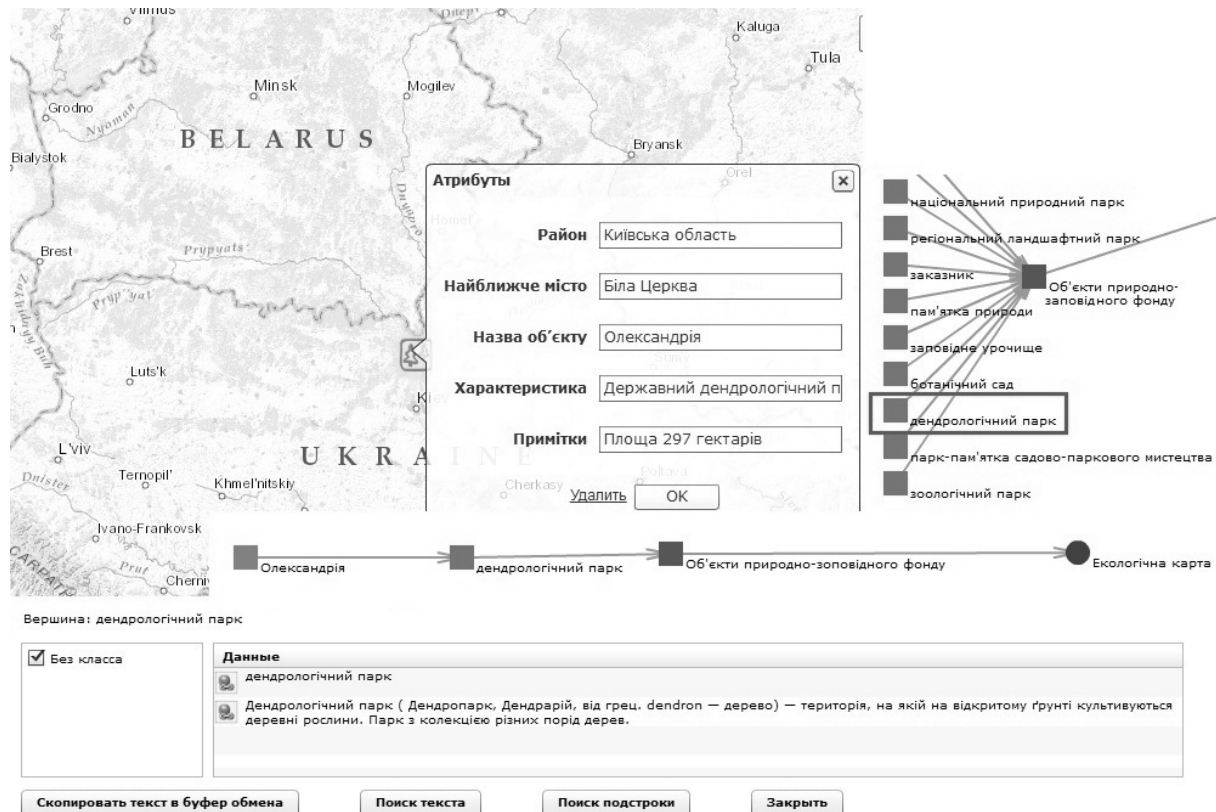


Рис. 6. Відображення інформаційного розширення легенди карти

Література

1. Конноли, Т. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика, 2-е изд. [Текст] : пер. с англ. / Т. Конноли, К. Бегг, Н. Страчан. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2001. – 1120 с.

2. Малишевский, А. В. Качественные модели в теории сложных систем [Текст] / А. В. Малишевский. – М. : Наука. Физматлит., 1998. – 528 с.

3. Малишевский, А. В. Натуральные системы [Текст] / А. В. Малишевский // Автоматика и телемеханика, 1973. - Вып. 11. – С. 42–57.

4. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т. А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2001. – 384 с.

5. Буч, Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения [Текст] : пер. с англ. / Г. Буч. – М. : Конкорд, 1992. – 519 с.

6. Князева, Е. Н. Трансдисциплинарные стратегии исследований [Текст] / Е. Н. Князева // Вестник ТГПУ, 2011. – Вып. 10. – С. 193–201.

7. Букур, И. Введение в теорию категорий и функторов [Текст] / И. Букур, А. М. Деляну. – Мир, 1972. – 259 с.

8. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику [Текст] / Э. Мендельсон. – М. : Наука, 1971. – 320 с.

9. Кантор, Г. Труды по теории множеств [Текст] / Г. Кантор. – М. : Наука, 1985. – 173 с.

10. Палагин, А. В. К вопросу системно-онтологической интеграции знаний предметной области [Текст] / А. В. Палагин, Н. Г. Петренко // Математические машины и системы, 2007. – № 3,4. – С. 63–75.

11. Gruber, T.R. A translation approach to portable ontology specifications [Text] / T. R. Gruber // Knowledge Acquisition, 1993. – Vol. 5. – P. 199 – 220.

12. Гладун, В. П. Процессы формирования новых знаний [Текст] / В. П. Гладун. – София : СД «Педагог 6», 1994. – 192 с.

13. Стрижак, О.Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів [Текст] / О. Є. Стрижак // Екологічна безпека та природокористування: Збірник наукових праць. /М-во освіти і науки України, Київ, нац. Нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору; редкол. О.С.Волошкіна, О. М. Трофимчук (голов. ред.) [та ін.]. – К., 2013. – Вып. 12. – С. 166-178.

14. Попова, М. А. Онтологічний інтерфейс як засіб представлення інформаційних ресурсів в гіс-середовищі [Текст] / М. А. Попова, О. Є. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия «География». – 2013. – Том 26 (65), № 1. – С. 127-135.

15. Diestel, R. *Graph Theory, Electronic Edition [Текст]* / R. Diestel. – NY : Springer-Verlag, 2005. – Р. 422.

16. Марков, А. А. *Теория алгоритмов [Текст]* / А. А. Марков, Н. М. Нагорный. – М. : Наука, 1984. – 432 с. – (Мат. логика и основания математики).

||. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Фазис, 1996. – 493 с.

17. Бергман, Людвиг фон. *Общая теория систем: обзор проблем и результатов [Текст]* / Людвиг фон Бергман // Системные исследования. – М. : Наука, 1969. – С. 30-54.

Надійшла до редакції 28.11.2013, розглянута на редколегії 11.12.2013

Рецензент: д-р техн. наук, професор, професор каф. «Виробництво радіоелектронних систем літальних апаратів» Г. Я. Красовський, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків.

ФОРМИРОВАНИЕ ТАКСОНОМИЙ СЛОЕВ КАРТ В ГИС-СРЕДАХ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ НАТУРАЛЬНЫХ СИСТЕМ

А. Е. Стрижак, М. А. Попова

В статье рассматриваются вопросы использования конструктивных свойств теории натуральных систем при проектировании и построении компьютерных онтологий в определенных системах решения задач. Определяются структурные компоненты онтологий, которые наиболее полно могут быть представлены в виде натуральных систем. Описываются механизмы формирования множества таксономий и иерархий на основе определенных свойств концептов тематических онтологий. Приводится методика применения компьютерных онтологий на примере создания тематических слоев карт в ГИС-среде на основе тематической онтологии

Ключевые слова: онтология, свойство, иерархия, таксономия, тавтология, задача, геоинформационная система.

FORMATION OF MAPS LAYERS TAXONOMIES IN THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS BASED ON ONTOLOGIES NATURAL SYSTEMS

A. Ye. Stryzhak, M. A. Popova

The article discusses the use of structural properties of the natural systems theory in the design and construction of computer ontologies in certain systems tasks solving. Determined structural components ontologies which most full may be presented in the form of natural systems. Describes the mechanisms of formation of multiple taxonomies and hierarchies based on specific properties of concepts of thematic ontologies. Provides the method of computer ontologies application on example of the creation of thematic maps layers in a GIS environment based on a thematic ontology.

Keywords: ontology, property, hierarchy, taxonomy, tautology, task, geographic information system.

Стрижак Олександр Євгенійович – канд. техн. наук, провідний науковий співробітник, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, Україна, e-mail: sae953@gmail.com

Попова Марина Андріївна – молодший науковий співробітник відділу інформаційно-комунікаційних систем, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, Україна, e-mail: pma1701@gmail.com