

УДК 502+504.06+528.001

© О.Є. Стрижак, канд. техн. наук

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ

ЗАСОБИ ОНТОЛОГІЧНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ І СУПРОВОДУ РОЗПОДІЛЕНИХ ПРОСТОРОВИХ ТА СЕМАНТИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

У статті розглянуті питання щодо використання комп'ютерних онтологій для інформаційного супроводу розподілених інформаційних систем. Розглядається знаннево-орієнтовний підхід, який ґрунтується на поняттях онтологія і трансдисциплінарність. На основі об'єктно-орієнтованого підходу визначається поняття трансдисциплінарної онтології. Описується алгоритм побудови онтологій у вигляді пірамідальної мережі – мережевого графу. Надається приклад побудови і застосування мережевого графу при роботі з розподіленими просторовими та семантичними інформаційними ресурсами і їх супроводу у середовищі геоінформаційної системи. Надаються технологічні характеристики системи ТОДОС, яка забезпечує семантичну інтеграцію розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів.

Ключові слова: онтологія, трансдисциплінарність, мережевий граф

Прийняття рішень за певними вимогами залежить від складності вивчення, дослідження та сприйняття процесів реального світу та їх пізнання, що вимагає розвитку відповідних методів і засобів, які спроможні відобразити властивості та функціональність його складових об'єктів та процесів. Відображення процесів реального світу потребує забезпечення спільної обробки об'ємів просторової і непросторової інформації, що збільшуються, складніших процесів обробки взаємозв'язаної різнопланової інформації, її інтеграції й взаємодії з іншими різними за призначенням системами. Тобто для відображення необхідно побудувати певну систему знань, яка описує властивості складових об'єктів та процесів, які нас оточують. Певні додаткові вимоги знаходження кращих рішень, зручності, продуктивності, надійності і вартості також вимагають розробки і розвитку адекватних моделей.

Формування коректної системи знань, що представляються у вигляді інтегрованого, розподіленого в мережі інформаційного контенту, найбільш ефективно реалізовувати на основі онтології як семантичної моделі предметної області [1]. Структура онтології дозволяє відобразити специфічні завдання інформаційного середовища. Онтологічна система знань містить інформаційні описи, на основі об'єктно-орієнтованої процедури формалізації, а також описи інтерпретаційних функцій, які управляють на основі онтології процесом поставки інформаційного ресурсу.

Комп'ютерну онтологію деякої предметної дисципліни можна розглядати як загальнозначущу, відкриту базу знань, яка представлена в загальноприйнятій (формальній) мові специфікації знань. За онтолого-класифікаційною схемою засобів і методів штучного інтелекту онтологічний підхід трактується як різновид системного підходу, заснованого на знаннях. Онтологічний підхід забезпечує ефективне проектування компонентів знання-орієнтованої інформаційної системи.

В основі онтологічної методології лежить об'єктно-орієнтований підхід, при якому предметна прикладна область представляється у вигляді сукупності об'єктів, які взаємодіють між собою за допомогою передачі повідомлень [2].

Під *об'єктом* розуміється деяка сутність (реальна або абстрактна), що володіє станом, поведінкою та індивідуальністю.

- *Стан об'єкта* характеризується переліком всіх його можливих властивостей – структурою і значеннями кожної з цих властивостей.

- *Поведінка об'єкта* (або його функціональність) характеризує те, як об'єкт взаємодіє з іншими об'єктами або піддається взаємодії інших об'єктів, проявляючи свою індивідуальність. Поведінка об'єкта реалізується у вигляді функцій, які називають методами. При цьому структура об'єкта доступна тільки через його методи, які в сукупності формують інтерфейс об'єкта.

- *Індивідуальність об'єкта* характеризують такі властивості об'єкта, які відрізняють його від усіх інших об'єктів.

Самі по собі об'єкти не представляють жодного інтересу: тільки в процесі взаємодії об'єктів реалізується система. Для об'єктно-орієнтованої методології представляють особливий інтерес два типи ієрархічних співвідношень об'єктів:

- *зв'язки* – позначають рівноправні відношення між об'єктами; об'єкт співробітничав з іншими об'єктами через зв'язки, що з'єднують його з ними;

- *агрегація* – агрегація описує відношення цілого і частини, що наводять до відповідної ієрархії об'єктів.

Довільна онтологія (проста, змішана) може бути використана в процесі обробки великої кількості різної за тематикою, розподіленої, різнорідної інформації, при вирішенні різних класів задач.

Трансдисциплінарність [3] цього процесу неможливо реалізувати в термінах регулятивних механізмів атрибутних інформаційних структур. Трансдисциплінарність здійснює класифікацію і систематизацію формального взаємозв'язку розуміння окремих дисциплінарних знань. Дисциплінарні знання стають повністю готовими до їх спільного використання у вирішенні предметно-орієнтованих практичних проблем будь-якої складності та комплексності. Обробку трансдисциплінарних розподілених інформаційних ресурсів ефективно забезпечувати засобами динамічної декларативності, що реалізують асоціативні переходи з різних станів тематичних інформаційних процесів.

Декларативність реалізується поданням концептів онтології у вигляді упорядкованої множини дводольних графів. Ребра графа визначають властивості між кожною парою концептів.

птів. Множина, яка інтерпретує функції, що визначають семантику кожної онтології, може постійно динамічно доозначатися множиною нових відносин і спеціальними групами міждисциплінарних аксіом. Зазначені групи аксіом включають у себе, крім нових властивостей, ще й обмеження на концепти різних тематичних онтологій, що включаються в процес інтеграції [2].

Формування онтологій вимагає врахувати різні формально-методологічні вимоги, критерії та оцінки. Наведемо основні з них: [4]

1. Побудова інформаційної та функціональної моделей предметних дисциплін.
2. Необхідність структурування термінів і понять.
3. Правила формування достовірних висловлювань, тверджень та висновків, що описують терміни і поняття предметних дисциплін.
4. Підтримка таксономій тематичних онтологій предметних дисциплін.

Зупинимося на розгляді комп'ютерної (формальної) онтології предметної області та трансдисциплінарної онтології предметних областей [3]. Остання (у тому числі) має важливе значення для об'єднання (інтеграції) концептуальних знань близьких предметних областей або реалізації технології системної інтеграції трансдисциплінарних наукових знань. Ми також виділяємо *початкову онтологію* ПрО, що є ініціалізуючою домінантою при реалізації технології автоматизованої побудови онтології ПрО.

Нижче наведені відомі визначення поняття онтології ПдО, починаючи з початкового визначення Т. Грубера з наступним його уточненням: “*Онтологія* – це формальна специфікація узгодженої концептуалізації” [5]. Іншим важливим визначенням онтології ПрО є визначення Н. Гуаріно: “*Онтологія* – це формальна теорія, що обмежує можливі концептуалізації світу” [6]. На основі цих визначень різні дослідники формують свої, окремі визначення онтології ПрО – відповідно до їх конкретної області професійних інтересів. Тематика і практична спрямованість наших досліджень (онтологія як засіб побудови баз знань трансдисциплінарних наукових досліджень) зумовлює таке визначення комп'ютерної онтології ПрО.

Комп'ютерну онтологію певної ПрО будемо розглядати як певну непусту множину об'єктів, які задовольняють наступним вимогам:

- 1) об'єкти організовані у вигляді ієрархічної структури скінченної множини понять, що описують задану предметну область;
- 2) структура може бути представлена множиною дводольних графів, вершинами якого є поняття, а дугами – семантичні відношення між ними;
- 3) поняття і відношення інтерпретуються відповідно до загальнозначущих функцій інтерпретації, взятих з електронних джерел знань заданої ПрО;
- 4) визначення понять і відношень виконується на основі аксіом і обмежень їх області дії;
- 5) функції інтерпретації та аксіоми описані мовою формальної теорії.

У загальному випадку онтологію деякої ПрО формально представляють впорядкованою трійкою [1, 4-12]:

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

де X, R, F – кінцеві множини відповідно: X – концептів (понять, термінів) предметної області, R – відношень між ними, F – функцій інтерпретації X та/або R .

Розгляд граничних випадків множин (1.1): $R = \emptyset$; $R \neq \emptyset$; $F = \emptyset$; $F \neq \emptyset$ у всіх чотирьох комбінаціях значень R і F дає різні варіанти онтологічних конструкцій, починаючи від простого словника і таксономії до формальної структури концептуальної бази знань для високоінтелектуальних знання-орієнтованих систем.

За процедурою побудови онтології на основі її певної функціональної повноти і ступеня формальності виділимо наступні види онтологій: первинна, кінцева і множина проміжних онтологій.

Первинна онтологія – це така онтологія, в якій $R = \emptyset$; $F = \emptyset$. Вона служить (в основному) для однозначного сприйняття науковою спільнотою понять у відповідній прикладній області.

Тематична онтологія ($R \neq \emptyset$; $F \neq \emptyset$) – це така онтологія, в якій множини концептів та концептуальних відношень максимально повні, а до функцій інтерпретації додаються аксіоми, визначення та обмеження за тематикою даної ПрО. При цьому опис усіх компонент представлений деякою формальною мовою, яка може інтерпретуватися деякою процедурою (алгоритмом). Схема формальної моделі тематичної онтології описується четвіркою:

$$O = \langle X, R, F, A(D, R_s) \rangle, \quad (2)$$

де X – множина концептів: $X = \{ X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n \}$, $i = \overline{1, n}$, $n = \text{Card } X$, кінцева множина концептів (понять) заданої ПрО;

$R = \{ R_1, R_2, \dots, R_k, \dots, R_m \}$, $R: X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$, $k = \overline{1, m}$, $m = \text{Card } R$, – кінцева множина семантично значущих відносин між концептами ПрО. Вони визначають тип взаємодії між поняттями. У загальному випадку, ставлення поділяють на загальнозначущі (з яких виділяють, як правило, ставлення часткового порядку) і конкретні відносини заданої ПрО;

$F: X \times R$ – кінцева множина функцій інтерпретації, заданих на концептах і / або відносинах. Окремим випадком завдання безлічі функцій інтерпретації F є глосарій, складений для безлічі понять X . Визначення поняття X_i в загальному випадку, включає підмножина понять $\{x_{i-1}\}$, через які визначаються X_i , ставлення, що зв'язує X_i з $\{x_{i-1}\}$, і множина атрибутів (ознак), присутніх X_i ;

A – скінченна множина аксіом, які використовуються для запису завжди істинних висловлювань (визначень і обмежень) в термінах тематики ПрО;

D – множина додаткових визначень понять в термінах тематики ПрО;

R_s – множина обмежень, що визначають область дії понятійних структур визначеної тематики ПрО.

Тематична онтологія є формальним представленням концептуальних знань про предметну область і може бути представлена певною інформаційною системою. Процес побудови

такої інформаційної системи можна представити композицією певних висловлювань, суджень, тверджень, термінів-понять і відношеннями між ними, а його результат – основою для побудови складової частини наукової теорії – онтологічної бази знань у заданій предметній області, описаній у декларативній формі [7].

Множина *проміжних онтологій* ($R = \emptyset, F \neq \emptyset; R \neq \emptyset, F = \emptyset$) виникає, коли для кожного концепту (або їх більшої частини) можуть бути додані новітні аксіоми і визначення.

Одним з поширених варіантів проміжної онтології є структура виду $O = \langle X, R \rangle$, де множина F в явному вигляді відсутня ($F = \emptyset$), в припущенні, що концепти $x_j \in X$ загальновідомі (визначені за умовчужанням) або досить повно інтерпретовані відношеннями R .

Така схема класифікації за функціональною ознакою узгоджується з описом [1, 4-12]: “Онтологія або концептуальна модель предметної області складається з ієрархії понять предметної області, зв'язків між ними і законів, які діють в рамках цієї моделі”.

Комп'ютерна онтологія є (формальним) виразом концептуальних знань про предметну область і за своєю значимістю порівняна з базою знань інтелектуальної інформаційної системи, а її побудова є специфічною формою людського мислення. Воно (мислення) у процесі пізнання оперує, в тому числі, висловлюваннями, судженнями, твердженнями, поняттями і відносинами між ними. А останні є фундаментом, основою для побудови складової частини наукової теорії - онтологічної бази знань у заданій предметній області. При цьому такі знання описуються в декларативній формі.

У простому випадку методика проектування онтології ПДО включає чотири етапи проектування.

1. Попередній аналіз заданої ПрО. Виділення концептів-понять та об'єднання їх за властивостями у відповідні класи.

2. Формування таблиці класів концептів-понять на основі множини семантичних відповістей між поняттями.

3. Побудова онтологічного графа (онтограф) ПрО. При цьому, під онтографом розуміється дводольний граф, вершинами якого є поняття ПрО, а дугами – відношення (зв'язки) між ними. Дводольний граф - це односпрямований орієнтований граф, в одну вершину якого можуть входити і виходити кілька дуг.

4. Графічне (візуальне) відображення онтографа ПрО та складання формалізованого опису онтології ПрО.

Побудова множини концептів-понять вважається найбільш важливим моментом при розробці онтології ПДО. За основу множини концептів-понять може бути взятий повний список термінів, в якому вказано:

- чим є кожен термін – поняттям-класом предметів або конкретним поняттям;
- можливі суттєві відношення з іншими термінами зі списку для кожного терміна;
- можливі істотні властивості понять.

В основі алгоритму формування трансдисциплінарних онтологій як інструменту інтеграції розподілених інформаційних ресурсів лежить індукування висловлювань на основі підбору пар – (ім'я класу – ім'я концепту-поняття). Якщо висловлювання істинне, то будується

дводольний граф; якщо висловлювання хибне - граф не будується. Істинність висловлювання встановлюється на основі виявлення існування об'єднуючої властивості, яка є загальною для обох понять. Множина усіх дводольних графів, які побудовані на множині істинних висловлювань являє собою зростаючу пірамідальну мережу [8,9]. Вказана пірамідальна мережа є основою таксономії як основи трансдисциплінарної онтології. У вершинах таксономії знаходяться імена класів (таксонів) та імена концептів-понять.

Формально пірамідальну мережу визначимо у вигляді множини навантажених дводольних графів G .

$$G = (V_1 \cup V_2, E), \quad (3)$$

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 множини 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 об'єктів інтерфейсу, хибність – вершини не входять до цієї множини.

Як бачимо, даний алгоритм забезпечує побудову множини дводольних графів, які мають спільні вершини, у вигляді зв'язного графу, який не має циклів.

Алгоритм формування об'єктів онтологічної моделі як множини істинних висловлювань може бути представлений у загальному вигляді нормального алгоритму Маркова [13].

Візуалізація інформації у вигляді ієрархічного графу допомагає користувачеві:

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

Пірамідальна мережа у вигляді мережевого графу може виступати не лише засобом організації інформації. Розширюючи його традиційні функції завдяки відображенню у вигляді онтологічної моделі, граф можна перетворити на середовище, в якому забезпечується активна робота з розподіленими просторовими та семантичними інформаційними ресурсами.

Побудова компонент онтології. Онтологія ПрО – це концептуальна модель реального світу і її поняття повинні відображати цю реальність. Найбільш істотним компонентом концептуальної моделі ПрО є множина понять заданої предметної області. Деякі твердження, безпосередньо пов'язані з побудовою пірамідальної мережі – мережевого графу ПрО.

Всі поняття (або концепти) поділяються на ряд класів (за семантичною залежністю).

- Залежно від відображення виду або роду предметів – на видові-родові поняття.
- Залежно від відображення частини або цілого предметів – на структурні (поняття-частини і поняття-цілі).
- Залежно від кількості відображуваних предметів – на одиничні і загальні поняття.
- Залежно від властивості - на функціональні, які можуть бути представлені конкретними чи абстрактними поняттями.

Технологія онтологічної інтеграції розподілених інформаційних ресурсів реалізується на основі застосування системи «Трансдисциплінарні Онтологічні Діалоги Об'єктно-орієнтованих Систем» (ТОДОС). Система забезпечує побудову онтологічного графа, вершинами якого є поняття і процеси предметних областей (концепти). Забезпечується динамічне декларування імен понять і процесів, формування тематичних термінополів з підключенням нових властивостей концептів. Тобто інтеграція розподілених інформаційних ресурсів реалізується на основі об'єднання тематичних онтологій при використанні механізмів динамічного декларування концептів та їх міждисциплінарних властивостей.

Функціонально систему ТОДОС складають наступні підсистеми:

КОНСПЕКТ – побудова термінологічних дерев на основі аналізу природно-мовного тексту [8-9];

КОНФОР – генерація таксономії предметної області [4,12];

ЕДИТОР – формування онтологічних моделей;

ВІД (відеодіалоги) – підтримка колективних відеосесій;

ПОШУКОВА МАШИНА – пошук лексичних структур на основі лінгвістичної обробки великої кількості текстових масивів [3,7,9].

Для побудови онтології концепти, що визначають класи та поняття тематик предметних областей, у середовищі системи ТОДОС необхідно описати у вигляді таблиці, наприклад в Excel. Кожна комірка таблиці визначає термінополе (концепт-поняття та його сенс). Рядок таблиці визначає конкретний семантичний клас об'єктів. Колонка задає властивості семантичної приналежності.

Необхідно описати об'єкти, використовуючи вибраний набір ознак.

Структура файлу наступна:

(Ім'я об'єкта 1), (ім'я класу), (ім'я ознаки 1), ..., (ім'я ознаки n)

(Ім'я об'єкта 2), (ім'я класу), (ім'я ознаки 1), ..., (ім'я ознаки j)

(Ім'я об'єкта m), (ім'я класу), (ім'я ознаки 1), ..., (ім'я ознаки k)

Розділ 3. Науково-технологічна безпека та інтелектуальні ресурси

Комірки стовпчика А містять імена материнських вершин графа, комірки стовпчика В - імена зв'язків між вершинами, осередки стовпців від С до ... - імена дочірніх вершин. Таблиця заповнюється порядково.

У геоінформаційних системах [14] класи об'єктів онтології складають шари тематичної карти, а самі об'єкти, які входять до відповідного класу, є об'єктами шару. Завдяки об'єднанню різних типів баз даних в онтології ПрО 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.

Розглянемо приклад побудови онтологічної моделі на фрагменті ПрО з мінералогії.

За кристало-хімічною класифікацією мінерали поділяються на кілька класів (наприклад, силікати, фосфати, сульфати, оксиди і гідроксиди тощо). Кожен клас включає в себе множину мінералів-представників даного класу. На рис.1 представлено фрагмент таблиці множини семантичних відповідностей між поняттями-концептами.

Имена объектов (классов минералов) -
материнские вершины

Имена признаков объекта (названия минералов,
входящих в класс) - дочерние вершины

	А	В	С	Д	Е	F	G
1	ХІМІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ МІНЕРАЛІВ	КЛАСИ	СИЛКАТИ	ФОСФАТИ ТА ЇХ АНАЛОГИ	СУЛЬФАТИ	КАРБОНАТИ	ВОЛЬФРАМАТИ ТА МОЛЪДАТИ
2	ФОСФАТИ ТА ЇХ АНАЛОГИ	ПРЕДСТАВНИК КЛАСУ ФОСФАТІВ ТА ЇХ АНАЛОГІВ	Апатит	Вавеліт	Керченіт	Кампеліт	Анапаїт
3	СУЛЬФАТИ	ПРЕДСТАВНИК КЛАСУ СУЛЬФАТІВ	Гіпс	Калушит	Целестин	Барит	Брошантит
4	КАРБОНАТИ	ПРЕДСТАВНИК КЛАСУ КАРБОНАТІВ	Кальцит	Ісландський шпат	Травертин	Вітерит	
5	ВОЛЬФРАМАТИ ТА МОЛЪДАТИ	ПРЕДСТАВНИК КЛАСУ ВОЛЬФРАМАТІВ ТА МОЛЪДАТІВ	Родохрозит	Сидерит	Церусит	Смітсоніт	Арагоніт

Имена класса - название
связей между вершинами
класса

Рис. 1 - Фрагмент таблиці множини семантичних відповідностей між поняттями-концептами

Онтологічна модель, яка формується на основі множини семантичних відповідностей між поняттями-концептами ПрО, набуває вигляду мережевого графу, де об'єкт-клас представлені на рис. 2.

На рис.3 представлено вигляд об'єктно-орієнтованого відображення онтологічної моделі фрагменту мережевого графу класу мінералів "оксиди та гідроксиди". Відображення складається з графічного зображення представника класу мінералів та спливаючого вікна, в якому міститься інформація про назву мінералу, його хімічну формулу, а також можуть бути

представлені гіперпосилання на додаткову інформацію (зображення, відео-, аудіофайли, мультимедійні дані тощо).

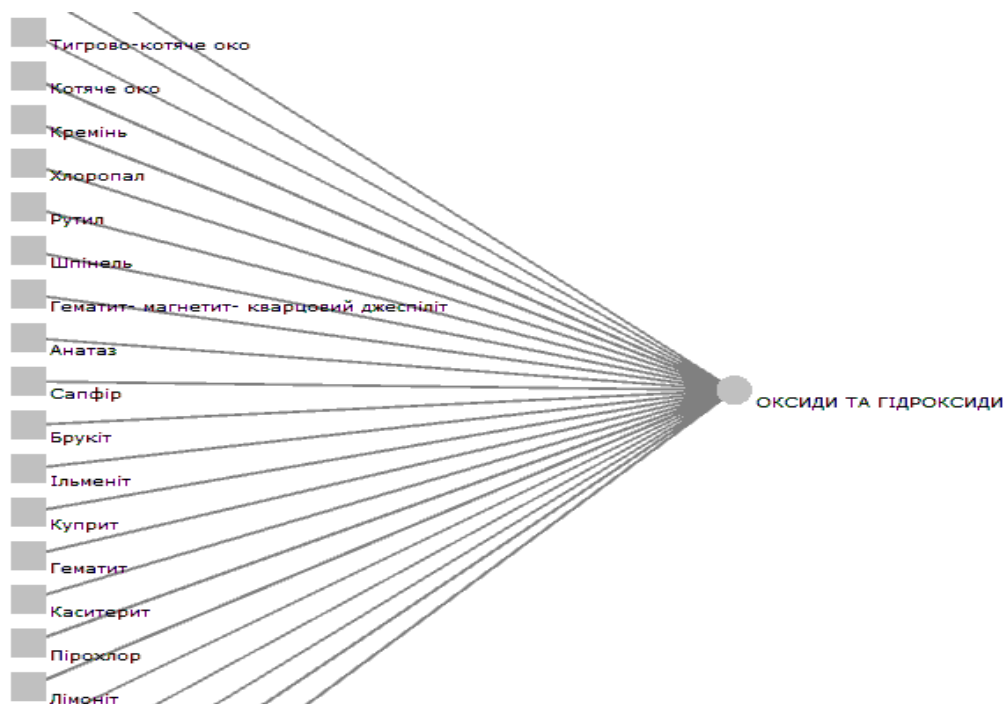


Рис. 2 - Фрагмент мережевого графу. Клас оксиди та гідроксиди

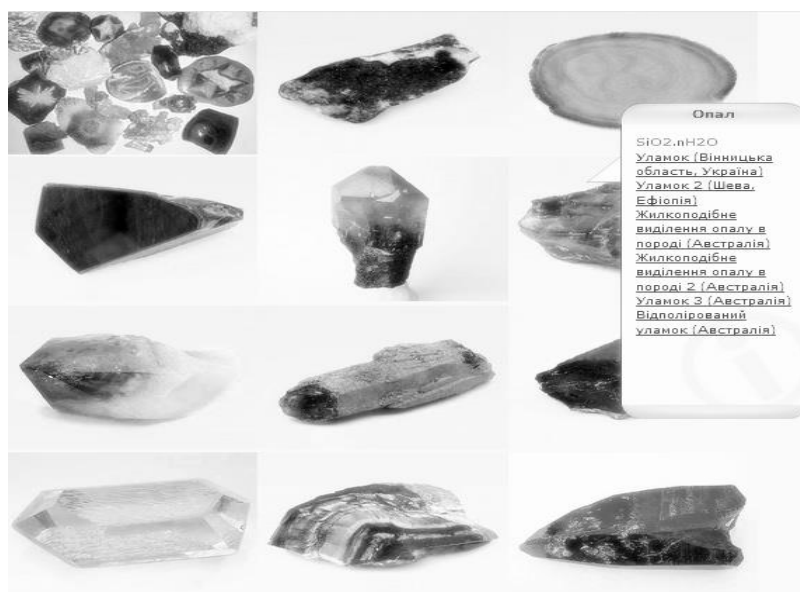


Рис. 3 - Фрагмент об'єктно-орієнтованого відображення. Клас оксиди та гідроксиди

На карті класи онтології представлені у вигляді тематичних шарів, а мінерали – об'єктів, які утворюють певний шар (рис. 4).

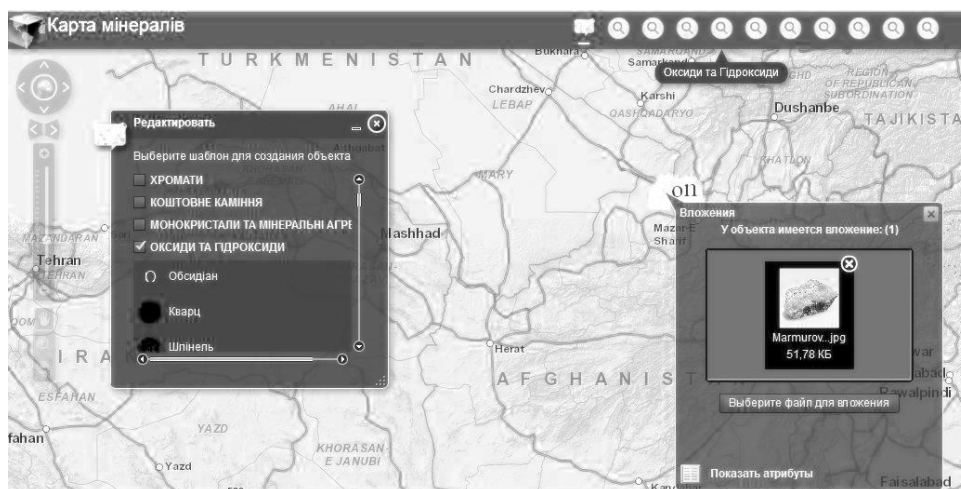


Рис. 4 - Фрагмент тематичної карти (активний шар «Оксиди та гідроксиди»)

Атрибутивна інформація про об'єкти онтології, наведена в графі, відображається на карті у вигляді вкладень. Тобто кожна вершина графу має власну «базу даних», що містить інформацію (текст, фото-, відео-, аудіофайли, гіперпосилання), необхідну для ґрунтовного ознайомлення з обраним об'єктом, і може поповнюватися надбаннями та пошуковими запитамис користувачів ГІС.

Таким чином, можемо зробити висновок – трансдисциплінарні онтологічні моделі являють собою інтегровані інформаційні середовища. Причому трансдисциплінарність забезпечує інтеграцію тематично різних інформаційних систем, які мають онтологічне представлення, і на основі використання яких формуються безпосередньо самі інформаційні середовища. Засоби інтеграції при цьому повинні включати в себе технологічні компоненти, які спроможні забезпечити наступне:

- структурування і семантичну класифікацію об'єктів та процесів предметних областей, що описуються;
- формування структури предметних областей у вигляді множини семантичних відповідностей між поняттями;
- відображення множини семантичних відповідностей у вигляді графів без циклів;
- інтегроване інформаційне середовище може бути представлено у вигляді мережевого графу;
- інтерактивність взаємодії користувачів із засобами побудови трансдисциплінарної онтології.

Список використаної літератури

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

2. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. – М.: Конкорд, 1992. – 519 с.
3. Князева Е. Н. Трансдисциплинарные стратегии исследований // Вестник ТГПУ. 2011. №10. .
4. Палагин А.В. К вопросу системно-онтологической интеграции знаний предметной области / А.В. Палагин, Н.Г. Петренко. – Математические машины и системы, 2007. – №3,4. – С. 63–75.
5. Gruber T.R. A translation approach to portable ontology specifications / T.R. Gruber // Knowledge Acquisition. – 1993. – Vol. 5. – P. 199 – 220.
6. Guarino N., The Ontological Level. In: Casati R., Smith N. and White G. (eds.), Philosophy and the Cognitive Sciences, Vienna: Holder-Pichler-Tempsky, 1994.
7. Hermann Helbig: Knowledge Representation and the Semantics of Natural Language, Springer, Berlin, Heidelberg, New York 2006
8. Гладун В.П., Величко В.Ю. Конспектирование естественных языковых текстов. Proceedings of the XI-th International Conference “Knowledge-Dialogue-Solution”(KDS’2005).- Varna, Bulgaria.-2005.- vol.2.pp.344-347
9. Гладун В.П., Величко В.Ю., Святогор Л.А. Тематический анализ естественно языковых текстов. Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Труды международной конференции «Диалог 2006» (Бекасово, 31 мая – 4 июня 2006 г.) / Под ред. Н.И. Лауфер, А. С. Нариньяни, В. П. Селегея. – М.: Изд-во РГГУ.-2006.- с.115-118.
10. Protégé ontology editor. – Available at: <http://protege.stanford.edu/>
11. Палагин А.В. Знание-ориентированные информационные системы с обработкой естественно-языковых объектов: онтологический подход / А.В. Палагин, Н.Г. Петренко, С.Л. Крытый, В.Ю.Величко. – УСиМ. – 2010. – № 4,5. – с.3–14.
12. Стрижак О.Є., Мінцер О.П., Палагін О.В., Величко В.Ю, Стрижак О.Є., Тахере Г. - Інструменти підтримки процесів аналітичної діяльності експерта при тематичному дослідженні інформаційних ресурсів та джерел/ Медична інформатика та інженерія №2, 2011. - стр. 12– 23
13. Марков А. А., Нагорный Н. М. Теория алгоритмов. — М.: Наука, 1984. — 432 с. — (Мат. логика и основания математики). || . — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Фазис, 1996. — 493 с. — 2000 экз. — ISBN 5-7036-0020-0
14. Principles of Geographic Information Systems. Rolf A. de By (ed.). Second edition.– Enschede, The Netherlands, 2001, 490 p.

Стаття надійшла до редакції 22.01.13 українською мовою

© А.Е. Стрижак

Средства онтологической интеграции и сопровождения распределенных пространственных и семантических информационных ресурсов

В статье рассмотрены вопросы использования компьютерных онтологий для информационного сопровождения распределенных информационных систем. Рассматривается знаниеориентированный подход, основанный на понятиях онтология и трансдисциплинарность. На основе объектно-ориентированного подхода определяется понятие трансдисциплинарной онтологии. Описывается алгоритм построения онтологий в виде пирамидальной сети - сетевого графа. Предоставляется пример построения и применения сетевого графа при работе с распределенными пространственными и семантическими информационными ресурсами и их сопровождения в среде геоинформационной системы. Предоставляются технологические характеристики системы ТОДОС, которая обеспечивает семантическую интеграцию распределенных пространственных и семантических информационных ресурсов.

© O.E. Stryzhak

Tools of ontological integration and support of distributed spatial and semantic information resources

This paper consider the use of computer ontologies for information support of distributed information systems. Considered knowledge oriented approach based on the concepts of ontology and transdystsyplinarnist. Based on an object-oriented approach defines the concept of trans disciplinary ontology. Describes an algorithm for constructing ontologies as a pyramidal network - a network graph. Small example of the construction and use of the network graph when dealing with distributed spatial and semantic information resources and their support in geographic information systems environment. Available technological characteristics of TODOS, which provides semantic integration of distributed spatial and semantic information resources.