

УДК 004.822+502+504.06+528

© М.А. Попова

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

МОДЕЛЬ ОНТОЛОГІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ АГРЕГАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ У ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС

У статті розглядається питання розробки та застосування онтологічного інтерфейсу як ефективного засобу забезпечення процесів інтеграції розподілених інформаційних ресурсів та систем на основі використання семантичних властивостей та подання інформації в наочній легкодоступній формі з метою створення та використання інформаційно-аналітичних систем у галузі екологічної безпеки.

Ключові слова: онтологія, онтологічний інтерфейс, онтограф

Вступ. На сьогоднішній день питання екологічної безпеки на Землі постало особливо гостро перед світовою цивілізацією. Надреальних рис набуває глобальна екологічна криза, що ставить під загрозу існування Homo sapiens, адже природа самотужки вже не в змозі нейтралізувати результати господарсько-економічної діяльності людського суспільства [1].

Сучасна екологічна ситуація – результат діяльності людини, спрямованої на задоволення її потреб. Людство досягло олімпу сучасної цивілізації завдяки постійній зміні природи відповідно до власних цілей, на які розраховувало, але одержало наслідки, на які не очікувало.

Тому питання підготовки експертів нового покоління з метою формування знань щодо екологічних процесів, чіткого розуміння основних закономірностей виникнення екологічних загроз та управління екологічною безпекою як складовою національної безпеки та набуття практичних навичок і вмінь для забезпечення сталого розвитку України є актуальним.

До обов'язків експерта з екологічної безпеки входить широке коло завдань, пов'язаних 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. До того ж швидкість, зручність, продуктивність і надійність експертної діяльності вимагають розробки і створення нових інформаційних моделей підтримки прийняття рішень.

Таким чином, актуальною є задача створення «дружнього інтерфейсу» інформаційно-аналітичного середовища з використанням класифікації, систематизації та візуалізації логіко-ієрархічних зв'язків між поняттями предметної області, що надасть експерту можливість

виявляти принципово нові взаємозв'язки, які раніше не були відомі, інтеграції різноформатних інформаційних ресурсів, що сприяє зміщенню акцентів із пасивних методів пошуку, орієнтованих на передачу інформації, до ширшого застосування активних методів аналізу проблематики і пошуку найефективніших рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З огляду на аналіз сучасних методів та засобів представлення інформаційних ресурсів інтерфейси систем такого типу призначені для функціонування у гетерогенних розподілених інформаційних середовищах і тому базуються на методах штучного інтелекту та парадигмі Semantic Web.

На сьогоднішній день одним із домінуючих рішень Web-технологій, яке зводить до єдиної структури як корпоративні документи і матеріали, так і Інтернет-ресурси, є портальні. Розрізняють різні типи порталів, залежно від функцій, які вони виконують.

Найпростіший тип – інформаційні портали (Information Portals), які поєднують людей з інформацією, забезпечують персоніфікований доступ до ресурсів та даних за допомогою класифікатора, з можливістю проведення наскрізного повнотекстового і атрибутивного пошуку.

Портали для сумісної роботи (Collaboration Portals) підтримують різні засоби взаємодії людей, засновані на комп'ютерних технологіях. Такі портали надають інформацію і забезпечують роботу групи співробітників над певною задачею, проектом (фактично, автоматизують бізнес-процеси в організаціях).

Експертні портали або портали експертизи (Expertise Portals) поєднують людей один з одним на основі їх досвіду, області експертизи та інтересів. Такі системи забезпечують підключення до експертів на основі їх знань. Не завжди такий портал містить потрібну користувачеві інформацію, однак, у разі її відсутності може підключити користувача до відповідних фахівців, які можуть поділитися необхідною інформацією, надати експертні оцінки стосовно конкретних питань.

Портали знань (Knowledge Portals) – це інтегровані портали, які комбінують можливості вищеперелічених типів і забезпечують надання персоніфікованої інформації з урахуванням конкретної роботи, яку виконує кожен користувач у певний час [6].

Онтологічний інтерфейс повинен мати усі властивості перелічених портальних рішень, тобто комбінувати в собі три типи порталів: з використанням комп'ютерних технологій з'єднувати людей з інформацією та людей один з одним на основі таких критеріїв як досвід, область експертизи, спільні інтереси тощо.

Інформаційно-аналітичне середовище експерта з екологічної безпеки може мати ієрархічну або мережну структуру, тобто складатися із більш спеціалізованих середовищ чи систем, пов'язаних деякими відношеннями, наприклад «загальне - часткове». Оскільки архітектура такого середовища повинна надавати гнучкості, можливості до розширення функціональності та агрегації розподілених в мережі інформаційних ресурсів, необхідним є створення ергономічного інтерфейсу користувача, що забезпечує Web-доступ до них.

Тому в основі такого інтерфейсу має бути онтологія, яка умовно поділяється на дві частини: перша містить опис структури інформаційно-аналітичного середовища експерта, дру-

га – ресурси, що описують обрану предметну область.

Мета статті. Розробка онтологічного інтерфейсу для підвищення ефективності підтримки прийняття рішень експертів на основі створення та використання формалізованої інформаційної системи в галузі екологічної безпеки.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішній день інформаційні ресурси, що використовуються в процесі прийняття рішень, є розподіленими. Сучасні мережні технології та широке розповсюдження Internet надають можливість доступу та використання цих ресурсів шляхом об'єднання територіально розподілених джерел інформації такого роду. Онтологічний інтерфейс дозволяє візуалізувати результат процесів інтеграції та агрегації розподілених інформаційних ресурсів у процесі організації взаємодії користувачів у легкодоступній наочній формі.

Онтологія визначає загальнозживані, семантично значущі «понятійні одиниці інформації», якими оперують дослідники і розробники інформаційних систем. На відміну від інформації, закодованої в алгоритмах, онтологія забезпечує її уніфіковане і багаторазове використання різними групами дослідників, на різних комп'ютерних платформах під час вирішення різних задач.

Онтологія деякої ПдО в загальному випадку формально представляється Т. А. Гавриловою та Ф. В. Хоросhevським в [2] впорядкованою трійкою:

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

де X, R, F - кінцеві множини відповідно:

X - концептів (понять, термінів) предметної області;

R - відношень між ними;

F - функцій інтерпретації (визначень) X та/або R .

Виділяємо 5 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.

Активна 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. Опис всіх компонент представлений деякою формальною мовою, яка доступна для їх інтерпретації комп'ютером.

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

де $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$, $i = \overline{1, n}$, $n = \text{Card } X$ – скінченна множина концептів (понять-об'єктів) заданої ПдО;

$R = \{R_1, R_2, \dots, R_k, \dots, R_m\}$, $R \subseteq X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$, $k = \overline{1, m}$, $m = \text{Card } R$ - множина концептуальних відношень між ними;

$F: X \times R$ - скінченна множина функцій інтерпретації, заданих на концептах і/або відношеннях;

A - скінченна множина аксіом, яка складається з множини визначень D^i і множини обмежень Rs^i для поняття X_i . Визначення записуються у вигляді тотожно істинних висловлювань, які можуть бути взяті, зокрема, з тлумачних словників ПдО. В них можуть бути зазначені додаткові взаємозв'язки понять X_i з поняттями X_j . У множині обмежень Rs_i можуть бути задані обмеження на інтерпретацію відповідних понять X_i ;

D - множина додаткових визначень понять;

Rs - множина обмежень, що визначають область дії понятійних структур.

Розглянемо множину обмежень та множину додаткових визначень.

D – множина додаткових визначень,

$D = X \times R \times Rs$,

Rs – множина обмежень,

$Rs = R^+ \times R$,

Rs – може бути розглянуто як замикання відношень R ,

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

Оскільки будь-яке інформаційне середовище являє собою складну систему управління взаємодією користувачів з інформаційною системою, користувачів між собою, а також є засобом інтеграції розподілених інформаційних ресурсів і процесів, то під інформаційною системою розумітимемо сукупність організаційних і технічних засобів для збереження та обробки інформації з метою забезпечення інформаційних потреб користувачів.

Системними компонентами є:

- типи даних, які інтерпретують процеси;
- процедури, які обробляють відповідні типи даних;
- джерела, які визначають безпосередньо типи даних та задають їх значення;
- споживачі чи фіксуючі пристрої.

Інформаційна система розглядається через множину представників - задач, які можуть бути вирішені за допомогою інформаційної системи.

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

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

K – модель ПдО, яка відображає проблемну ситуацію;

K^* – кортеж станів ПдО, 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.

Таким чином, *онтологічний інтерфейс* має вигляд:

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

$$I = \langle K, K^*, Aim, X, R, F, A, (D, R_s) \rangle. \quad (6)$$

Онтологічний інтерфейс — засіб зручної взаємодії користувача з інформаційною системою, призначений для вирішення множини задач проблемної ситуації шляхом використання активної онтології.

$$I = \langle T, O \rangle, \quad (7)$$

Формально технологічний базис формування онтологічного інтерфейсу визначається навантаженим дводольним графом.

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

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

Алгоритм формування об'єктів онтологічного інтерфейсу як множини істинних висловлювань може бути представлений у загальному вигляді нормального алгоритму Маркова [3,5].

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.

Мережевий граф може виступати не лише засобом організації інформації. Розширюючи його традиційні функції завдяки відображенню у вигляді онтологічного інтерфейсу, граф можна перетворити на середовище, в якому забезпечується активна робота з розподіленими інформаційними ресурсами.

Формування онтологічного інтерфейсу інформаційно-аналітичного середовища експерта включає чотири етапи:

1. Попередній аналіз документації з екологічної безпеки. Виділення концептів-понять та об'єднання їх за властивостями у відповідні класи.
2. Формування таблиці класів концептів-понять на основі множини семантичних відповідностей між поняттями.
3. Побудова онтологічного графа.
4. Візуалізація онтографу та формалізований опис онтології екологічної безпеки [5].



Рис.1 — Фрагмент онтологічного інтерфейсу. Клас Фітоіндикатори ІФХ

Використання геоінформаційних систем надає додаткових можливостей візуалізації даних з географічною прив'язкою та використання численних аналітичних інструментів для підвищення рівня ефективності прийняття рішень у галузі екологічної безпеки.

У геоінформаційних системах класи об'єктів онтології складають шари тематичної карти, а самі об'єкти, які входять до відповідного класу, є об'єктами шару.

Атрибутивна інформація про об'єкти онтології, наведена в онтографі, відображається на карті у вигляді вкладень. Тобто кожна вершина графу має власну «базу даних», що містить інформацію (текст, фото-, відео-, аудіофайли, гіперпосилання), необхідну для ґрунтов-

ного ознайомлення з обраним об'єктом, і може поповнюватися надбаннями та пошуковими запитамі експертів-користувачів ГІС [4].

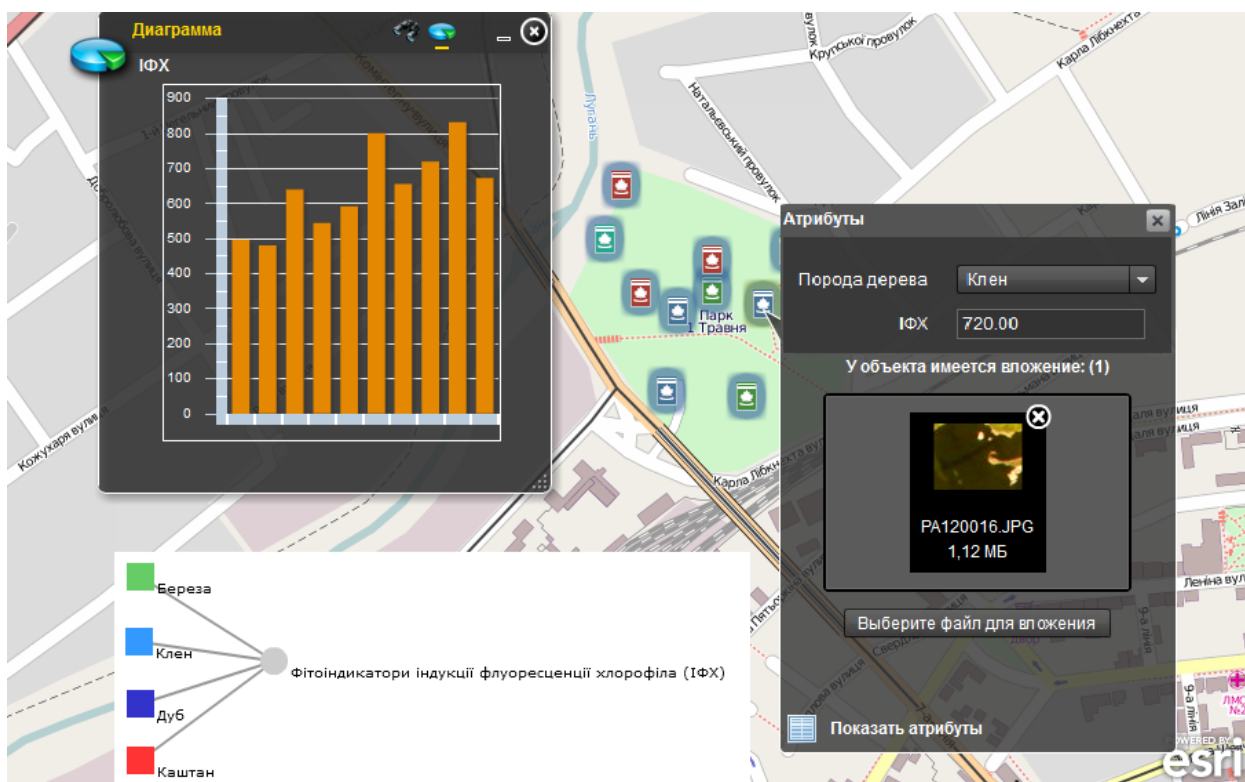


Рис. 2 — Фрагмент тематичної карти з активним шаром «Фітоіндикатори ІФХ» (відповідно до класу об'єктів онтології) з відображенням атрибутивної інформації та засобу ГІС-аналізу

Висновки. Отже, використання онтологічного підходу до класифікації, систематизації та використання інформаційних ресурсів на основі застосування семантичних властивостей дає можливість експерту виявляти принципово нові взаємозв'язки, які раніше не були відомі, засоби ГІС-аналізу - досліджувати та оцінювати передпроектні, проектні та інші матеріали чи об'єкти, а онтологічний інтерфейс для візуалізації інтеграції розподілених інформаційних моделей та систем - робити висновки про відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Список використаної літератури

1. Вернадський В.І. Вибрані твори по історії науки / В.І. Вернадський – М. : Наука, 1981. – с. 214-232.
2. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. –СПб.: Питер, 2001. – 384 с.

3. Марков А. А. Теория алгоритмов./ 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. — 2000 экз. — ISBN 5-7036-0020-0
4. Попова М. А. Онтологический интерфейс как средство представления информационных ресурсов в ГИС-среде / М.А. Попова, А.Е. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. — 2013. — Т. 26 (65). — № 1— С. 127-135.
5. Стрижак О.Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів. - Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. 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. — Вип. 12. — 198 с.: іл. — Бібліогр. в кінці ст.
6. Шинкарук В.Д. Здійснення процедур акредитації, ліцензування та рейтингування вищих навчальних закладів України з використанням онтологічного підходу. Навчально-методичний посібник / Укладачі: В.Д. Шинкарук, М.В. Михайліченко, М.Ф. Бондаренко, Н.С. Лесна, Н.В. Рябова, М.В. Климова, Н.О. Волошина, В.Б. Репка, Г.А. Воскобойникова. — Харків: ХНУРЕ, 2008. — с.

Стаття надійшла до редакції 22.04.13 українською мовою

© М.А. Попова

**МОДЕЛЬ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА АГРЕГАЦИИ
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В ОБЛАСТИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС**

В статье рассматривается вопрос разработки и применения онтологического интерфейса как эффективного средства обеспечения процессов интеграции распределенных информационных ресурсов и систем на основе использования семантических свойств и представление информации в наглядной легкодоступной форме с целью создания и использования информационно-аналитических систем в области экологической безопасности.

© M.A. Popova

**THE ONTOLOGICAL INTERFACE DISTRIBUTED INFORMATION RESOURCES
AGGREGATION MODEL IN ENVIRONMENTAL SAFETY WITH GIS USING**

This article discusses the development and application of the ontological interface as an effective means of ensuring the processes of integration of distributed information resources and systems based on the use of semantic features and visual presentation of information in an easily accessible manner to the creation and use of information-analytical systems for environmental safety.