

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»
ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ І ГЛОБАЛЬНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО
ПРОСТОРУ НАН УКРАЇНИ

ГРАНТ ПРЕЗИДЕНТА УКРАЇНИ ДЛЯ ОБДАРОВАНОЇ МОЛОДІ 2013

«Створення засобів формування та використання комп'ютерних онтологій для
реалізації ділових ігор в галузі екологічної освіти»

Попова М. А.

**МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ
ОНТОЛОГІЙ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ**

Київ 2013

УДК 004:[37.091.3:502/504](477)

ББК 32.97+74.262.01(4Укр)

П58

Видано за кошти гранта Президента України для обдарованої молоді

Рецензенти:

ТРОФИМЧУК О.М., доктор технічних наук, професор, член-кор. НАН України;

ПАЛАГІН О.В., доктор технічних наук, професор, академік НАН України

П58 Методика формування та використання комп'ютерних онтологій в галузі екологічної освіти / М. А. Попова. – К. : «СІТІПРІНТ», 2013. – 200 с. : іл.

ISBN 978-966-2735-54-3

Книга знайомить читачів з методикою формування комп'ютерних онтологій та можливостями їх використання в процесі реалізації ділових ігор як активного метода навчання та однієї з форм дослідницької діяльності природоохоронного спрямування в галузі екологічної освіти. Комп'ютерні онтології виступають в ролі середовища агрегації інформаційних ресурсів та систем (в тому числі ГІС) учасників ігрового моделювання.

Видання адресоване фахівцям, учителям та учням середніх навчальних закладів, викладачам та студентам вищих навчальних закладів, керівникам секцій системи Малої академії наук України як помічник у навчальній та науково-дослідницькій діяльності екологічного спрямування, а також всім, хто цікавиться новітніми засобами інформаційних середовищ в освіті.

Видання розповсюджується безкоштовно

УДК 004:[37.091.3:502/504](477)

ББК 32.97+74.262.01(4Укр)

ISBN 978-966-2735-54-3

© Попова М.А.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Передмова | 5 |
| <i>Розділ 1. ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА</i> | 10 |
| 1.1. <i>Освіта для сталого розвитку</i> | 10 |
| 1.2. <i>Закордонний досвід екологічної освіти</i> | 11 |
| 1.3. <i>Екологічна освіта в Україні</i> | 13 |
| 1.4. <i>Ігрове моделювання в екологічній освіті</i> | 15 |
| 1.5. <i>Ділові ігри як засіб навчання екологічному мисленню</i> | 16 |
| <i>Розділ 2. ДІЛОВІ ІГРИ: ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ДІЛОВИХ ІГОР В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ</i> | 18 |
| 2.1. <i>Поняття ділової гри</i> | 20 |
| 2.2. <i>Ділові ігри в структурі навчального процесу вищого навчального закладу</i> | 26 |
| 2.3. <i>Методичні принципи ділових ігор</i> | 30 |
| 2.4. <i>Застосування ГІС при реалізації екологічних ділових ігор</i> | 31 |
| <i>Розділ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ОНТОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ ДО ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В ПРОЦЕСІ ОСВІТИ</i> | 38 |
| 3.1. <i>Комп'ютерні онтології предметної області</i> | 45 |
| 3.1.1. <i>Загальна класифікація онтологій</i> | 48 |
| 3.2. <i>Методологія розробки онтології предметної області</i> | 51 |
| 3.2.1. <i>Онтологія об'єктів ПдО</i> | 52 |
| 3.2.2. <i>Побудова компонент онтології</i> | 53 |
| <i>Розділ 4. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ОНТОЛОГІЙ</i> | 59 |
| 4.1. <i>Попередній аналіз ПдО</i> | 61 |
| 4.2. <i>Формування таблиці класів концептів-понять</i> | 72 |
| 4.3. <i>Побудова онтології ПдО у вигляді онтографу</i> | 74 |
| <i>Розділ 5. МОДЕЛЬ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ ДІЛОВИХ ІГОР В ІНФОРМАЦІЙНОМУ</i> | 82 |

СЕРЕДОВИЩІ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНИХ ОНТОЛОГІЙ

| | |
|--|-----|
| Додаток 1. Екологічна ділова гра «Дослідження впливу антропогенного навантаження на рослини паркових зон міст України» | 88 |
| Додаток 2. Методика формування комп'ютерної онтології екологічного паспорту об'єкту на прикладі озера Нобель | 143 |
| Література | 192 |

ПЕРЕДМОВА

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 наслідки господарсько-економічної діяльності людського суспільства [6].

Сучасна екологічна ситуація – результат людської діяльності, спрямованої на задоволення власних 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 про екологічні процеси, чіткого розуміння основних закономірностей виникнення екологічних загроз та управління екологічною безпекою, як складовою національної безпеки, та набуття практичних навичок і вмій для забезпечення сталого розвитку України є актуальним.

У подоланні сучасної глобальної екологічної кризи визначальним є формування екологічної свідомості, культури і цілісного екологічного світогляду. Тому екологічна освіта і виховання є одним з пріоритетних напрямів державної політики.

Згідно указу Президента України № 344/2013 [35] одним із пріоритетних напрямків стратегії розвитку освіти є формування безпечного освітнього середовища, екологізація освіти, посилення екологічної підготовки учнів та студентів. На сьогодні гостро постало питання необхідності підготовки фахівців для освіти сталого розвитку з новим екологічним мисленням, що вимагає розробки і створення нових методів та форм навчання із використанням сучасних інформаційних технологій.

Однією з форм активного навчання в галузі екологічної освіти, що відрізняється особливою наочністю і динамічністю, є комп'ютерні ділові ігри, що дозволяють імітувати цілком конкретні умови дослідження, діяльності та відношень фахівців, занурюватися у складні за інформаційною структурою

ситуації і вирішувати нові для себе завдання, пов'язані з аналізом і прогнозом явищ та подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних факторів і причин, а також їх можливих наслідків.

Накопичений досвід роботи в цій галузі свідчить про широкі можливості для вдосконалення екологічної підготовки молоді завдяки використанню комп'ютерних ділових ігор в навчальному процесі, особливо в умовах дефіциту часу, відведеного на дисципліни природничого напрямку.

Комп'ютерні ділові ігри проявили себе як унікальний метод навчання, який сприяє ефективному підвищенню якості підготовки фахівця. Застосування ігрового моделювання в процесі екологічної підготовки молоді дозволяє імітувати конкретну ситуацію, пов'язану з природокористуванням, коли потрібно знайти правильне рішення, відповідне реальним обставинам. При цьому зазвичай використовується не тільки програмний матеріал, але, що особливо важливо, виробляються вміння і навички системного мислення, пробуджується прагнення до пошуку нових ідей, прагнення до творчості і колективної взаємодії.

В ході проведення ділових ігор та колективного обговорення їх результатів у гравців формуються важливі соціальні установки, набуваються практичні навички та вміння знаходити рішення конкретних завдань, пов'язаних з природокористуванням і охороною навколишнього середовища.

Ігрове моделювання дозволяє охопити в одній грі процеси, що займають в природі багато десятиліть і навіть століть, і стиснути їх в масштабі ігрового часу. Застосування ж комп'ютерів дозволяє істотно розширити можливості моделі, даючи можливість, наприклад, змоделювати сукупну відповідь природного середовища на той чи інший антропогенний вплив, далеко виходячи за межі оцінок зміни окремих її параметрів, таких як ступінь чистоти води, повітря та ґрунту, лісистості території, динаміки чисельності тварин тощо. Учням/студентам пропонується долучитись до власного творчого пошуку у відкритті нових знань, спробувати себе в ролі «юного дослідника»,

доторкнутись до світу серйозної науки і зробити свій перший самостійний крок у невідоме.

Реалізація екологічних ділових ігор вимагає спільної обробки великих об'ємів просторової і непросторової взаємозв'язаної різнопланової інформації, її інтеграції й взаємодії з іншими різними за призначенням системами.

Тож актуальною постає задача створення інформаційного середовища з використанням класифікації, систематизації та візуалізації логіко-ієрархічних зв'язків між поняттями предметної області екологічної ділової гри, що надасть гравцеві можливість виявляти принципово нові, раніше невідомі взаємозв'язки, інтегрувати різноформатні інформаційні ресурси, завдяки чому пасивні методи пошуку перетворюються на активні методи аналізу проблематики і прийняття найефективніших рішень.

З огляду на аналіз сучасних методів та засобів представлення інформаційних ресурсів в процесі навчання інформаційно-аналітичне середовище учасника екологічної ділової гри 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 володіти гнучкістю, можливістю до розширення функціональності та агрегації розподілених в мережі інформаційних ресурсів, необхідним є створення ергономічного інтерфейсу користувача, що забезпечує Web-доступ до них.

Саме тому основу такого інтерфейсу складає комп'ютерна онтологія, яка умовно поділяється на дві частини: перша містить опис структури інформаційно-аналітичного середовища гравця, друга – ресурси, що описують предметну область екологічної ділової гри.

Використання онтології ефективно під час пошуку і об'єднання інформації з різних джерел і середовищ, представлення та інтерпретації інформації в процесі прийняття рішень. Комп'ютерні онтології дозволяють візуалізувати результат процесів інтеграції та агрегації розподілених

інформаційних ресурсів у процесі реалізації екологічних ділових ігор у легкодоступній наочній формі.

Не менш важливу роль під час реалізації екологічних ділових ігор відіграють засоби ГІС-аналізу. Ця сучасна комп'ютерна технологія забезпечує інтеграцію баз даних та операцій над ними, таких як їх запит і статистичний аналіз, з потужними засобами подання даних, результатів запитів, вибірок і аналітичних розрахунків у наочній легко зчитуваній картографічній формі.

Предметом дослідження в ГІС (географічних інформаційних системах) можуть бути як об'єкти і явища навколишнього світу, так і дані, отримані в результаті спостережень і вимірів у різних галузях науки. Такі дані є також складовою частиною навчальних курсів і практичних занять у школах і вищих навчальних закладах.

Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування в широкому спектрі навчальних 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 на довкілля.

Створення карт та географічний аналіз не є чимось абсолютно новим. Однак технологія ГІС надає новий, більш відповідний сучасності, більш ефективний, зручний і швидкий підхід до аналізу екологічних проблем і вирішення завдань в процесі навчання чи реалізації ділових комп'ютерних ігор екологічного спрямування. Вона автоматизує процедуру аналізу та прогнозу.

Актуальність створення засобів формування та використання комп'ютерних онтологій для реалізації ділових ігор в галузі екологічної освіти полягає у вдосконаленні інструментарію, інноваційних методів навчання, що є невід'ємною умовою ефективного впровадження принципів освіти для сталого розвитку в чинну систему освіти. Використання онтологічного підходу до класифікації, систематизації та візуалізації інформаційних ресурсів на основі застосування семантичних властивостей дає можливість гравцям виявляти

раніше невідомі взаємозв'язки, засоби ГС-аналізу – досліджувати та оцінювати матеріали чи об'єкти ділової гри, а онтологічний інтерфейс для візуалізації інтеграції розподілених інформаційних моделей та систем – робити висновки про відповідність запланованої чи здійснюваної в грі діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Розділ 1. ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА

Сформована традиційна система освіти будувалася на дисциплінарній основі відповідно до принципу самостійної роботи учня/студента над завданням і була орієнтована на підготовку до індивідуальної діяльності. Проблеми навколишнього середовища носять комплексний характер і для свого вирішення потребують об'єднання зусиль.

Освіта в екологічному аспекті повинна бути стратегічно направленою на зміну людського світогляду та орієнтуватись на майбутні покоління, закладаючи перші цеглини у будівлю збалансованого життя людства вже зараз. Одним із сучасних підходів до організації навчального процесу, який відповідає поставленим завданням виховання екологічно свідомої людини, є освіта для сталого розвитку.

1.1. Освіта для сталого розвитку

Освіта, яка надає знань про глобальні проблеми людства в аспекті філософсько-екологічної концепції сталого розвитку, сприяє формуванню світогляду, який базується на принципах сталості, стимулює переорієнтацію навчання з передачі знань на створення діалогу між учнями/студентами і викладачами, а також наголошує на практичних розв'язках еколого-соціальних проблем. Як відомо, сталий (стійкий, збалансований) розвиток той, що задовольняє потреби сучасного суспільства, але не загрожує здатності майбутніх поколінь задовольняти свої потреби [13]. Поняття сталого розвитку введено спеціальною комісією ООН із довкілля та розвитку, яку очолював прем'єр-міністр Норвегії Гро Харлем Брундтланд, та зафіксовано у доповіді «Наше спільне майбутнє» у 1987 році [37]. Позитивною екологічна ситуація може стати лише за сприяння населення, яке повинно докладати усіх зусиль для створення надійного соціально-економічного становища. Саме тому в освіті для сталого розвитку переплітаються економічні, соціальні та екологічні аспекти

[53]. Стає зрозумілим, що впровадження освіти для сталого розвитку в практику навчальних закладів досить актуальне.

1.2. Закордонний досвід екологічної освіти

У розвинених державах розроблені та вдосконалюються різні програми й концепції розвитку екологічної освіти, програми й плани підготовки спеціалістів-екологів сучасного рівня. Буквально за кілька останніх років видано багато посібників і підручників, науково-популярної й публіцистичної літератури, знято фільми й розроблено рекомендації еколога-освітнього змісту. В більшості країн світу екологія стала обов'язковою дисципліною в усіх школах, в багатьох вищих навчальних закладах створено кафедри або факультети екологічного профілю, проведено сотні екологічних національних і міжнародних семінарів, конференцій, з'їздів.

Велику еколога-просвітницьку роботу провадять у всьому світі організації «зелених», товариства з охорони природи, серед них відомі «Greenpeace», «Legambiente» та ін.

Ще в 1975 р. учасники Міжнародного семінару з екологічної освіти (Белград, Югославія) запропонували глобальну схему екологічної освіти. Відповідно до цієї схеми головною метою екологічної освіти має бути формування в населення планети усвідомлення того, що виникла життєво важлива глобальна проблема довкілля й усього, що з ним пов'язане, що довкіллям необхідно опікуватися, а для цього треба мати відповідні знання, досвід, уміння, мотивації та зобов'язання як для індивідуальної, так і для колективної роботи задля порятунку біосфери та запобігання майбутнім екологічним катастрофам.

У 1977 р. на Міжнародній конференції (Тбілісі) завдання й мету екологічної освіти було конкретизовано:

– сприяти чіткому усвідомленню того, що суспільство розвивається за тісних взаємозв'язків усіх природних і соціальних процесів;

- забезпечити кожній людині можливість здобути знання, право, досвід і умови їх реалізації, необхідні для захисту довкілля та його поліпшення;
- розробити нові алгоритми поведінки окремої людини, груп людей і суспільства як єдиного цілого стосовно довкілля.

Сьогодні активно розвиваються як формальна екологічна освіта (в школах, вищих навчальних закладах, інститутах підвищення кваліфікації), так і неформальна (за допомогою засобів масової інформації, кіноіндустрії, музеїв, виставок, заходів природоохоронних товариств тощо).

Особливе значення розвитку екологічної освіти й культури надається в усьому світі останніми роками, коли стало очевидно, що одними з головних причин невиконання ухвал міжнародних екологічних форумів, угод і конвенцій з охорони природи є саме низька екологічна культура більшості населення планети, низький рівень екологічної освіти й свідомості, зокрема осіб, які приймають важливі рішення. Тому в період з 1997 по 2003 р. на багатьох міжнародних зібраннях активно обговорювалися проблеми екологічної освіти й виховання та їх роль в еколого-збалансованому розвитку людства (Нью-Делі, 1997; Париж, 1998; Цюріх, 1999; Брюссель, 1999; Дакар, 2000; Йоганнесбург, 2002 та ін.).

У 2002 р. Міністерством освіти і науки Швеції разом із Міністерством охорони навколишнього середовища цієї країни за завданням Європейської економічної комісії ООН розроблено проект «Стратегії освіти з еколого-збалансованого розвитку й екологічної освіти ЄЕК ООН». У 2003 р. спеціальними робочими групами ЄЕК ООН закладено теоретичні основи стратегії щодо освіти задля сталого розвитку та намічено шляхи її реалізації.

В усьому світі поширюються такі поняття, як «екологічна філософія життя», «екологічні пріоритети», «екологічний імператив», «екологічна парадигма» (система цінностей, підходів, принципів). Ці поняття обґрунтовуються й використовуються в системі екологічної освіти.

Сьогодні в світі екологічна освіта визнається одним із основних факторів екологізації всіх видів людської діяльності. Вона розглядається як самостійна й

нагальна проблема, як важливий інструмент управління, головний важіль для вдосконалення моделі виробництва і споживання з урахуванням можливостей біосфери.

Період з 2005 по 2015 р. на Всесвітньому Саміті в Йоганнесбурзі рекомендовано об'явити десятиліттям освіти задля еколого-збалансованого розвитку.

1.3. Екологічна освіта в Україні

Важливі для цивілізації процеси екологізації свідомості населення, формування нового – екологічного світогляду, нової – екологічної культури цілком характерні й для України.

За останні десять років у нашій державі також розроблено програми й концепції розвитку екологічної освіти й виховання, видано посібники й підручники з екології, створено десятки кафедр і факультетів екологічного профілю в інститутах та університетах, започаткувалося багато журналів загальноєкологічного, еколого-економічного, еколого-географічного змісту.

У 2001 р. в нашій країні створено перший спеціалізований вищий навчальний заклад – Одеський державний екологічний університет, базовий з підготовки кадрів для Міністерства екології і природних ресурсів України.

З огляду на те, що в світі не існує єдиної ефективної системи екологічної освіти, яку можна було б без суттєвих змін взяти за основу, формування її в Україні відбувається на основі власного досвіду розробників із урахуванням національних особливостей. Науково-педагогічні кадри України мають високоякісні доробки з екологічного сталого розвитку, медичної екології, екології військової діяльності, методології та змісту екологічної освіти і виховання, екологічної етики і психології, освіти і управління тощо. З використанням цього досвіду та на виконання Указу Президента України № 832/95 від 12.09.1995 р. «Про основні напрями реформування вищої освіти в Україні» колектив фахівців у галузі екологічної освіти за участю спеціалістів Мінекобезпеки розробив Концепцію розвитку екологічної освіти і виховання в

Україні [28], затверджену наприкінці 2001 року, а на початку 2002 року – план заходів з її реалізації. Концепція враховує програмні документи щодо політики в галузі освіти і охорони навколишнього середовища, зокрема Постанову Верховної Ради України № 188/98–вр від 05.03.1998 р. «Основні напрями державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки».

Згідно з концепцією екологічна освіта та виховання мають бути спрямовані на здобуття фундаментальних екологічних знань та їх методології, а також на професійну екологічну підготовку, екологізацію спеціальних навчальних дисциплін і екологічне просвітництво. Це забезпечить формування цілісного екологічного знання і мислення, необхідних для прийняття обґрунтованих управлінських рішень на рівні підприємств, галузей, регіонів, країни загалом.

Екологічна освіта, будучи міждисциплінарною в своїй основі, також вимагає комплексного підходу, при якому більш чітко виявляється соціальний характер будь-якої людської діяльності та її наслідків. Це зумовлює необхідність застосування нових форм і методів навчання, орієнтованих на розвиток умінь і навичок пізнавальної і практичної діяльності в сфері природокористування і охорони навколишнього середовища.

Так, впровадження концепції освіти для сталого розвитку передбачає зміщення акцентів із методів навчання, орієнтованих на передачу інформації, до ширшого застосування активних дидактичних методів аналізу проблем і пошуку рішень, співпраці викладачів та учнів/студентів. Як зазначає Н. А. Пустовіт у статті «Освіта для сталого розвитку – важливий напрям підвищення екологічної компетентності вчителя», «окремо в якості ефективних і бажаних в контексті освіти для сталого розвитку методів можна відмітити дискусії, роз'яснення ціннісних категорій, моделювання, екскурсії, рольові й імітаційні ігри»[46].

1.4. Ігрове моделювання в екологічній освіті

В наш час все більше поширення в екологічній освіті отримує ігрове моделювання, у тому числі і з використанням інформаційних технологій. Феномен гри досліджувався в різні історичні періоди вітчизняними та зарубіжними філософами, педагогами, культурологами, психологами: психологію гри вивчали Н. П. Анікєєва, Д. Б. Ельконін, Л. С. Виготський, І. А. Зимня, С. А. Шмаков, І. Хейзинг, Е. Берн [12]; питання визначення сутності ділових ігор в теорії ігрового навчання та аналізу можливостей їх практичного застосування описали П. І. Підкасистий, Ж. С. Хайдаров, Д. М. Кавтарадзе, В. М. Єфімов, Г. Л. Пельман, Н. П. Анікєєва та інші науковці. Д. Б. Ельконін, один із найвідоміших дослідників гри, формулює це поняття так: «Гра людини – це така діяльність, в якій відтворюються соціальні відношення між людьми поза умовами безпосередньої утилітарної діяльності» [64]. У великій сучасній енциклопедії з педагогіки дидактична гра розглядається як вид гри, організований дорослими для вирішення навчальної задачі [44].

Визначення терміну «гра» у психології також містить відтворення і засвоєння суспільного досвіду, зафіксованого у соціально закріплених способах здійснення наочних дій, у предметних науках і культурі. Навчальна дидактична гра з позиції ігрової діяльності – це пізнання і реальне освоєння учнями/студентами майбутньої професії в процесі розв'язання ігрової проблеми під час імітації, відтворення в ролях, основних видів поведінки, але за певних, закладених умовами гри, правил [9]. В основі ігрового моделювання лежить відтворення в умовах навчання процесу, що відбувається в реальній системі (імітаційно-ігрове моделювання), де передбачено ігрову процедуру в роботі з моделлю, тобто взаємодіяння учнів/студентів в процесі імітації. Суть поняття «ігрова імітаційна технологія» полягає в організації навчального процесу в ігрових умовах, що максимально відтворюють реальність. Ця технологія відзначається високим ступенем поєднання індивідуальної і спільної роботи учнів/студентів [49]. Це дозволяє не просто засвоювати зміст

досліджуваного питання та знайомитися зі структурою і функціонуванням модельованих природних і природно-технічних систем, а й забезпечує набуття досвіду колективного прийняття рішень в тих випадках, коли їх практика в реальних умовах ускладнена (наприклад, коли втручання в природне середовище пов'язане з ризиком і може привести до значного збитку, загибелі тощо).

1.5. Ділові ігри як засіб навчання екологічному мисленню

Переорієнтація змісту сучасної освіти – це питання не так про «обсяг» знань, вмінь та навичок, що повинні засвоїти учні/студенти, як про самі підходи до побудови нової педагогічної парадигми, інтегрованої в певну органічну цілісність проблеми довкілля, економіки та суспільства [39]. Спеціальним завданням екологічної освіти, яка вважається складовою освіти для сталого розвитку, є сприяння розвитку різноманітних соціально-педагогічних практик, технологій і прийомів формування у особистості відповідного ставлення до природного середовища [26], екологічного мислення. Особливості вибору відповідних методик екологічної освіти підлітків достатньо повно висвітлено у низці праць (І. Д. Зверєва, А. Н. Захлебного, І. Т. Суравегіної та ін.). Багато дослідників у царині екологічної освіти і виховання приділили увагу проблемі та методології формування екологічної культури (Н. Єфіменко, І. Костицька, Л. Лук'янова, В. Маршицька, О. Пруцакова, Н. Пустовіт, С. Совгіра, Г. Тарасенко та ін.).

За роки існування ділових ігор тематика їх змінювалася відповідно до завдань, що визначалися урядовими планами, зміною структур управління, технічним прогресом, розвитком науки та економіки. Ділові ігри з'явилися і з'являються як відгук на потребу. В даний момент у зв'язку з глобальними реформами в нашій країні та країнах СНД тематика ділових ігор змінилася в бік переходу до вирішення проблем екології, охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Екологічні комп'ютерні ділові ігри – це тип екологічних ігор, який базується на моделюванні соціального й предметного змісту екологічної діяльності [21]. Такі ігри дають змогу змодельовати ту чи іншу екологічну ситуацію, екологічно грамотно розв'язати конкретну задачу. Вони відіграють щоразу значущішу роль в сучасній практиці формування в учнів/студентів відповідального ставлення до природи і можуть застосовуватись у будь-яких вікових категоріях та групах як метод екологічної освіти [26]. Екологічні комп'ютерні ділові ігри, як зазначають деякі дослідники, можуть бути використані ефективно не тільки для закріплення навчального матеріалу, але й для засвоєння нової інформації [50].

Розділ 2. ДІЛОВІ ІГРИ: ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ДІЛОВИХ ІГОР В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ

Перші приклади застосування ділових ігор можуть бути знайдені у військовій справі. Військові ігри, використовувані Герцогом Вертуріні в 1796 році, були прикладом детально розроблених ігор такого типу. Ділові ігри використовувалися при складанні планів військових операцій [10].

Метод ділових ігор вперше був розроблений в Радянському Союзі і з початку 30-х років ХХ століття з успіхом застосовувався в деяких вищих навчальних закладах Москви, Ленінграда, Харкова та на великих промислових підприємствах країни. Перша ділова гра була розроблена та проведена в СРСР в 1932 році М. М. Бірштейн. Однією з перших і найбільш цікавих була гра «Термінова, в 48 годин, перебудова виробництва у зв'язку з різкою зміною виробничої програми», розроблена в 1935 р. Ленінградською промисловою академією ім. С. М. Кірова для тренування студентів ВНЗ і керівного фабрично-заводського персоналу. Наприклад, на підприємствах в системі Мосенерго проводилися так звані аварійні ігри, метою яких була швидка ліквідація можливих небажаних наслідків. Значне місце займали проектувальні ігри.

З урахуванням галузевих особливостей, видів виробництва конкретного призначення, масштабних характеристик і структури ігрових колективів можна вважати, що в радянській довоєнній практиці налічувалося не менше 15–20 характерних варіантів ділових ігор.

Вже в той час наявна обчислювальна та організаційна техніка створювала можливості імітації процесів управління. Технічною базою перших ділових ігор були засоби диспетчерського зв'язку, спеціальні оргпристрої, розрахункові прилади диспетчерських бюро в поєднанні із обчислювально-перфораційними і обчислювально-клавійними машинами.

Ділові ігри зустрічали протидії прихильників традиційної освіти та педагогічних методів, адже змінювалася роль викладача. У 1938 році ділові ігри в СРСР спіткала доля низки наукових напрямків, вони були заборонені.

Їх друге народження відбулося тільки в 60-х рр., після того як з'явилися перші ділові ігри в США (Ч. Абт, К. Грінблат, Ф. Грей, Г. Грем, Г. Дюпюї, Р. Дьюк, Р. Прюдом та ін.).

Спираючись на радянські принципи побудови та методіку проведення, Американська асоціація управління («АМА») в 1957 р. ввела в навчальний процес підготовки «менеджерів» першу за кордоном ділову гру. За короткий час в силу високої ефективності в США, Англії, Франції, Німеччині та інших країнах набули поширення багато варіантів ділових ігор, які є невід'ємним елементом підготовки, підвищення кваліфікації та атестації керівних, інженерно-технічних та економічних кадрів [20].

Незважаючи на те, що ділові ігри зародилися в нашій країні, і нашими фахівцями було створено багато високоефективних оригінальних робіт, ми сильно відстали від зарубіжної практики їх використання. Перший семінар розробників ділових ігор був проведений в 1976 році під Москвою з ініціативи ЦЕМІ і московського державного університету, і надалі семінари для розробників ділових ігор проходили кожні 3 роки [5].

Розпад СРСР на окремі держави, повний розвал промисловості та інших сфер життя, експеримент в області демократичних форм управління, перехід на ринкову економіку викликав потік нових розпоряджень, наказів і проектів, безліч організаційно-економічних нововведень, що вимагали нестандартного підходу впровадження їх в життя. Ділові ігри прийшли на допомогу в цьому процесі.

Ділові ігри широко поширилися в світі. Вони проникли в усі сфери народного господарства, в освіту і науку, культуру, психологію та інші області. Ділові ігри використовуються, як правило, в системі підготовки кадрів у вищих і середніх навчальних закладах, у старших класах школи і, звичайно, при підвищенні кваліфікації фахівців. Використання комп'ютерів робить технології

навчання легко пристосовуваними в будь-яких країнах [10]. Однак, в Україні та країнах СНД ділові ігри проникли далеко не в усі навчальні заклади і використовуються не всіма кафедрами. Лише в останні роки ділові ігри починають застосовуватися у викладанні технічних і гуманітарних дисциплін. Ігровий метод у середніх школах розвинений надзвичайно слабо.

Застосування ділових ігор перебуває зараз на крутому підйомі. Можна очікувати, що в найближчі роки ігрове моделювання отримає загальне поширення в процесі освіти, а комп'ютерні ділові ігри стануть невід'ємним методом навчання.

2.1. Поняття ділової гри

Ділова гра в широко поширеному розумінні – це метод імітації прийняття рішень в різних ситуаціях шляхом гри за заданими правилами. Інший термін, що зустрічається в літературі, – ігрове моделювання, який ніби підкреслює імітаційний характер ділових ігор по відношенню до управлінської діяльності.

За Ю. С. Арутюновим «сьогодні ділову гру можна розглядати як нову галузь діяльності і науково-технічного знання, як імітаційний експеримент, як форму рольового спілкування, як метод навчання, дослідження та вирішення виробничих завдань» [3].

Будь-яка ділова гра – навчальна, атестуюча та перевіряюча кадри, дослідницька, апробуюча або будь-яка інша, – не дивлячись на всі відмінності цілей, будови, правил прийняття рішень, алгоритмів обробки даних тощо, має щось спільне: інформаційна структура, на яку спирається процес прийняття рішень. Спрощено кажучи, інформаційна структура ділової гри є те, що обумовлює способи зв'язку між її учасниками. Мова імітаційної моделі найкраще відтворює образ ситуації, що розглядається, тому творча діяльність учасників гри полягає в знаходженні в процесі її проведення проблеми і способів її вирішення. Саме непередбачуваність ділової гри робить її специфічною формою пізнавальної діяльності. Мотиви її відображені в

інтересах учасників, в переплетенні інтересів «ролей» і особистостей, причому гравець діє в умовній ситуації, але цілком серйозно.

Для досягнення в ході ділової гри двоякої мети – ігрової (її можна назвати спортивною) і дидактично-виховної, навчально-дослідницької необхідна дієва мотивація діяльності учасника – результативна (установка гравця на проміжні і кінцевий «спортивний» результати) і пізнавальна (інтерес до самого процесу гри і засвоєння породжуваних нею цінностей, що розвивають особистість гравця). Учасники повинні «жити» грою, виникаючим в ній новим для них знанням, а не очікуванням результату. Відкриття ними нового професійного знання (системи умінь і навичок) цінне тим, що призводить до постановки та вирішення нових для них пізнавальних завдань.

Таким чином, будь-яке розгорнуте визначення ділової гри має включати в себе ряд характерних моментів. Необхідно підкреслити, що ділова гра – це засіб розвитку творчого, професійного мислення, в ході її учень/студент набуває здатності аналізувати специфічні ситуації і вирішувати нові для себе професійні завдання. Ділова гра імітує цілком конкретні умови середовища, діяльність і відношення гравців. Її учасники повинні ставити на перший план не ігрову мету, а пізнавальну (точніше, самовиховну). Виконання учасниками ігрових правил – необхідна передумова індивідуальних і спільно прийнятих рішень в рамках відведеної кожному ролі. Нарешті, учасники створюють, розігрують і вирішують проблемні ситуації, спілкуючись один з одним.

Розгорнуте визначення, безсумнівно, колись і буде вироблено, що допоможе чіткіше окреслити коло ділових ігор, відокремити їх від інших активних методів навчання, таких, як метод ситуаційних завдань, метод розігрування ролей, тематичні дискусії, групові консультації та інші варіанти діалогічного спілкування учнів/студентів з педагогами і партнерами.

Виділяють кілька областей використання ділових ігор:

- в наукових дослідженнях;
- при відборі раціональних варіантів для прийняття рішень;
- при навчанні студентів та учнів.

Ознаки ділової гри:

1. Наявність проблеми або завдання, що пропонується для вирішення;
2. Наявність умовного, змодельованого об'єкта;
3. Наділення гравців ролями і рольовими функціями;
4. Наявність взаємодій між гравцями, що повторюють реальні зв'язки і відношення ієрархічної системи по горизонталі і вертикалі;
5. Багатоланковий «ланцюжок рішень», що впливають одне з іншого;
6. Наявність конфліктних ситуацій внаслідок відмінності інтересів або в умовах інформаційної невизначеності;
7. Наявність в грі фактора часу, що збігається з реальним, «стиснутого» або уповільненого;
8. Наявність системи оцінки ігрової діяльності, наявність змагання ігрових груп.

Обов'язковість зазначених ознак розуміється в сенсі повноцінності.

Колектив учасників ділової гри. Спілкування учасників гри – процес керований. Розбіжність інтересів, неадекватність сприйняття, неправильний розподіл ролей і функцій може викликати нерозуміння учасниками один одного. Попередня робота ще до розподілу ролей в групі полягає в:

- Вивченні психологічних особливостей та професійних якостей особистості кожного гравця;
- Підборі групи з максимальною психологічною сумісністю;
- Призначенні формальних лідерів, що володіють ознаками неформального лідера групи;
- Розподілі ігрових функцій з урахуванням професійної компетенції та індивідуальних інтересів кожного;
- Формуванні ще до проведення ділової гри комунікативних умінь і навичок (вміння говорити і слухати, вставати на позицію іншого, співчувати і розуміти опонента, володіти собою у стресових ситуаціях ігрової взаємодії та ін.);

- Встановленні контактів з неформальними лідерами групи з метою опосередкованого впливу на учасників гри.

Проблеми методичного забезпечення ділової гри. Організатором ділової гри може бути людина, що володіє знаннями та навичками в галузі розробки та впровадження активних методів навчання. Така підготовка, крім фахових знань, звичайно включає в себе вивчення питань психології та педагогіки, досвід проведення ділових ігор, комп'ютерну грамотність.

Важливо мати на увазі склад аудиторії, для якої призначається гра. Одні моменти слід підкреслити в активному навчанні студентів, інші – перед молодшою аудиторією; важливо надати учасникам гри максимум свободи вибору в прийнятті рішення.

Конструкція гри передбачає певний ступінь правдоподібності інформації. Послідовність дій учасників задається так, щоб у кожного була можливість перебудуватися по ходу гри, тобто задається не повний список рішень (для вибору одного з безлічі), а лише область можливих рішень. Чітко визначена роль ведучого: він регулює швидкість перетворення інформаційного масиву в завдання гравцям на основі прийнятого в результаті даної гри рішення і стежить за тим, щоб на кожному кроці (етапі) залишалася ясною загальна конструктивна схема гри.

Методичне забезпечення ділової гри має визначати порядок оцінювання якості рішень, прийнятих гравцями.

Події, ігрові епізоди і етапи, що відбуваються в грі повинні бути пов'язані в часі, а необхідні ліміти часу – узгоджені з навчальним планом.

У розробці екологічної комп'ютерної ділової гри повинні брати участь фахівці різних областей: екологи, економісти, ІТ-спеціалісти, географи та інші – залежно від її цілей, завдань і аудиторії, на яку вона розрахована. Ділова гра завжди колективна. Якщо навіть, як у деяких сучасних іграх, одна людина грає з комп'ютером, то відсутні ланки модельованого колективу все одно частково закладені до комп'ютерної програми, а частково імітуються керівником гри (тобто фактично навіть у цьому випадку грають кілька, а не один).

Елементи невизначеності посилюються введеними до гри конфліктними ситуаціями і неповнотою інформації.

Останнім часом наукові дослідження в галузі ділових ігор активізувалися. Вивчаються методи ігрового моделювання при дослідженні складних систем. Розглядаються значення людського фактора при конструюванні гри і її проведенні, проблеми педагогіки при проведенні ділових ігор і питання мотивації діяльності, досліджуються теоретичні аспекти ігрового моделювання (види ігрового діалогу, зв'язок моделювання з інтелектуальними системами тощо), оцінки ефективності ділових ігор, відмінностей між ними та ін.

У кожній грі беруть участь апарат управління грою і команди гравців, причому гра може бути односторонньою – команди не вступають у протидію ні одна з одною, ні з гіпотетичними командами, що вводяться апаратом управління грою; двосторонньою – в суперництві одна з одною діють або дві команди (групи команд) або команда (команди) гравців і їхніх суперників, дії яких моделюються апаратом управління грою.

Основні структурні ознаки граючих сторін – характер їх дій, ступінь свободи дій і рівень доступної інформації. Управління грою характеризується способом і стратегією її проведення.

Розширення меж охоплення освіти навчальними іграми:

1. Впровадження ігрових методів у викладанні не тільки спеціальних, але і загальноосвітніх та загальнотехнічних дисциплін;
2. Розвиток ділових ігор, що прискорюють процес адаптації молодих фахівців до майбутньої професії;
3. Розширення трансдисциплінарності в застосуванні ділових ігор.

В процесі організації або реалізації наукових досліджень ділові ігри сприяють утворенню ситуації, в межах якої зміни в поведінці людей піддаються спостереженню.

Ділові ігри – це метод:

- Експериментування в галузі управління з можливим програванням безлічі варіантів проекту і виявленням оптимального.

- Розробок, випробування і вибору найкращих систем управління у промисловості, освіті, культурі та інших областях.
- Навчання, який використовується в навчальному процесі.
- Атестації і вибору спеціалістів та керівників.
- Навчання спілкуванню, комунікабельності, співпраці.
- Перебудови на нове мислення, здійснення впливу на самосвідомість і розвиток особистості з вихованням моральних, правових, етичних та інших якостей людини.
- Пробудження і розвитку творчості.
- Вирішення багатьох екологічних проблем [4].

Імітаційний метод процесу навчання і наукового дослідження максимально наближає гравців до реальної практичної діяльності. Ділові ігри будь-якого плану мають ряд евристичних особливостей, які роблять їх найбільш привабливим засобом інтелектуалізації багатьох аспектів навчальної та дослідницької практики.

В ігровому процесі досягається відома ступінь свободи оперування простором і часом, недоступна в реальних ситуаціях. У діловій грі час піддається стисненню і розтягуванню, можливо моделювання сьогодення, найближчого і віддаленого майбутнього, аж до багаторічного періоду [5].

Ділові ігри довели, що вони сприяють не тільки закріпленню знань та використанню їх у практичній діяльності, а й отримання умінь і навичок.

Ділові ігри сприяють:

- адаптації «новачка» в незвичній ситуації;
- формуванню вміння вирішувати складні організаційно-економічні завдання;
- надбання досвіду роботи на комп'ютері з використанням «навчальних програм».

Ділова гра складається з семи невіддільних один від одного елементів: учбового або навчального, виробничого, науково-дослідного, логічного,

психологічного, соціального, інтегрального. На перший погляд, проведення ділових ігор не викликає труднощів. Насправді від організатора вимагається знання, вміння і мистецтво ведення гри. Нерідко невмілі організатори «провалюють» гру: не отримують очікуваного ефекту, дискредитують цей метод. Ігрова форма навчання завоювала симпатію, виявилася привабливою для використання як у навчальному процесі, так і при розробці та впровадженні організаційно-економічних нововведень у життя. В даний час з'явилася потреба у фахівцях нових спеціальностей (маркетологах, PR-менеджерах, дистриб'юторах тощо), з одного боку, і наявність великого числа безробітних (з числа колишніх військових керівників, випускників шкіл та ВНЗ тощо) – з іншого, що викликало необхідність у розгортанні короткострокових шкіл та семінарів, які навчають відповідним знанням і вмінням. Важливим методом навчання в них є ділові ігри в поєднанні з іншими формами активного навчання.

Для забезпечення руху застосування ділових ігор в галузі екологічної освіти необхідна підготовка великої кількості фахівців-експертів. Ділові ігри екологічного спрямування цікаві тим, що в ігровому часі стискаються процеси, що відбуваються в природі багато десятиліть, а то і століття, рельєфно виступає сукупний «відгук» природного середовища на вплив людини. В ході гри учасники можуть виконувати ролі членів природоохоронної асоціації чи комісії, завдання якої – координувати охорону навколишнього середовища в регіоні та готувати рішення проблем його захисту. При цьому треба зважати на капітальні вкладення, водні та енергетичні ресурси, час прийняття рішень, брак інформації про можливі наслідки деяких з них для стану природного середовища тощо.

2.2. Ділові ігри в структурі навчального процесу вищого навчального закладу

Відомо, що структуру навчального процесу вищого навчального закладу складають лекції, практичні та лабораторні заняття, курсове та дипломне

проектування, виробничі та навчальні практики, заліки та іспити. Це – роками, десятиліттями відпрацьована форма, і вносити тут якісь зміни важко. Тому на цьому етапі про ділові ігри, незважаючи на їх значення, можна говорити лише в тому плані, з якою частиною навчального процесу вони можуть поєднатися.

Навчання в основному виражається в засвоєнні теоретичних курсів. Для вироблення практичних навичок окремі дисципліни ув'язуються в систему, причому увага зосереджується на досвіді користування результатами розрахунків, а не на відпрацюванні їх техніки. Отже, виникають завдання:

- Засвоювати теоретичні положення в умовах практичних ситуацій, створених в ході ділових ігор;
- Розвивати здібності студентів висувати і обґрунтовувати власні ідеї вдосконалення дослідницької діяльності із застосуванням інформаційних технологій.

Окремі питання ділової гри можуть розроблятися за курсовими проектами деяких дисциплін. Цілком можливе виконання курсових проектів за тематикою ділових ігор з усіх дисциплін. Відомо, що кожен викладач прагне урізноманітнити завдання на курсовий проект, щоб підвищити самостійність студентів. Однак, мета не завжди досягається. Цікавіше, якщо групі видати однакові завдання і провести гру на кращий варіант їх захисту. Такий метод, безсумнівно, вимагає самостійної творчої активності від студентів у виборі найбільш ефективного рішення. Позитивно тут ще й те, що в ході обговорення підсумків певний урок отримає і той, хто менш впорався із завданням, бо він почує про свої помилки і шляхи їх виправлення.

Ще більша кількість тем виникає при дипломному проектуванні. Тут можливий не тільки вибір найкращих варіантів, а й виконання комплексної гри з широкою проблематики за участю студентів при попередньому її проведенні в конкретній обстановці. Це одне з важливих умов підвищення реальності дипломних проектів.

Припустимо, коли самостійними темами дипломних проектів є методичні розробки ситуаційних ділових ігор за різними напрямками, які в подальшому можуть отримати практичне використання студентами молодших курсів.

Найбільш ефективними для активізації навчального процесу є комплексні ділові ігри, які дозволяють одночасно об'єднати зусилля викладачів різних дисциплін і навіть кафедр для вирішення питань як вивчених, так і тих, що вивчаються студентами в ході навчання.

Ділові ігри – свого роду комплексний іспит студентів з усіх раніше пройдених предметів. Студент, який готується до участі в іграх, незалежно від відведеної йому ролі, зобов'язаний ретельно не тільки повторити або вивчити необхідні розділи, а й підготувати довідковий матеріал для проведення ділової гри. Також важливо, контроль якості підготовки, підбору і обробки матеріалу проводить не викладач, а студенти, що виступають в наступному етапі ділової гри.

Неякісний підбір матеріалу або недостатня його обробка учасниками на попередньому етапі не дозволяють добитися в майбутньому високоефективних результатів гри. Таким чином, проявляється зв'язок і взаємозумовленість знань, сумлінності підготовки та відповідальності студентів один перед одним. У структурі навчального процесу важко, а то й неможливо знайти що-небудь подібне.

Що цікаво – без натиску і підказки у діловій грі проявляються елементи змагання за підвищення якості знань студентів. Піклуючись про ефективне виконання свого завдання, гравці особисто стежать, а якщо потрібно, то і допомагають учасникам попереднього, а іноді і наступного етапів, тому що в цілому з цього складаються результати всієї ділової гри. Таким чином, гра – своєрідний самоіспит підготовки та захисту студентами комплексного проекту за єдиною широкомасштабною темою, яка охоплює всі профільюючі предмети.

У ході ділової гри студент не тільки навчається способам відтворення і вивчення проблем там, де різні інтереси та ресурси пов'язані в одній системі, яку дає нам ігрова модель, прагне глибше і повніше зрозуміти особливості

функціонування та розвитку системи чи процесу, а й проводить науково-дослідну роботу з виявлення принципово нових взаємозв'язків, які раніше не були відомі.

Ділові ігри, використовуючи математичні методи дослідження операцій, дають можливість програвати різноманітні варіанти з урахуванням різних психологічних аспектів. Математична модель не може відобразити відношень між людьми, оскільки їх неможливо описати за допомогою кількісних взаємозв'язків. Подібні фактори можуть моделюватися тільки людьми в процесі проведення ділової гри.

Відомо, що однією з найцінніших якостей практичного працівника є досвід, який в звичайних умовах набувається роками. Ділові ігри дозволяють накопичувати його набагато швидше. Це особливо важливо для випускників ВНЗ. В умовах високорозвиненого виробництва досвід і практика прийняття рішень відіграють колосальну роль. І в цьому відношенні важливість ділових ігор безперечна.

Ділові ігри мають нескінченну кількість різних варіантів проведення. Залежно від досліджуваних предметів і поставленої мети викладач визначає ті види ігор, які повинні дати найбільшу ефективність у засвоєнні навчального матеріалу.

При аналізі підсумків можуть виявитися окремі помилки, недоробки, з урахуванням усього цього підбираються інші, більш досконалі варіанти проведення ігор. Може здатися, що це слабке їх місце. Насправді цим доводиться перевага ділових ігор перед іншими засобами навчання завдяки їх динамічності, можливості та необхідності постійного вдосконалення.

Навіть якщо ви захочете повторно програти старий варіант, то тільки новий цифровий матеріал змусить вас змінити його основні елементи та етапи проведення. У процесі самої гри по вже підготовленому і відпрацьованому матеріалу можуть виникнути ситуації, які ніхто і не припускав. У даному випадку їх треба вирішувати одразу під час гри або взяти як матеріал для інших варіантів ділової гри.

2.3. Методичні принципи ділових ігор

Уже на перших етапах використання в навчальному процесі ділові ігри показали себе як ефективний засіб імітації реальних умов, що дозволяє учасникам гри відповідно до встановлених функціональних обов'язків вчитися вирішувати практичні завдання і приймати рішення у відповідних сферах їх діяльності.

Основні переваги ділових ігор полягають у наступному:

- Максимальне наближення навчання до реальних умов в результаті їх відтворення або трансформування таким чином, щоб виділити найбільш актуальну проблему;
- Широка самостійність учасників гри, які самі розробляють стратегію і тактику у прийнятті рішень;
- Рішення приймаються в умовах змагання, що сприяє найкращому розвитку творчості та ініціатив учасників гри, а також необхідності високої компетентності керівників та здатності відстоювати і обґрунтовувати внесені рекомендації;
- Широке застосування інформаційних технологій для проведення розрахунків, аналізу, зберігання та подання інформації й прийняття оптимальних рішень;
- Можливості оцінки наслідків і якості як проміжних, так і завершальних рішень, а також діяльності кожного учасника на окремих етапах гри.

Наявний практичний досвід свідчить про те, що в ході гри досягається така інтенсивність інтелектуальної праці, яка дозволяє її учасникам засвоювати до 90% навчального матеріалу. При цьому справа зводиться не до механічного запам'ятовування, а до системного аналізу і активного творчого пошуку найбільш ефективних рішень практичних завдань.

Навчання майбутніх фахівців умінню результативно вирішувати різні завдання за допомогою ділових ігор нерозривно пов'язане з виробленням відповідних методичних принципів і установок.

Загальною рисою ділових ігор є висока зацікавленість учнів/студентів: на підготовчому етапі вони перечитують велику кількість спеціальної літератури, вивчають матеріали, знайомляться з організацією праці та розподілу функціональних обов'язків в процесі гри.

При підготовці ділової гри створюється така творча обстановка, яка забезпечує активну пізнавальну діяльність і творче змагання учасників гри. Це підвищує інтерес до досліджуваних об'єктів і процесів, що в свою чергу прискорює засвоєння необхідної інформації [20].

2.4. Застосування ГІС при реалізації екологічних ділових ігор

Однією з вимог, що висувуються до сучасної людини, є її високий рівень інформаційної культури. Розвинений інтелект, вміння грамотно працювати з будь-якою інформацією – це одна з основних характеристик людини, підготовленої до життя в сучасному суспільстві.

Розвиток інформаційних технологій значно підвищує мотивацію навчання, сприяє активному впровадженню сучасних педагогічних технологій, розвитку інтегрованого підходу, продуктивному навчанню в діяльності, і, в кінцевому рахунку, саморозвитку.

Спочатку, мета використання нових інформаційних технологій у навчанні зводилася до того, щоб зацікавити учнів/студентів, дозволити їм побачити, що предмет не просто потрібний, він унікальний у своєму роді.

Необхідність активного ознайомлення учнів/студентів з основами геоінформатики і сутністю ГІС-технологій пояснюється наступними обставинами:

- молодіжне середовище чутливе до нових ідей, пов'язаних з впровадженням передових комп'ютерних технологій;
- в школі викладаються такі предмети як «географія», «інформатика», «екологія» і деякі інші, які в принципі можуть стати основою для вивчення, розуміння і подальшої роботи школярів з геоінформаційними системами;

- у розвинених західних країнах процес ГІС-освіти знаходиться на високому рівні – від спеціальних, обов'язкових курсів до широкого використання ГІС-програм в різних навчальних дисциплінах;
- в Україні даний процес тільки зароджується і практично не помічається членами ГІС-спільноти, тому вимагає уваги.

Звичайно, використання електронних підручників, матеріалів з Internet дозволило на сучасному рівні, з використанням фотографій, схем, графіків і основних понять вивчити новий матеріал, ненав'язливо вставляючи додаткову інформацію з теми.

Але, дотримуючись судження про те, що викладач не є основним джерелом знань, а учні/студенти – не просто пасивні поглиначі інформації, в процесі навчання вони створюють своє власне розуміння предметного змісту навчання, призвело до того, що черговою метою стало формування в учнів/студентів навичок знаходження та відбору потрібної інформації. Це досягається реалізацією ділових ігор, що сприяє, на думку А. Ю. Уварова [60], розвитку у учнів/студентів умінь здійснювати самостійний пошук інформації, класифікувати її, зіставляти, що є необхідною якістю саморозвитку особистості, прищеплює навички самоосвіти, допомагає «перетворювати навчання в радість відкриття», а викладач стає організатором процесу отримання знань, сприяючи самореалізації юного дослідника.

Саме ці вміння реалізуються в учнів/студентів при використанні географічних інформаційних систем (ГІС) в процесі освіти.

Використання ГІС виділяється з усього різноманіття засобів новітніх інформаційних технологій, що застосовуються в освіті, у зв'язку з їх зростаючою популярністю в практиці вітчизняного і зарубіжного освітнього процесу.

ГІС дозволяють проводити збір, зберігання, аналіз і картування будь-яких даних про об'єкти і явища на основі їх просторового положення.

У сучасному житті, чим більша кількість інформації є у вашому розпорядженні, тим простіше буде прийняти обґрунтовані рішення й вжити

ефективних заходів. Але недостатньо просто нагромадити інформацію, потрібний інструмент, що забезпечує її повноцінне використання. Таким універсальним інструментом і є ГІС-технологія.

Відомо, що більша частина інформації, з якою ми маємо справу, включає просторовий компонент – дані про населення, економічний розвиток, природні ресурси, керування містами й територіями, надзвичайні ситуації, типи лісів або ґрунтів, екологію, виробничу діяльність підприємств або іншу інформацію про об'єкти, явища й події на нашій планеті. ГІС дозволяє одержати найбільшу віддачу від інформації.

ГІС – це не просто ще одна виробнича навичка, це універсальний інструмент дослідника. Функції просторового аналізу застосовується в більш ніж 100 дисциплінах, що охоплюють більшість напрямків наукових і прикладних досліджень. ГІС дозволяє студентам та юним дослідникам формулювати питання й одержувати на них відповіді шляхом створення й аналізу карт на основі обраних критеріїв. ГІС також є прекрасним засобом презентації результатів проведених досліджень.

ГІС – це значно більше, ніж електронні карти на екрані комп'ютера. Вони забезпечують створення, відображення та спільний аналіз різних типів даних: описових (табличних), векторних, растрових та інших даних. Створені за цими даними карти можна представити в будь-якій стандартній системі координат і перевести їх у будь-яку картографічну проекцію.

Географія є частиною нашого життя. Це те, що нас оточує, це конкретизація всього, із чим ми щодня контактуємо – погода, дороги, магазини, якість води, повітря і ґрунту, економіка та політика просторово прив'язані до конкретного місця або території. Люди часто не замислюються над значенням географії тому, що вона постійно навколо них, вона скрізь.

Саме тому, сьогодні ця технологія є одним з найбільш популярних і корисних інструментів у світі, в тому числі в навчальному процесі та в наукових дослідженнях. ГІС допомагає сформувати в учнів/студентів новий

погляд на світ, що забезпечує його комплексне сприйняття й краще розуміння взаємозв'язків між його складовими.

Незважаючи на багаторічний досвід використання різноманітних типів програмних засобів, до яких належать ГІС, у навчальних цілях, їх потенційні можливості залишаються невичерпаними. Причиною цього є як нерозробленість теоретичних основ, які розкривають доцільність створення та застосування ГІС з метою навчання, так і відсутність чіткої класифікації чи типології комплексу вимог, що висуваються до них.

Географічні інформаційні системи навчального призначення зазвичай призначаються для використання в навчально-виховному процесі, при підготовці, перепідготовці і підвищенні кваліфікації кадрів сфери освіти, з метою розвитку особистості учня, інтенсифікації процесу навчання [7].

Географічні інформаційні системи, як один з різновидів картографічних засобів навчання розглядаються методистами Н. З. Хасаншиною [62], Л. М. Макаровою [31] та ін. як поліфункціональний і комплексний засіб навчання. Це дозволяє ГІС виконувати наступні функції:

- функцію наочності;
- функцію забезпечення операційної діяльності учнів/студентів;
- виховну функцію;
- розвиваючу функцію;
- інформаційну функцію;
- пропагуючу функцію.

Функція наочності. Сучасній методиці відомі дві основні форми пізнання: чуттєве, в основі якого лежать відчуття, сприйняття і уявлення, а також логічне, що спирається на абстрактне мислення. Обидві ці форми взаємозв'язані і не віддільні одна від одної. Наочність збагачує коло географічних уявлень учнів/студентів, робить навчання більш доступним, розвиває спостережливість, мислення і пізнавальні здібності, допомагає більш глибокому і міцному засвоєнню навчального матеріалу.

Реалізація в навчанні дидактичного принципу наочності вимагає систематичної роботи із засобами навчання, в тому числі і ГІС.

Функція забезпечення операційної діяльності учнів/студентів. Найбільш яскраво ця функція виявляється в процесі формування практичних умінь і навичок при роботі з ГІС.

Виховна функція. Роботі з ГІС властиві підвищена виразність і емоційність, здатність впливати на почуття учнів/студентів.

Включаючи в навчально-виховний процес учнів/студентів різноманітні завдання по роботі з ГІС, викладач може вирішувати завдання екологічного виховання, дбайливого ставлення до національних багатств, естетичного виховання тощо.

Одним з важливих завдань всього комплексу робіт з ГІС, що є одним з елементів сучасного трансдисциплінарного навчання, є графічна підготовка. Зміст навчальної програми разом із знаннями повинен включати уміння і навички, стимулювати творчу діяльність учнів/студентів, підвищуючи роль емоційного впливу та включення їх до оціночної діяльності.

Розвиваюча функція. Систематичне, цілеспрямоване використання ГІС сприяє розумовому розвитку учнів/студентів.

Реалізація розвиваючої функції передбачає активну роботу з ними, поступове, безперервне ускладнення завдань. Розумовий розвиток учнів/студентів при систематичній роботі з ГІС передбачає: на ранніх стадіях – викликати інтерес до досліджуваного об'єкта чи явища, спонукати до його спостереження; наступний етап – навчання прийомам спостереження, аналізу та синтезу спостережуваного, підведення до висновків. Працюють учні/студенти на цьому етапі в значній мірі за зразком. Тільки після того, як вони оволоділи основними прийомами роботи з ГІС, можна переходити до наступного етапу – самостійного, творчого вирішення завдань.

Інформаційна функція. Вона реалізується через систематичну роботу з ГІС. Ті й самі ГІС несуть значне смислове й інформаційне навантаження як будь-який засіб навчання.

Залежно від особливостей організації роботи з ГІС вона може виступати в ролі самостійної або практичної роботи, вправи, виду курсової роботи, складової ділової гри. Всі ці ролі підпорядковані спільній меті: формування просторових уявлень і понять про розміщення природних і соціально-економічних об'єктів і явищ.

За орієнтацією навчального призначення А. Ю. Уваров [60] виділив наступні види ГІС:

- вирішення певної навчальної проблеми, що вимагає її вивчення і (або) рішення, – проблемно-орієнтовані ГІС;
- здійснення певної діяльності з об'єктним середовищем (наприклад, з системою підготовки текстів, інформаційно-пошуковою системою, базою даних) – об'єктно-орієнтовані ГІС;
- здійснення діяльності у деякому предметному середовищі (в ідеалі – з вбудованими елементами технології навчання) – предметно-орієнтовані ГІС.

В останні роки крім загальних курсів з основ ГІС-технології і її застосуванню в таких традиційних прикладних областях як екологія, лісове господарство, вивчення природних ресурсів, з'явилися, наприклад, такі спеціалізовані курси як «Введення в ґрунтознавство», «Полеві методи в археології», «Ландшафтна архітектура і урбаністика», де ГІС відіграє роль універсального інструмента, що полегшує освоєння основних наукових дисциплін. ГІС дозволяє учням/студентам освоїти нові підходи до розгляду даних і сучасні методи роботи з ними з використанням комп'ютерів. Крім того, ГІС долучає учнів/студентів до колективної праці, оскільки реалізація ділових ігор з їх використанням вимагає високого рівня кооперації.

Крім застосування під час реалізації ділових ігор в навчальному процесі, ГІС широко використовується в діяльності університетських наукових центрів і лабораторій при виконанні дослідницьких і прикладних проектів, у тому числі міждисциплінарних та міжнародних, де активно застосовуються засоби

поширення і взаємного обміну ГІС-даними по локальних і глобальних мережах із застосуванням хмарних обчислювань.

З використанням ГІС в процесі реалізації ділових ігор С. В. Рогачов [48] пропонує організувати роботу по складанню картограм і картодіаграм, що дозволяє отримати якісно новий як картографічний, так і аналітичний продукт.

Особливу роль при створенні тематичних карт та картограм відводить геоінформаційним системам і Е. М. Ципіна [63]: експерти з екологічної безпеки, природоохоронної діяльності та фахівці з галузі екологічної освіти повинні вміти легко користуватися тематичними картами, доповнювати їх, оновлювати, перескладати з метою районування території, вивчення динаміки, поєднання природних і антропогенних явищ. Вони повинні вміти зчитувати з карт всю корисну для себе інформацію, комплектувати набори карт у вигляді ГІС. Отже, необхідним елементом застосування ГІС має стати вивчення методик складання тематичних карт і роботи з ними.

Російськими викладачами запропоновані розробки конкретних уроків з використанням ГІС для створення картограм, комп'ютерних ділових ігор з використанням «німих» карт [61].

Використання ГІС при реалізації екологічних ділових ігор дозволяє інтегрувати знання з таких навчальних дисциплін як біологія, екологія, хімія зі знаннями з математики та інформатики, що дозволяє зацікавити вивченням природничих наук «технарів».

Використання інформаційних технологій дозволяє проводити ділові ігри на більш високому науковому рівні, інтегрувати знання з різних дисциплін, а учням/студентам відчувати себе активними учасниками процесу навчання, отримувати нові навички, вміння, аналізувати, порівнювати й перебувати в постійному пошуку. Змішаний режим взаємодії «організатор гри – гравець» дозволяє розкривати і розвивати їх творчий потенціал, взаємодіяти у співпраці.

Розділ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ОНТОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ ДО ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В ПРОЦЕСІ ОСВІТИ

В наш час, в століття глобальної комп'ютеризації та інформатизації, сучасній людині надаються небачені раніше засоби посилення її розумових можливостей, що дозволяють до того ж інтенсифікувати процеси інтелектуального розвитку. Здійсненню цієї мети сприятиме використання в процесі навчання інноваційних інструментів, заснованих на сучасних інформаційних технологіях і спрямованих на розвиток особистості учня/студента, оволодіння новими знаннями та їх практичне застосування.

Інформатизація суспільства – це високоорганізований соціально-економічний і науково-технічний процес розробки та створення сприятливих умов для задоволення інформаційних потреб суспільства завдяки використанню інформаційних ресурсів, що забезпечує:

- активне використання інтелектуального потенціалу суспільства, сконцентрованого в друкованому та електронному фондах, науковій, виробничій та інших видах діяльності його членів;
- високий рівень інформаційного обслуговування, доступність будь-якого з джерел достовірної інформації, візуалізація представленої інформації, суттєвість використовуваних даних.

Застосування відкритих інформаційних систем, розрахованих на використання великого масиву інформації, доступної в даний момент суспільству в певній його сфері, дозволяє вдосконалити механізми управління суспільним устроєм, сприяє гуманізації та демократизації суспільства, підвищує рівень добробуту його членів. Процеси, що відбуваються у зв'язку з інформатизацією суспільства, сприяють не тільки прискоренню науково-технічного прогресу, інтелектуалізації всіх видів людської діяльності, а й створенню якісно нового інформаційного середовища соціуму, що забезпечує розвиток творчого потенціалу індивіда.

Одним з пріоритетних напрямків процесу інформатизації сучасного суспільства є інформатизація освіти. За О. А. Крейдер [30] – це процес забезпечення сфери освіти методологією і практикою розробки та оптимального використання сучасних або, як їх прийнято називати, нових інформаційних технологій (НІТ), орієнтованих на реалізацію психолого-педагогічних цілей навчання. Цей процес включає:

- вдосконалення механізмів управління освітою на основі використання автоматизованих баз даних інформації, інформаційно-методичних матеріалів, а також комунікаційних мереж;
- вдосконалення методології та стратегії відбору змісту, методів і організаційних форм навчання, виховання, відповідних завданням розвитку особистості учня в сучасних умовах інформатизації суспільства;
- створення методичних систем навчання, орієнтованих на розвиток інтелектуального потенціалу учня, формування умінь самостійно здобувати знання, здійснювати інформаційно-навчальну, експериментально-дослідницьку діяльність, різноманітні види самостійної діяльності з обробки інформації;
- створення та використання комп'ютерних тестуючих, діагностуючих методик контролю та оцінки рівня знань учнів [54].

Інформатизація освіти як процес інтелектуалізації діяльності того, хто навчає, і того, хто навчається, що розвивається на основі реалізації можливостей засобів нових інформаційних технологій, підтримує інтеграційні тенденції процесу пізнання закономірностей предметних областей та навколишнього середовища (соціальної, екологічної, інформаційної тощо), поєднуючи їх з перевагами індивідуалізації і диференціації навчання, забезпечуючи тим самим синергізм педагогічного впливу.

Поширене використання розподілених в мережі інформаційних ресурсів визначає необхідність підготовки в підростаючому поколінні творчої активності. Одним з найважливіших завдань освіти є забезпечення психолого-педагогічними та методичними розробками, спрямованими на виявлення

оптимальних умов використання сучасних засобів інформаційних технологій з метою інтенсифікації навчального процесу, підвищення його ефективності і якості:

- розвиток мислення (наприклад, наочно-дієвого, наочно-образного, інтуїтивного, творчого, теоретичного видів мислення);
- естетичне виховання (наприклад, за рахунок використання можливостей комп'ютерної графіки, технології мультимедіа);
- розвиток комунікативних здібностей;
- формування умінь приймати оптимальне рішення або пропонувати варіанти вирішення в складній ситуації (наприклад, за рахунок використання комп'ютерних ділових ігор, орієнтованих на оптимізацію діяльності з прийняття рішень);
- розвиток умінь здійснювати експериментально-дослідницьку діяльність (наприклад, за рахунок реалізації можливостей комп'ютерного моделювання);
- формування інформаційної культури, умінь здійснювати обробку інформації (наприклад, за рахунок використання інтегрованих користувальницьких пакетів, різних графічних і музичних редакторів);
- підвищення ефективності і якості процесу навчання за рахунок реалізації можливостей сучасних інформаційних технологій;
- забезпечення спонукальних мотивів (стимулів), що обумовлюють активізацію пізнавальної діяльності (наприклад, за рахунок комп'ютерної візуалізації навчальної інформації, вкраплення ігрових ситуацій, можливості управління, вибору режиму навчальної діяльності);
- поглиблення міжпредметних зв'язків за рахунок використання сучасних засобів обробки інформації, в тому числі і аудіовізуальної, при вирішенні завдань різних предметних областей.

На сьогодні інтенсивно розвивається напрямок використання технологій глобальної мережі Internet у системі освіти. Зручність і гнучкість

гіпертекстового представлення матеріалів, оперативний доступ до великих обсягів інформації, можливість віддаленого спілкування між викладачами та учнями/студентами дозволяють широко застосовувати Internet-технології при створенні інформаційних середовищ навчального призначення. Однак існуючі системи не забезпечують наявності змістових зв'язків між знаннями навчальних курсів і є просто бібліотекою статичних гіпертекстових підручників і тестових завдань, чого явно недостатньо для повноцінної та ефективної організації навчального процесу. Це виключає можливість автоматизованого аналізу знань програмними засобами і обмежує інтелектуальні можливості навчальної системи з побудови індивідуальних планів навчання.

З огляду на сучасні методи та засоби представлення розподілених інформаційних ресурсів в процесі освіти [8; 23; 57] впливає, що детермінований підхід до створення інформаційних середовищ навчального призначення, широко застосовуваний в Україні, характеризується:

- Використанням жорстких сценаріїв;
- Важко описуваним підходом;
- Складним розвитком властивостей системи.

Технологічну основу таких середовищ складають системи типу Learning Space (IBM, США), Прометей (МФТІ, РФ), ГиперМетод (РФ), Moodle (модульне об'єктно-орієнтовне динамічне навчальне середовище (LMS), (що розповсюджується за ліцензією GNU General Public License (Австралія)).

Найважливішим в процесі освіти, зокрема екологічного спрямування, є розуміння та організація процесів видобування та керування інформацією.

Прийняття рішень в процесі реалізації екологічних комп'ютерних ділових ігор 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 великих об'ємів взаємозв'язаної різнопланової інформації, що постійно збільшуються, її інтеграції й взаємодії з

іншими різними за призначенням системами. Тобто для відображення необхідно побудувати певну інформаційну систему, яка описує властивості оточуючих нас об'єктів та процесів. Певні додаткові вимоги до 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. 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 керують процесом постачання інформаційного ресурсу.

Перевагою онтологій як способу представлення знань є їх формальна структура, яка спрощує комп'ютерну обробку [43].

Використання онтології ефективно під час пошуку і об'єднання інформації з різних джерел і середовищ, представлення та інтерпретації інформації в процесі навчання. Будучи аналогом поняття «модель», онтологія слугує засобом комунікації між учнем/студентом та викладачем.

Онтологічний підхід, на відміну від детермінованого, забезпечує зв'язність інформаційних ресурсів та дозволяє гнучко працювати з контекстами.

Тому доцільним вважається використання компонент формування та управління системами знань, прикладами яких є онтологічні середовища Protege-2000, Ontolingua і Chimaera тощо.

У даний час на базі проведеної консорціумом W3 реорганізації сервісу Web мережі Internet в Semantic Web розвиваються два напрями використання web-онтологій у навчальному процесі:

Перший напрямок пов'язаний зі створенням, наповненням та оновленням баз знань інформаційних середовищ на основі онтологій;

Другий – з побудовою тестуючих програмних систем нового покоління, що оперують знаннями, які містяться в онтологіях.

Комп'ютерну онтологію деякої предметної дисципліни можна розглядати як загальнозначущу, відкриту базу знань, яка представлена загальноприйнятою (формальною) мовою 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 будь-якої 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.

Трансдисциплінарність цього процесу неможливо реалізувати в термінах регулятивних механізмів атрибутивних інформаційних структур. Трансдисциплінарність здійснює класифікацію і систематизацію формального взаємозв'язку розумінь 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.

В основі алгоритму формування трансдисциплінарних комп'ютерних 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 всіх дводольних графів, які побудовані на множині істинних висловлювань являє собою

зростаючу пірамідальну мережу. Вказана пірамідальна мережа є основою таксономії як основи трансдисциплінарної онтології. У вершинах таксономії знаходяться імена класів (таксонів) та імена концептів-понять.

У змісті поняття «семантична мережа» сполучено терміни з двох наук: семантика у мовознавстві вивчає сенс одиниць мови, а мережа в математиці є різновидом графу – набору вершин, сполучених дугами (ребрами). У семантичній мережі роль вершин виконують поняття бази знань, а дуги (причому направлені) задають відношення між ними. Таким чином, семантична мережа відображає семантику предметної області у вигляді понять і відношень між ними.

Семантична мережа - структура для подання знань у вигляді вузлів, з'єднаних дугами. Незважаючи на те, що термінологія і структура семантичних мереж різняться, існують подібності, властиві практично всім семантичним мережам:

- вузли семантичних мереж являють собою концепти предметів, подій, станів;
- дуги семантичних мереж створюють відношення між вузлами-концептами (позначки над дугами вказують на тип відношень);
- деякі відношення між концептами являють собою лінгвістичні відмінки, такі як агент, об'єкт, реципієнт і інструмент (інші означають тимчасові, просторові, логічні відношення й відношення між окремими реченнями);
- концепти організовані по рівнях у відповідності зі ступенем узагальненості, наприклад, сутність, жива істота, тварина, м'ясоїдне.

Візуалізація інформації у вигляді мережевого графу (онтографу) 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, онтограф можна перетворити на середовище, в якому забезпечується активна робота з розподіленими просторовими та семантичними інформаційними ресурсами.

3.1. Комп'ютерні онтології предметної області

Аналіз стану проблеми показує, що становлення екологічної освіти стримується відсутністю системних досліджень в цій сфері [15].

Під системним зазвичай розуміється вид дослідження, при якому реальний чи уявний об'єкт розчленовується на складові частини (елементи), а потім досліджуються ці елементи і зв'язки між ними. Аналіз предметної області становить особливий вид наукової діяльності, в результаті якої будується інтерпретаційна модель предметних знань (в широкому сенсі) [58]. В процесі аналізу останні діляться на інваріантні та прагматичні знання, концептуальні складові яких представляють онтологічні знання предметної області (ПдО).

Деякі ідеї з розробки методології проектування онтології ПдО беруть свій початок в літературі з об'єктно-орієнтованого підходу (ООП), що виник як технологія програмування великих програмних продуктів [38]. Проте розробка онтологій, як ієрархічної структури понять (концептів) відрізняється від проектування об'єктів, як класів і відношень в об'єктно-орієнтованому програмуванні. Останнє зосереджується головним чином на методах опису класів – програміст приймає проектні рішення, засновані на операторних властивостях класу, тоді як розробник онтології приймає ці рішення, ґрунтуючись на структурних властивостях класу. В результаті структура понять і відношення між поняттями в онтології відрізняються від структури класів об'єктів подібної ПдО в об'єктно-орієнтованій програмі [36]. Крім того, при розробці онтології внутрішній зміст поняття есплікується завжди, в той час як в об'єктно-орієнтованому програмуванні найчастіше застосовується метод інкапсуляції як спосіб обмеження доступу до внутрішнього вмісту об'єкта.

Системний підхід до пізнання орієнтує дослідника на розгляд будь-якої ПдО з позицій закономірностей системного цілого та взаємодії складових його частин. Системність знань виходить з багаторівневої ієрархічної організації будь-якої сутності, тобто всі об'єкти, процеси та явища можна розглядати як множину дрібніших підмножин (ознак, деталей) і, навпаки, будь-які об'єкти можна (і треба) розглядати як елементи більш високих класів узагальнень.

Дев'яності роки минулого століття вважаються періодом зародження парадигми комп'ютерних онтологій. Вона була сформульована як спроба згладити (і по можливості усунути) різного роду суперечності при функціонуванні та впровадженні інтелектуальних систем з використанням баз знань предметних областей. Яскравим представником таких систем на той час були експертні системи (ЕС). У розробників постійно виникало питання: «Як забезпечити їх просування до кінцевого користувача?». Були запропоновані розробки оболонок – «пустих» ЕС і ряд інших нововведень. Але вони не мали вирішального значення. Напрошувався висновок, що для ефективного функціонування ЕС на найважливішому етапі «життєвого циклу» – функціонування у кінцевого користувача при вирішенні реальних завдань – необхідно до кожної ЕС «прикласти» експерта у відповідній ПдО. Необхідність присутності експерта пояснювалася, зокрема, швидкоплинністю зміни знань у багатьох предметних областях і, відповідно, необхідністю оновлення бази знань ЕС в «реальному часі». У тих же ПдО, де знання мали відносну інваріантність, ЕС продовжували ефективно функціонувати.

Сказане вище і ряд інших факторів «підштовхнули» до розробки парадигми комп'ютерних онтологій, основні принципи якої були сформульовані Т. Р. Грубером [17]:

1. Дохідливість, ясність (Clarity). Терміни (поняття) онтології повинні відображати реальну дійсність. Їх символічні позначення (знаки) повинні формуватися на основі загальноприйнятих правил в семіотиці і повинні висловлювати загальноприйнятий сенс реальних об'єктів. В свою чергу, ці сенси вилучаються із загальноприйнятих визначень термінів (понять),

зафіксованих в тлумачних словниках, різних глосаріях ПдО. Судження, що входять до визначення, формалізуються на основі формального загальноприйнятого апарату у вигляді істинних логічних аксіом.

2. **Обґрунтованість, зв'язність** (Coherency). Формування початкового набору понять онтології і їх додатків має бути обґрунтованим, визначеним, в першу чергу, вимогами передбачуваної сукупності розв'язуваних завдань. Логічні аксіоми початкового набору понять повинні бути несуперечливими. Для цього повинен бути передбачений механізм логічного виведення, який, в тому числі, перевіряє на несуперечність аксіоми які додаються і виведені в онтології твердження.
3. **Розширюваність** (Extendibility). Ядром онтології є спочатку введені (спроєктовані) поняття і аксіоми, що їх описують. В онтології повинен бути передбачений механізм розширення/обмеження спільно використовуваних словників понять без порушення цілісності системи.
4. **Мінімальний вплив кодування** (Minimal encoding bias). В онтологічній системі повинен бути реалізований принцип спільного використання онтологій, який передбачає: специфікацію онтології на рівні повноцінного представлення, а не символічного кодування; запис такої специфікації на загальноприйнятій і платформонезалежній мові опису онтологій можна передати для використання будь-якому програмному агенту.
5. **Мінімальні онтологічні зобов'язання** (Minimal ontological commitment). Цей принцип перекликається з принципами обґрунтованості та розширюваності/обмеження. Важливо, щоб множина понять онтології відображала концептуальну структуру ПдО, відносно стабільну протягом «життєвого циклу» онтологічної системи, а остання надавала б можливість розширення або спеціалізації окремих гілок онтологічного графа. Відділення *концептуальних знань* від знань, виражених фактами, є стратегією побудови онтологічної системи, а точніше – онтологічних баз знань.

Нижче наведені відомі визначення поняття онтології ПдО, починаючи з початкового визначення Т. Грубера з наступним його уточненням: «*Онтологія* – це формальна специфікація узгодженої концептуалізації» [18]. Іншим важливим визначенням онтології ПдО є визначення Н. Гуаріно [19]: «*Онтологія* – це формальна теорія, що обмежує можливі концептуалізації світу». На основі цих визначень різні дослідники формують свої, окремі визначення онтології ПдО – відповідно до їх конкретної області професійних інтересів. Тематика і практична спрямованість наведеної методики (комп'ютерна онтологія як основа інформаційного середовища екологічної ділової гри) зумовлює таке визначення комп'ютерної онтології ПдО.

Комп'ютерна онтологія ПдО – це:

- 1) ієрархічна структура скінченної множини понять, що описують предметну область екологічної ділової гри;
- 2) структура є онтограф, 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 ПдО;
- 4) визначення понять і відношень виконується на основі аксіом і обмежень їх області дії;
- 5) формально онтограф описується однією з мов опису онтологій;
- 6) функції інтерпретації та аксіоми описані в певній формальній теорії.

В загальному випадку онтологію деякої ПдО формально представляють впорядкованою трійкою [11, 19, 40, 42]:

$$O = \langle X, R, F \rangle,$$

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

3.1.1. Загальна класифікація онтологій

У зв'язку з різноманітністю завдань, що вирішуються за допомогою

онтологій, їх можна диференціювати за багатьма ознаками. На практиці основними критеріями класифікації є: призначення, виразність та формальність онтології. Далі розглядаються деякі з наведених у літературі класифікацій.

За *призначенням* онтології поділяють таким чином:

- Онтології верхнього рівня (top-level ontology). Містять описи загальних понять, які не пов'язані з конкретними предметними областями, тобто вони можуть бути застосовні до будь-якої з них. Такими поняттями можуть бути «час», «простір», «подія», «дія» тощо;
- Онтології предметних областей (domain ontology). Описують термінологію в різних предметних областях;
- Онтології завдань (задач) (task ontology). Описують конкретні процеси, характерні для різних предметних областей. Наприклад, «банківська транзакція», «діагностика» тощо;
- Онтології програми (application ontology). Онтологія програми об'єднує в собі онтологію завдань і онтологію предметної області для конкретного застосування спеціалізованих понять.

Наступним критерієм для класифікації онтологій є їх виразність.

Виразність онтології визначається ступенем детальності опису, який вводить у онтологію понять. Чим більше обмежень на використання і більше відношень з іншими поняттями містить опис поняття, тим воно детальніше. Пропонується класифікувати онтології за **виразністю** наступним чином (у порядку зростання виразності):

- *Таксономія*. Являє собою безліч понять з заданими між ними відношеннями «батько-дитина», яка впорядковує поняття в ієрархію - таксономію.
- *Тезаурус*. Виразність онтології зростає, якщо до опису понять, організованих у вигляді ієрархії (таксономії), додати додаткові взаємозв'язки (відношення) з іншими поняттями. Набір відношень, які вводяться, залежить від розв'язуваної задачі і предметної області. Наприклад, якщо онтологія буде використовуватися для обробки

природної мови, то доцільно ввести відношення синонімії, антонімії тощо.

- *Мережа понять.* У такій онтології перелік можливих відношень не регламентований, можна вводити скільки завгодно відношень, і для них не регламентується ні область визначення (можливі суб'єкти відношень), ні область значень (можливі об'єкти відношень).
- *Повна онтологія.* Для кожного поняття в такій онтології дано визначення в термінах інших понять. Для кожного виду відношень задана область визначення та область значення; також додатково можуть бути задані правила використання відношень. Повна онтологія найбільш точно описує потрібну предметну область і зменшує кількість ненавмисних моделей при формалізації онтології з використанням логічної мови.

Важливо зазначити, що наведені класи виразності онтологій ніяк не відображають форму чи спосіб запису онтології. Вони вказують на те, що міститься в онтології. У свою чергу, ступінь формальності онтології відображає те, як цей зміст записується. Деякі джерела пропонують розділити онтології за критерієм формальності на наступні групи (по зростанню формальності):

- неформальні онтології природною мовою;
- напівформальні онтології спрощеною природною мовою. Вони описуються обмеженою за структурою і словником природною мовою, що значно зменшує багатозначність визначень, які властиві природній мові.
- напівформальні онтології штучною мовою. Для опису онтології використовується штучна, формальна мова, в результаті чого онтологія може використовуватися в роботі програмних систем.
- формальні онтології формальною мовою з конкретним синтаксисом і семантикою, що володіють властивостями несуперечності і повноти. Як формальний спосіб запису онтології використовується логічна мова - логіка предикатів першого порядку і її підмножини.

Такі характеристики онтології як виразність і формальність є ключовими для вирішення практичних задач. Повні онтології детально описують предметну область завдання, тобто такого опису достатньо для розв'язання

прикладної задачі. А формальний спосіб фіксації виявлених знань у вигляді онтології (з використанням спеціальних мов) дозволяє обробляти їх з використанням комп'ютерів.

3.2. Методологія розробки онтології предметної області

Етапи проектування онтологічних систем поділяються згідно методології SADT (*Structured Analysis and Design Technique*) на фази проектування складних систем: 1) аналіз – визначення того, що система буде робити, 2) проектування – визначення підсистем та їх взаємодію; 3) реалізація – розробка підсистем окремо, об'єднання – з'єднання підсистем в єдине ціле, 4) тестування – перевірка роботи системи; 5) установка – введення системи в дію; 6) функціонування – використання системи.

Попередній аналіз предметної області

В усі методології включений етап попереднього аналізу ПдО [2, 11, 16, 24, 27, 32, 33, 42, 43]. Цей етап (як і процес проектування бази знань ПдО в цілому) має складний аналітичний характер і полягає в багаторазовому абстрагуванні, в результаті якого з усього різноманіття сторін і властивостей сутностей предметної області виділяються найбільш істотні, релевантні конкретним задачам. Знання предметної області, розуміння суті відповідних в ній процесів, законів, правил і обмежень, які керують її розвитком, є необхідною умовою успішного вирішення задач, що стоять перед дослідником. Більше того, наявність таких знань є необхідною умовою постановки, формулювання цих задач, без чого неможливе саме рішення [41]. Онтологічні системи покликані зробити знання колективним надбанням широкого кола осіб, дати потужний інструмент для фіксації, придбання та обробки знань, перевірки їх на несуперечність, повноту тощо. Крім того, складається систематизоване представлення знань про ПдО, виявляються джерела формування елементів множин і процедур, задач, що виконуються в аналізованій ПдО. Складається і документується словник термінів ПдО.

Етап попереднього аналізу ПдО включає:

- обґрунтований вибір точного (і достатнього) фрагмента проблемного простору, в якому будуть ставитися і вирішуватися задачі користувача;
- вибір методів і процедур системно-онтологічного аналізу, якими, зокрема, можуть бути абстрагування і конкретизація, композиція і декомпозиція, структурування, кластеризація і класифікація, тестування і верифікація;
- складання детального словника термінів і його розбиття на підмножини термінів-об'єктів, термінів-процесів і термінів, які іменують задачі та методи.

Як правило, методика зводиться до алгоритму, який носить ітеративний характер. Для процесу розробки необхідно передбачити ряд «контрольних точок» з метою перевірки отриманих результатів на відповідність обраним критеріям. Зазначені критерії повинні мати співвідношення із заданими критеріями на проектування бази знань ПдО, оскільки створення останньої є метою для розробників. Оптимальний результат, як правило, залежить від ступеню опрацювання передбачених програм і варіантів використання онтології.

3.2.1. Онтологія об'єктів ПдО

Під *онтологією об'єктів* предметної області розуміється кортеж [43]:

$$O^o = \langle X, R, F, A(D, R_s) \rangle,$$

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;

$R = \{R_1, R_2, \dots, R_k, \dots, R_m\}$, $R \subseteq X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$, $k = \overline{1, m}$, $m = \text{Card } R$, – скінченна множина семантично значущих відношень між поняттями-об'єктами ПдО. Вони визначають тип взаємозв'язку між поняттями. У загальному випадку, відношення ділять на загальнозначущі (з яких виділяють, як правило, відношення часткового порядку) і конкретні відношення заданої ПдО;

$F : X \times R$ – скінченна множина функцій інтерпретації, заданих на поняттях-об'єктах і/або відношеннях;

A – скінченна множина аксіом, яка складається з множини визначень D_i^t і множини обмежень Rs_i^t 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 . В множині обмежень Rs_i можуть бути задані обмеження на інтерпретацію відповідних понять X_i .

Онтологія визначає загальнозживані, семантично значимі «понятійні одиниці знань», якими оперують дослідники і розробники знання-орієнтованих інформаційних систем. Вона відокремлює «статичні» і «динамічні» компоненти знань ПдО від операціональних знань. На відміну від знань, закодованих в алгоритмах, онтологія забезпечує їх уніфіковане і багаторазове використання різними групами дослідників, на різних комп'ютерних платформах при вирішенні різних задач.

3.2.2. Побудова компонент онтології

Визначення, безпосередньо пов'язані з побудовою компонент (множин) концептуальної моделі ПдО або її онтології: поняття є цілісна сукупність суджень, в яких щось стверджується про відмінні ознаки досліджуваної суті, ядром якої є судження (або ствердження) про найбільш загальні і в той же час істотні ознаки цієї сутності.

Кожне поняття характеризується *обсягом* і *змістом*. Обсяг і зміст поняття - дві взаємопов'язані сторони поняття. *Обсяг* - клас узагальнених в понятті предметів, *зміст* - сукупність (зазвичай істотних) ознак, за якими вироблено узагальнення і виділення предметів у даному понятті.

Кожному поняттю відповідає одне або кілька імен.

Найбільш істотним компонентом концептуальної моделі ПдО є множина понять заданої предметної області.

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

- Залежно від відображення виду або роду предметів – на *видові* і *родові* поняття.
- Залежно від відображення частини або цілого предметів – на *поняття-частини* і *поняття-цілі*.
- Залежно від кількості відображуваних предметів – на *одиничні* і *загальні* поняття.
- Залежно від відображення предмета або властивості, абстрагованого від предмета, – на *конкретні* поняття і *абстрактні* поняття.

Онтологія ПдО – це концептуальна модель реального світу і її поняття повинні відображати цю реальність.

Побудова множини X (концептів (понять-об'єктів) заданої ПдО) вважається найбільш важливим моментом при розробці онтології ПдО. Вона повинна бути обов'язково не пустою. Співвідношення між *Card X*, *Card R* і *Card F* характеризують онтологію за функціональною ознакою.

Для добре опрацьованих предметних областей за основу множини елементів X_i може бути взято вміст відповідних тлумачних словників. В іншому випадку слід скласти повний список термінів (причому перетин об'ємів і змісту понять в такому попередньому списку не є суттєвим), в якому вказати:

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

Відомо, що в будь-якій предметній області існують терміни-синоніми. Для них в онтології відводиться тільки одне поняття, в аксіомах якого може бути вказаний синонімічний ряд термінів. Іншими словами, синоніми одного і того ж поняття не представляють різні класи.

Далі слід уточнити і визначити остаточний список класів-понять, імена яких будуть входити в онтологію, що розроблюється, і є вершинами онтографу.

Також слід прийняти єдині правила присвоювання імен поняттям і їх властивостям.

Потім, можливо, слід повторити деякі фрагменти процесу аналізу ПдО (з прив'язкою до складеного списку понять), виконані на попередньому етапі. Важливо, що до множини зазначених вище «контрольних точок» (точок входу ітерації) повинно бути включено завершення розробки будь-якого компонента онтології.

В результаті має бути отриманий повний список істотних для заданої ПдО (і передбачуваних додатків) понять і їх машинно-інтерпретовані формулювання.

Побудова множини R (семантично значущих відношень між поняттями-об'єктами ПдО) також заснована на результатах попереднього етапу аналізу ПдО. По суті, потрібно встановити між елементами $x_i \in X$ семантичні k -арні відношення $R_k \subseteq X^k$. Іншими словами, необхідно побудувати множину ребер, що зв'язують вузли *орієнтованого графа*. В якості вузлів онтографа виступає множина понять ПдО. Вершиною (або вершинами) онтографа є родові поняття, яке не має надкласу, а найнижчий рівень представляють конкретні поняття (примітиви), що не мають видових понять в заданій ПдО.

На практиці множину R на початковому етапі подають деяким узагальненим відношенням “*вище-нижче*”. Відомо кілька підходів для розробки ієрархії класів: процес *низхідної* розробки, процес *зростаючої* розробки і *комбінований* процес розробки. Останній найчастіше використовується розробниками, так як він є більш природнім: спочатку оперують поняттями середнього рівня, до яких найчастіше звертаються розробники. Потім ці поняття узагальнюються і обмежуються.

Наприкінці даного підетапу слід співвіднести розроблені класи та їх ієрархії з результатами попереднього аналізу ПдО. Зокрема, уточнюються залежності для конкретних пар (x_i, x_j) . В процесі співвіднесення (і побудови ієрархії) слід враховувати, що [36]:

- прямі підкласи в ієрархії повинні розташовуватися на одному рівні узагальнення;
- клас може бути підкласом декількох класів, і тоді він може наслідувати властивості від всіх цих класів;
- якщо клас має тільки один прямий підклас, то, можливо, при моделюванні допущена помилка або онтологія неповна;
- якщо у даного класу є більше дюжини (іноді говорять про число 7) підкласів, то, можливо, необхідні додаткові проміжні класи;
- в онтології число класів співвідноситься з числом передбачуваних додатків.

І слід пам'ятати, що не існує єдиної правильної ієрархії класів.

Описана побудова онтографа є спеціальним видом класифікації понять ПдО – онтологічною класифікацією.

Побудова множин F і A . Залежно від функціональної орієнтації проектованої онтології множини F і A можуть інтерпретуватися по-різному [2, 16, 27, 34,]:

1) $A \equiv F$ – множина аксіом тотожна множині функцій інтерпретації. В цьому випадку встановлюються істотні зв'язки між компонентами онтології і варіантами її використання. Основним призначенням такої онтології є однозначна інтерпретація понять, що входять в онтологію, спільнотою користувачів;

2) $A \subseteq F$ – множина аксіом не тотожна множині функцій інтерпретації. В аксіомах задаються а) базові функції (підмножина F) або б) додаткові відношення (не є елементами множини R) між поняттями, обмеження та умови, які аналізуються в машині виведення онтологічної системи і використовуються в процесі вирішення задач;

3) $A \supseteq F$ – множина аксіом не тотожна множині F . Функції інтерпретації розглядаються як спеціальний вид відношень на множину понять $F : x_1 \times x_2 \times \dots \times x_{n-1} \Rightarrow x_n$. В цьому випадку встановлюються істотні зв'язки між вже

розробленими компонентами онтології і сукупністю задач передбачуваного додатку (додатків). Онтології з таким поданням використовуються в питально-відповідних системах, в яких результатом є одне зі значень двоелементної множини або ім'я предиката.

Для наведеної методики побудова функцій інтерпретації полягає в складанні глосарію термінів ПдО, які є вершинами онтографа ПдО. Такий глосарій складається на етапі попереднього аналізу ПдО, а на наступних етапах уточнюється і доповнюється. Причому, на етапі складання онтографа ПдО - враховується інформація (з визначень понять) про поняття та відношення між ними, а на етапі формування формалізованого опису – інформація про істотні ознаки, що характеризують поняття, яке визначається.

Комп'ютерна онтологія є (формальним) виразом концептуальних знань про предметну область і за своєю значущістю порівняна з базою знань інтелектуальної інформаційної системи, а її побудова є специфічною формою людського мислення. Воно (мислення) у процесі пізнання оперує, в тому числі, судженнями, твердженнями, поняттями і відношеннями 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.

В підсумку, незалежно від того, яке з цих формулювань буде прийняте, ефективність розробленої онтології буде визначатися кінцевими результатами додатків.

Крім того, з повного списку відібраних в онтологію термінів не всі представляють поняття. Існують терміни (наприклад, рольові), які відповідають властивостям певних класів-понять. Такі властивості слід прив'язати до опису самого загального класу, до якого вони належать, а підкласи цього класу будуть наслідувати вказану властивість (звичайно, якщо між ними встановлено певне відношення часткового порядку).

Властивості понять мають певні значення, такі як *тип значень*, *потужність значень*, *дозволені значення* (для даного класу) та інші.

Наприклад, значення бувають з одиничною потужністю, потужністю без обмежень і потужністю з деяким допустимим інтервалом.

На основі побудованих множин кортежу можна синтезувати концептуальну модель ПдО, наприклад, за допомогою відомого інструментального засобу Protégé і отримати формальний опис розробленої онтології на одній з мов опису онтологій, а також графічне представлення онтографа.

Розділ 4. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ОНТОЛОГІЙ

Відомо, що в процесі створення інформаційного середовища на основі онтології головними завданнями є розробка методів і підходів систематизації знань, що припускає розробку формальної теорії, у тому числі мови представлення знань, засобів обробки (інтерпретації) знань і механізмів виведення нових знань.

Аналіз процесу дослідження ПдО [1, 42] починається, перш за все, з фіксації певної частини об'єктивної реальності (предметної області), з наступною побудовою її узагальненої моделі. На наступному етапі – виявлення найбільш істотних рис, явищ ПдО, визначення елементарних понять і їх взаємозв'язків, аксіом і обмежень, керуючих розвитком даної ПдО, тобто створення деякого образу реальності, що відображає «нестроге» суб'єктивне її сприйняття дослідником. Для фіксації добутих знань у вигляді тексту в рамках деякої знакової системи необхідно визначити відповідний формалізм, що забезпечує наочне і зручне їх подання. Він включає власну мову, по можливості більш строгу, ніж природна, і в той же час не дуже відмінну за сприйняттям від останньої, а також метод (методи), що дозволяють здійснити цю формалізацію. В якості такого може бути сполучення алгебро-логічного та аксіоматичного методів.

Наступний етап процесу проектування полягає в побудові формальної теорії досліджуваної ПдО. Ця теорія підлягає інтерпретації, тобто кожному виразу теорії, інакше, кожному поняттю необхідно порівняти конкретний об'єкт реального світу, а кожному судженню – зв'язки між реальними об'єктами, відповідними поняттями, які входять в дане судження тощо. Після цього можна визначити істинність або хибність висловлювань теорії, тобто судити про правильність міркувань про предметну область. Далі можна досліджувати побудовану модель в строгому науковому сенсі, ставити по відношенню до неї питання щодо її повноти, несуперечливості, розв'язання,

простежувати її еволюцію і, нарешті, інтерпретувати отримані знання в заданій ПдО.

Невід'ємною компонентою будь-якої інформаційної системи на основі онтології є наявність в ній бази знань, в якій в формалізованому вигляді представлені знання предметної області. Саме наявність цих знань в системі дозволяє їй успішно вирішувати як традиційні, так і нові (проблемні) задачі, які раніше були винятково прерогативою наукової творчості. В процесі проектування баз знань все частіше застосовується онтологічний підхід і онтологічний опис предметної області. Виникло самостійне відгалуження в дослідженнях з побудови баз знань – «*онтологічні бази знань*». Онтологічні знання одночасно можуть виступати як інформаційна структура концептуальних знань ПдО і як один з головних компонентів інформаційної системи на основі онтології.

Модель проекрованої інформаційної системи на основі онтології для вирішення типового набору задач у заданій предметній області можна представити наступною системою

$$S = \langle M, A, X, P \rangle,$$

де: M – множина математичних методів, що лежать в основі рішення типового набору задач в заданій ПдО;

A – множина алгоритмів, що реалізують множину методів M ;

X – множина об'єктів і процесів, що описують задану ПдО і беруть участь у реалізації алгоритмів $\{A_i\}$ вирішення m -го типового набору задач;

P – процедура онтологічного опису об'єктів, процесів і задач заданої ПдО.

Результат проектування створюється на основі комплексного набору методів аналізу природно мовних об'єктів, класичної логіки першого порядку для їх формально-логічного представлення, структуризації онтологічних знань, а також процедур прикладного процесингу та відповідних архітектур спроектованих інформаційних систем на основі онтології, вибору підходящої

пари (метод – архітектура) для конкретного кола (типового набору) проблемних задач.

У простому випадку методика формування комп'ютерних онтологій включає наступні етапи проектування:

1. Попередній аналіз заданої ПдО шляхом обробки та семантичного аналізу електронних природно-мовних текстів. 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. Автоматична побудова онтології ПдО у вигляді онтографу – множини дводольних графів, вершинами яких є поняття ПдО, а дугами - зв'язки між ними. Дводольний граф – односпрямований орієнтований граф, в одну вершину якого може входити і виходити кілька дуг.
4. Графічне (візуальне) проектування онтографу ПдО та складання формалізованого опису онтології ПдО, редагування, наповнення та використання інформації.

4.1. Попередній аналіз ПдО

Під час підготовки до реалізації комп'ютерних ділових ігор в процесі екологічної освіти існує необхідність виділення даних, що характеризуються тематичною єдністю, з різних видів сховищ текстової інформації. Тематичний пошук вимагає копіткої роботи з текстами, що зберігаються в бібліотеках, архівах, Internet, текстових базах даних. Складність цієї роботи полягає, зокрема, в тому, що частіше доводиться відбирати не цілі тексти, а фрагменти текстів які відносяться до теми. Зміст багатьох текстів є переплетінням ряду тем. Виникає проблема пошуку всередині текстових документів фрагментів, які релевантні заданій темі.

Існуючі методи інформаційного пошуку, зокрема в мережі Internet, видають багато непотрібної «сміттєвої» інформації, фільтрація якої займає дуже багато часу. Вихід з положення полягає у використанні семантичних

критеріїв, що забезпечують відбір найбільш істотних характеристик понять, про які збирається інформація.

На початку й наприкінці семантичного аналізу природномовних текстів є Слово. Методи аналізу різноманітні й залежать від розв'язуваного в прикладній області завдання. Умовно можна виділити методи семантичної обробки текстів, які націлені на «лінгвістичні перетворення» (наприклад, переклад на іноземну мову й обернена операція; короткий переказ; конспектування; тезове подання; анотування й на рішення інших прагматичних завдань). З іншого боку, у дослідників штучного інтелекту інтерес до тексту лежить в області «витягу знань» – класифікація повідомлень, відповіді на питання, контекстний переклад і розуміння дискурсів.

Тут застосовуються методи концептуального аналізу. При цьому можна помітити оформлення двох проблем:

- а) синтез систем подання знань – онтологій і
- б) розробка систем семантичного аналізу й машинного «розуміння» текстів за допомогою онтологій.

Проблема (а) широко вирішується. З останніх успішних робіт можна виділити дослідження: з корпусу професійних текстів автоматично витягується підструктура знань в одному з розділів предметної області. Для синтезу онтологій використовуються формально-логічні й синтаксичні засоби аналізу.

Варто відмітити, що «конкуруючим» підходом може служити розробка структур знань за допомогою експертів і інженерів по знаннях. У цьому випадку готовою базою для розроблювачів онтологій Knowledge – Dialogue – Solution слугують підручники, свіжі публікації тощо.

Якщо опис ситуації, викладеної в тексті, може бути досягнутий чисто лінгвістичними засобами, то розуміння ситуації можливо за рамками лінгвістичного ресурсу тексту – мобілізацією когнітивних зусиль людини і його індивідуальних знань. Зв'язне сприйняття тексту можливо лише при його розумінні.

Аналогічно тому, як людське розуміння народжується при узгодженні

зовнішньої інформації з його ментальною (когнітивною) моделлю світу, «комп'ютерне розуміння» може бути досягнуто відображенням інформації в певній формально заданій системі знань. Простіше кажучи, щоб «розуміти» щось, треба його «дізнаватися». В машинній обробці текстової інформації роль пам'яті людини виконує комп'ютерна система формальної репрезентації знань – онтологія: саме вона дозволяє сполучити аналіз тексту з його комп'ютерним «розумінням». Процедурно це досягається досить просто: необхідно знайти проекцію тексту на комп'ютерну онтологію.

Говорити про «розуміння інформації» можна лише в контексті оточуючого її знання.

Конкретне завдання штучного інтелекту полягає в наступному: задано текст або повідомлення природною мовою. Те, «про що говориться», можна назвати темою, змістом, інтенцією, повідомленням або комунікативним сенсом; цей сенс потрібно із пред'явленого тексту витягти.

Перевірка «якості розуміння», або релевантності тексту витягнутому сенсу, відбувається за рамками онтології, наприклад – експертною оцінкою сенсу або за результатом ухваленого рішення.

Машинне розуміння мови є парадигмою штучного інтелекту. Кардинальним питанням залишається одне: що ми хочемо одержати від тексту? Ми хочемо одержати його формальний (комп'ютерний) зміст. Для цього розглядається структура системи семантичного аналізу природномовних текстів, у якій повинні бути передбачені й об'єднані базові процедури: граматичний аналіз, взаємодія тексту з онтологією, одержання результату – формального розуміння тексту через онтологію й, нарешті, – уточнення його змісту. В остаточному підсумку, пропонована технологія семантичного аналізу має на меті – домогтися кращого взаємного розуміння автора тексту і його споживача через комп'ютер, загальну базу знань і рідну мову.

Текст розглядається не тільки як сховище інформації – даних, фактів і знань, які потрібно з нього витягти. Він являє собою мовне, інформаційне й культурне явище, що актуально для даного періоду існування соціуму й може

бути затребувано нащадками. Звідси слідує, що текстовий матеріал споконвічно, апріорі «занурений» у деяку загальнолюдську систему нагромадження й інтерпретації знань, у якій він сам був породжений. З іншого боку, текст генерується як індивідуально, так і колективно й може бути затребуваний також індивідуально або колективно. Це означає, що зміст («семантичне наповнення») матеріалу часто є багатоплановим, і кожний план має свою глибину викладу. Виконуючи свою комунікаційну функцію, текст зобов'язаний бути зрозумілим користувачеві, тобто – повинен відобразитися в базі знань споживача й взаємодіяти з нею.

Семантична компонента природномовного тексту давно була зафіксована лінгвістами, які визначили, що речення виражає закінчену думку. У довільному дискурсі думка одягнена в лексичну оболонку відповідно до правил граматики, і в ряді випадків цю оболонку треба «скинути». У цікавлячих нас випадках документ або повідомлення несе актуальну інформацію або стабільне знання. Концентроване вираження знання ми називаємо змістом. Це концентроване знання, або зміст, треба витягти, щоб потім ним оперувати. Отже, текст потрібно зберігати й обробляти, оскільки він містить певний авторський задум, інтелектуальний ресурс і в соціогуманістичному плані є продовженням баз знань.

Визнаючи ємний семантичний ресурс тексту, доходимо висновку, що в багатьох додатках його споживча цінність швидко не вичерпується. Витяг змісту навряд чи є одноразовою операцією комунікації. Можна сподіватися, що розкрити змістовний ресурс тексту повністю (якщо це можливо!) вдасться багаторазовим до нього звертанням. У цьому виражається активна функція документа, що використовується в деяких додатках для глибинного семантичного аналізу.

Рішенню завдання повного розкриття семантичного ресурсу тексту сприяє така система семантичного аналізу природномовних текстів (Система), що задовольняє наступним вимогам:

1. Партнери інтелектуального спілкування разом з текстом занурені в єдине

комп'ютерне середовище онтологічного знання.

Взаєморозуміння партнерів комунікації забезпечується єдиною системою подання загальних і професійних знань, накопичених в соціумі. Як контекстне середовище спілкування пропонується формальна семантична мережа – ієрархічна трьохрівнева онтологія, сформульована в роботі [14], що може бути розширена й доповнена спектром будь-яких предметно-орієнтованих онтологій.

2. Попередня лінгвістична обробка вихідного тексту (морфологічний, синтаксичний і семантичний аналіз речень) необхідна для зняття «лексичної оболонки» і виділення термінів, що несуть змістовне навантаження.

Попередній розбір тексту виконується лінгвістичним процесором, орієнтованим на семантичний аналіз звичайної текстової інформації. Наприклад, у лінгвістичній моделі «Зміст-Текст» використовуються п'ять рівнів репрезентації вираження, включаючи синтаксичний, морфологічний і семантичний рівні. У найпростішому випадку від лінгвістичного процесора потрібні: побудувати дерево синтаксичного розбору, виділити ядерні конструкції речень, побудувати відношення, визначити «значимі» лексичні групи, зокрема – ключові слова тексту.

3. Результатом комп'ютерного семантичного аналізу зв'язного тексту повинен бути формальний або адаптований текст природною мовою, що виражає його значеннєвий зміст.

Зміст зв'язного тексту формалізується через онтологію – як сукупність підграфів онтографа. Завдання виявлення змісту в деякому текстовому фрагменті (і в цілому тексті) покладають на значеннєвий процесор.

4. Система повинна забезпечувати самоконтроль авторського наміру – наскільки адекватно він виражає свої думки.

Тобто має бути передбачена сервісна можливість корекції тексту його автором. При бажанні автор порівнює результат автоматичного виділення змісту зі своїми внутрішніми намірами.

5. Система повинна багаторазово активізувати текст з метою більш

глибокого проникнення в зміст повідомлення.

Нарешті, для більш глибокого розкриття змісту, уточнення фактів та інших даних передбачений режим діалогу, що реалізується природною мовою діалоговим процесором. У процесі діалогу зміст може істотно змінитися, що, у свою чергу, може бути приводом для корегування онтології (активність тексту).

В результаті самого загального погляду на бажані якості Системи семантичного аналізу можна зробити висновок, що потенційні можливості тексту реалізуються за допомогою двох механізмів: аналізу через онтологію й активний діалог.

Як значеннєвий, так і діалоговий процесори виконують інтелектуальну місію, залучаючи позалінгвістичні знання. До них варто додати допоміжний транслятор «зміст – текст», який (у необхідних випадках) допоможе людині більш змістовно розтлумачити формальний підграф змісту.

В загальному випадку в штучному інтелекті поняття «картина світу» з'являється як синонім понять «модель світу», «модель предметної області». В області Knowledge representation дослідниками запропоновано чимало онтологічних систем репрезентації концептуальних знань про світ.

Маючи потужний філософський і лексичний потенціал, загальні онтології скоріше належать до області гносеологічних моделей, чим до систем, придатних для семантичного аналізу текстів живої мови: взаємодія онтологій з реальним текстом, так само як і результати онтологічної роботи, залишаються непевними.

У розглядуваній структурі Системи семантичного аналізу природномовного тексту онтології приділяється провідна роль. Як система відображення суспільного інтелекту вона дозволяє інтерпретувати текстову інформацію мовою загальних знань і поєднує трійку «автор – текст – споживач» у єдине інтелектуальне середовище. Будь-яке явище може бути зрозуміле й інтерпретоване тільки в контексті загальноприйнятого й стабільного знання.

Базисом Системи служить нова ієрархічна трьохрівнева онтологія. Вона

відрізняється двома особливостями: (а) мережна структура дає принципову можливість об'єднати в рамках єдиної конструкції знання вищого рівня абстракції, загальнодоступні (повсякденні й актуальні) знання середнього рівня й професійні знання нижнього рівня; (б) одночасно вона орієнтована на роботу з конкретними текстами. Крім того, результатом витягу з тексту знань повинен бути «онтологічний зміст». Цей зміст піддається строгій формалізації й комп'ютерній обробці.

Ієрархічна трьохрівнева онтологія являє собою семантичну мережу у формі концептуального орієнтованого графа.

Концептуальний граф – спосіб семантичної (понятійної) репрезентації ситуацій і знань у моделях розуміння природної мови, прийняття рішень, міркувань тощо. Вузлами концептуального графа (онтографа) слугують лексичні одиниці – слова природної мови, які трактуються як категорії й поняття. Поняттям служить «денотат деякої сутності або явища, що кодується мовним знаком». Категорії й поняття називають концептами, які в лексичній семантиці виступають в ролі елементів «понятійної метамови». За образним визначенням Дж. Ф. Сови «існує міст між мовою й додатком. Він не має потреби в повній інформації про мову й додаток, але він повинен містити гачки (зачіпки), які прив'язують мовнозалежні слова до мовнозалежної граматики й до мовнонезалежних, але залежних від додатків, концептуальних структур».

Онтологія організована як «піраміда концептуальних знань». Концепти мають різний ступінь узагальнення. Найбільш абстрактні категорії утворюють верхній рівень онтології; відповідно до парадигми академіка В. І. Вернадського про біосферу й ноосферу, це – Матерія, Речовина, Життя, Розум...

Концепти середнього рівня утворюють описовий континуум знань. Вони розкривають значення категорій верхнього рівня через більш вживану в актуальній діяльності суспільства лексику, наприклад: Час, Рух, Порядок, Людина, Суспільство, Організація, Розвиток, Керування, Транспорт, Біологія, Боротьба за існування тощо.

На нижньому рівні піраміди знань розташовуються концепти двох типів:

частина з них позначає поняття повсякденного життя, звичні об'єкти й ситуації (кімната, ложка, трамвай...), інші концентруються навколо професійних знань ПдО (концепт, відношення, онтологія...).

В методиці формування комп'ютерних онтологій в галузі екологічної освіти в якості системи семантичного аналізу природномовних текстів для попереднього аналізу ПдО може використовуватися програма обробки лінгвістичних даних «КОНСПЕКТ», яка виконує наступні функції:

- лінгвістичний аналіз тексту до рівня поверхневого синтактико-семантичного аналізу;
- виділення термінів предметної області з релевантних текстів;
- виділення і стисле конспектування фрагментів природномовних текстів, що відносяться до заданої теми, яка задається ключовим словом або словосполученням.
- генерація за наслідками семантичного аналізу заданого числа вторинних ключів, використання яких в циклічному режимі дозволяє поглибити розкриття теми у сформованих конспектах.
- використання стислих тематичних конспектів для вибору з множини текстових документів таких, які найбільшою мірою релевантні заданій темі.

В якості початкового етапу лінгвістичного аналізу виконується графемно-морфологічний аналіз.

Призначенням графемного аналізу є побудова моделі графемної структури вхідного тексту, в якій виділені і зв'язані відношеннями (де це можливо) такі змістовні одиниці тексту, як фрагмент, речення та лексема. В результаті графемного аналізу текст перетворюється у впорядкований список складників природномовного тексту.

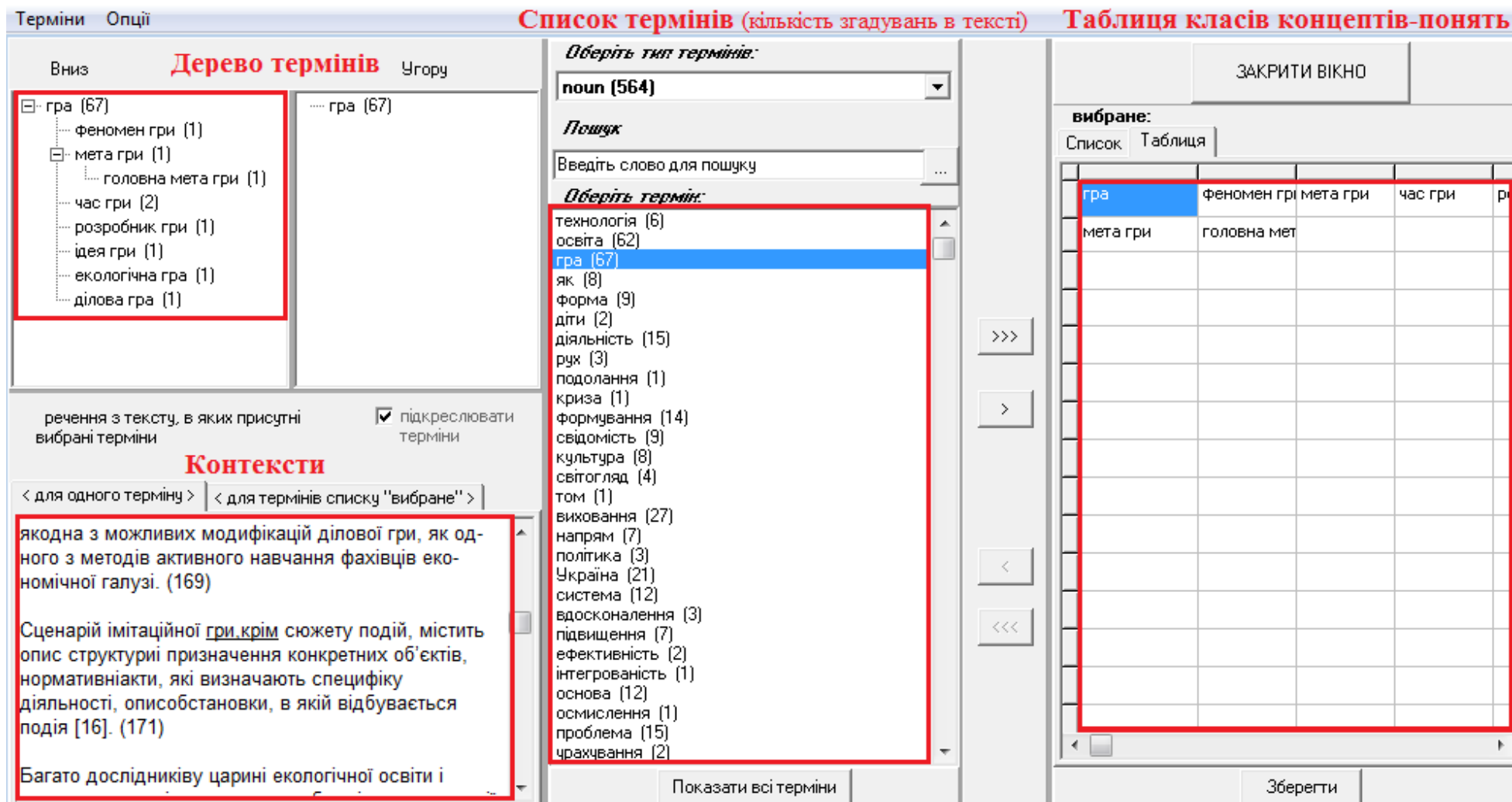


Рис. 4.1.1. Складові інтерфейсу програми обробки лінгвістичних даних «КОНСПЕКТ»

Під морфологічним аналізом розуміють повну обробку послідовності (без будь-якого зв'язку з контекстом) словоформ, сформованих на етапі графемного аналізу. В результаті такої обробки кожна словоформа доповнюється граматичною інформацією – ланцюжком символів, що визначають усі властивості словоформи, які необхідні для подальшого аналізу. Морфологічна інформація сукупності словоформ, в свою чергу, використовується на наступному етапі створення програмної моделі – під час синтаксичного аналізу, в результаті якого встановлюються зв'язки між усіма словоформами тексту та між частинами складних речень.

Існує зворотний зв'язок між семантичним і синтаксичним аналізом, тому доцільно об'єднати ці дві процедури в одному блоці – синтактико-семантичного аналізу. Кінцевим завданням процедури синтаксичного аналізу є представлення кожного речення, заданого природномовним текстом, у вигляді синтаксичного дерева (лексем речення з семантико-синтаксичними відношеннями між ними).

Зв'язування слів у речення відбувається поступово, від словосполучення до групи зв'язаних слів і, зрештою, до об'єднання всіх груп у реченні в єдину структуру. Для встановлення зв'язку між окремими словами використовуються природномовні засоби вираження семантичних та синтаксичних відношень. У флективних мовах такими засобами є змінні частини повнозначних слів та службові слова.

Незмінна та флективна частини слова та його семантична ознака для всіх слів природномовного тексту передаються з попереднього етапу аналізу (етап морфологічного аналізу). Синтаксичні характеристики в таблицях лексикографічної бази даних, наприклад для дієслів, включають лексико-семантичні валентності дієслів, що визначають ознаки найбільш вірогідного оточення та ознаки семантичних інтерпретацій, які на основі розпізнаних синтаксичних правил визначають семантичні відношення між словами у словосполученні. Якщо речення складається з декількох синтагм, то завдяки інтерпретації певної частини бази знань синтаксису відбувається їх об'єднання

у єдине синтаксичне дерево з відповідними семантико-синтаксичними відношеннями.

Задача виділення термінів з тексту виникає при побудові онтологій, формуванні та поповненні словників предметної області, рубрикаторів та будь-якій інтелектуальній обробці текстових документів.

Для побудови понятійного апарату з текстів ПдО необхідно використовувати модель іменникових словосполучень, що виражаються схемою: іменник + слово, що погоджується з іменником. У цій моделі іменник є головним словом, а слово, що погоджується, - залежним і може виражатися як прикметником, так і іменником. У загальному випадку іменникові словосполучення можуть включати в свій склад наступні класи слів: іменники, прикметники, прийменники, сурядні союзи і прислівники. Кількість слів в іменникових словосполученнях коливається від двох до п'ятнадцяти і в середньому складає три слова. У російській мові синтаксична структура термінів ПдО більш ніж в 90 відсотків випадків має наступну конструкцію:

1. Одиночні іменники, прикметники, і скорочення;
2. Іменникова група: іменник + іменник в родовому відмінку;
3. Іменникова група: прикметник + іменник
4. Іменникова група: прикметник + прикметник + іменник
5. Іменникова група: іменник + прикметник + іменник в родовому відмінку.

Експерименти з виділення термінів показали, що в українській мові для ПдО «ділова проза» доцільно збільшити кількість слів в синтаксичній структурі іменникових словосполучень до 5.

Постановкою задачі концептуального аналізу природномовних текстів є вилучення з тексту його семантичної комунікативної складової, в ролі якої виступає лінгвістична категорія – тема документу.

Тематичний аналіз текстів спирається на концептуальну систему онтології асоціацій та на зв'язки між словами робочого мовного словника та концептами. Зв'язки мають семантичні ваги. Онтологія асоціацій є мережевою структурою для представлення знань про навколишній світ, які можуть бути

представленими в текстах природною мовою. Вона використовує концепти в якості асоціативних інтерпретаторів одиниць мови. Структура онтології асоціацій є адекватною поставленій задачі і конструктивною для її вирішення.

4.2. Формування таблиці класів концептів-понять

При побудові структури комп'ютерної онтології вхідною інформацією служать набори значень ознак, що описують деякі об'єкти. У різних задачах це можуть бути імена властивостей, відношень, станів, дій, об'єктів або класів об'єктів.

Вихідними даними для побудови структури онтології служать об'єкти вибірки ПдО, що належать як до досліджуваного, так і до інших класів. Об'єкти вибірки задаються ознаковими описами. Ознаковий опис об'єкту повинен включати ім'я об'єкту, клас, до якого об'єкт належить, і набір значень ознак, які характеризують об'єкт. Кожен клас об'єктів повинен бути представлений деякою кількістю прикладів, достатньою для того, щоб на підставі їх аналізу була виділена закономірність, яка характеризує даний клас.

Тобто необхідно описати об'єкти (поняття ПдО), використовуючи обраний набір ознак, формуючи таблицю в програмі «КОНСПЕКТ»:

(ім'я онтології), (клас понять A-Z), (клас понять A-Я), ..., (клас понять 1-∞)
(клас понять A-Z), (поняття A), (поняття B), (поняття C), ..., (поняття Z)
(клас понять A-Я), (поняття A), (поняття Б), (поняття В), ..., (поняття Я)
.....
(клас понять 1-∞), (поняття 1), (поняття 2), (поняття 3),..., (поняття ∞)
(поняття A), (ознака а), (ознака б), (ознака в), ..., (ознака я).

Таблиця структури комп'ютерної онтології заповнюється порядково (рядок за рядком).

Комірки першого стовпчика таблиці містять імена класів об'єктів, які відобразатимуться в онтографі у вигляді батьківських вершин, всі наступні комірки містять імена об'єктів класів, які відобразатимуться у вигляді дочірніх

вершин. Батьківські та дочірні вершини в онтографі з'єднані ребрами-відношеннями.

Приклад 1.

| <u>ЕКОЛОГІЯ</u> | Загальна екологія | <i>Прикладна екологія</i> | Соціальна екологія |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|
| Загальна екологія | Аутекологія | Демекологія | Синекологія |
| <i>Прикладна екологія</i> | Агроекологія | Техноекологія | Заповідна справа |
| Соціальна екологія | Екологічна освіта і виховання | Екологічна культура | Екологічне право |
| Заповідна справа | Природні території та об'єкти | Штучно створені об'єкти | |
| Природні території та об'єкти | Біосферні заповідники | Національні природні парки | Заказники |

В даному прикладі ім'ям онтології є назва ПдО «ЕКОЛОГІЯ».

Класами понять є розділи екології «Загальна екологія», «Прикладна екологія» та «Соціальна екологія», наведені в першому рядку таблиці.

Поняттями класу «Загальна екологія» виступають підрозділи екології «Аутекологія», «Демекологія» та «Синекологія», наведені в другому рядку.

Поняттями класу «Прикладна екологія» виступають підрозділи екології «Агроекологія», «Техноекологія» та «Заповідна справа», наведені в третьому рядку.

Поняттями класу «Соціальна екологія» виступають підрозділи екології «Екологічна освіта і виховання», «Екологічна культура» та «Екологічне право», наведені в четвертому рядку.

Поняття «Заповідна справа» в свою чергу є класом для понять «Природні території та об'єкти» та «Штучно створені об'єкти», а поняття «Природні

території та об'єкти» є класом для понять «Біосферні заповідники», «Національні природні парки» та «Заказники».

Приклад 2.

| Види атмосферних забрудників | Космічні забрудники атмосфери | Хімічні забрудники атмосфери | <i>Теплові забрудники атмосфери</i> |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Теплові забрудники атмосфери</i> | Вуглекислий газ | Діоксид азоту | Метан |
| Вуглекислий газ | безбарвний | має запах і смак | токсичний |
| Метан | безбарвний | не має запаху і смаку | малорозчинний |

В даному прикладі ім'ям онтології є назва ПдО «Види атмосферних забрудників».

Класами понять є види забрудників атмосфери «Космічні забрудники атмосфери», «Хімічні забрудники атмосфери» та «Теплові забрудники атмосфери», наведені в першому рядку таблиці.

Поняттями класу «Теплові забрудники атмосфери» виступають гази «Вуглекислий газ», «Діоксид азоту» та «Метан», наведені в другому рядку.

Поняття «Вуглекислий газ» описане ознаками «безбарвний», «має запах та смак» та «токсичний».

Поняття «Метан» описане ознаками «безбарвний», «не має запаху та смаку» та «малорозчинний».

В цьому випадку поняття «Вуглекислий газ» та «Метан» можуть розглядатися як клас, що об'єднує поняття «безбарвний», «має/не має запаху та смаку», «токсичний», «малорозчинний».

4.3. Побудова онтології ПдО у вигляді онтографу

Існують різноманітні форми візуалізації інформації, але в основному, застосовуються такі форми візуалізації: графи – для відображення структур

зв'язків між елементами системи, алгоритми роботи – для опису функціонування системи, часові діаграми – для відображення вхідних та вихідних сигналів елементів системи впродовж певного часу їх роботи. Якщо візуалізація часових діаграм чи алгоритмів роботи, що забезпечується системами проектування комп'ютерної техніки, наприклад, VHDL, Verilog, Protel, OrCAD, не викликає принципових труднощів, то візуалізація графів є більш трудомістким процесом, оскільки їх початкові моделі, що представляються для візуалізації, а це найчастіше матриці суміжності, таблиці зв'язаності тощо, не містять інформації стосовно взаємного розташування вершин графів на площині. Така ситуація призводить до того, що можна отримати практично необмежену кількість зображень графів, еквівалентних за структурою зв'язків і різних за виглядом, які мають різну наочність сприйняття.

Представлення знань у вигляді графу є дуже зручним та наочним. Теорія графів набула широкого використання в таких несхожих сферах, як економіка, системологія, теорія управління, маркетинг, інформатика, хімія, програмування, логістика, схемотехніка та безліч інших. Практично, за допомогою теорії графів може бути, в тій чи іншій мірі, представлена будь-яка інформація. Підвищення попиту на теорію графів в сучасному інформаційному просторі спричинило бурхливий розвиток методів візуалізації графів. Адже різні задачі вимагають різних рішень. Проблема розробки методів візуалізації графів сформувалась у самостійну галузь теорії графів, яка має назву graph drawing.

Відображення та візуалізація знань, як процес перетворення матриць суміжностей у зображення графів, придатних для сприйняття, поділяється на два етапи. На першому етапі здійснюється розташування вершин на площині, а на другому – відображення дуг між ними. Важливість першого етапу полягає в тому, що його результат є основою для створення зображення графів, що в подальшому може лише коригуватися для підвищення наочності. Відомі методи відображення, які часто застосовуються на практиці, не в повній мірі придатні при візуалізації матричних моделей у вигляді графів з багатьма

вершинами, оскільки, по-перше, вони не враховують обмеження по ширині і висоті площі, а приймають її необмеженою; по-друге, вони не враховують вимоги до поліграфічного оформлення зображень на шпальтах видань; і, по-третє, основну увагу приділяють мінімально-можливій довжині дуг, а не розташуванню вершин таким чином, щоб зображення мало високу наочність сприйняття.

Інші відомі методи відображення структурних зв'язків, не повною мірою придатні для комп'ютерного підготування зображення як елемента видання тому, що, у більшості з них відсутній механізм безсітковості рисування та обходу перепон, що ускладнює гнучкість моделювання структурних зв'язків, а це в свою чергу значно знижує сприйняття та розпізнаваність.

Зображення графів необхідно класифікувати відповідно до типу зображуваного графу. Прийнято розглядати окремо зображення дерев, зображення планарних графів, графів орієнтованих і неорієнтованих.

Другим способом класифікації зображень має бути класифікація за типом отриманого зображення. Перелік основних типів зображень графів, що розглядається в анотованій бібліографії [22], складається з наступних типів:

- прямолінійні;
- полілінійні;
- сітчасті;
- ортогональні;
- зростаючі (спадаючі);
- пласкі;
- кругові;
- радіальні.

При побудові зображення графа прийнято керуватися естетичними критеріями. Прикладами естетичних критеріїв є:

- мінімізація площі;
- мінімізація кількості перетинів ребер;

- мінімізація кількості згинів ребер;
- мінімізація кількості накладень ребер і вершин;
- максимізація кутової резольюції;
- мінімізація довжини ребер (іноді – вимога однакової довжини);
- максимізація симетрії зображення;
- максимізація коефіцієнту форми (або можливість керування коефіцієнтом форми).

Проблематичним є те, що часто неможливо задовільнити всім критеріям одночасно, бо відомо багато прикладів їх взаємного суперництва. Тому виникають різні стилі чи методології зображення, що залежать від конкретної задачі та домінуючого в цьому застосуванні типу графа. Найбільше розповсюдженими способами зображення графів на цей час є методи рисунка неорієнтованих графів на основі фізичних аналогій [22] та кругові алгоритми [29], ієрархічні або порівневні методи [25] для зображення орієнтованих графів, а також ортогональні методи [52], пристосовані до неорієнтованих розріджених графів.

Існує також окрема група загальноживаних статичних зображень дерев, що складається з таких, як порівневні, радіальні, кругові, hv- зображення та полілінійні зображення (рис. 4.3.1.).

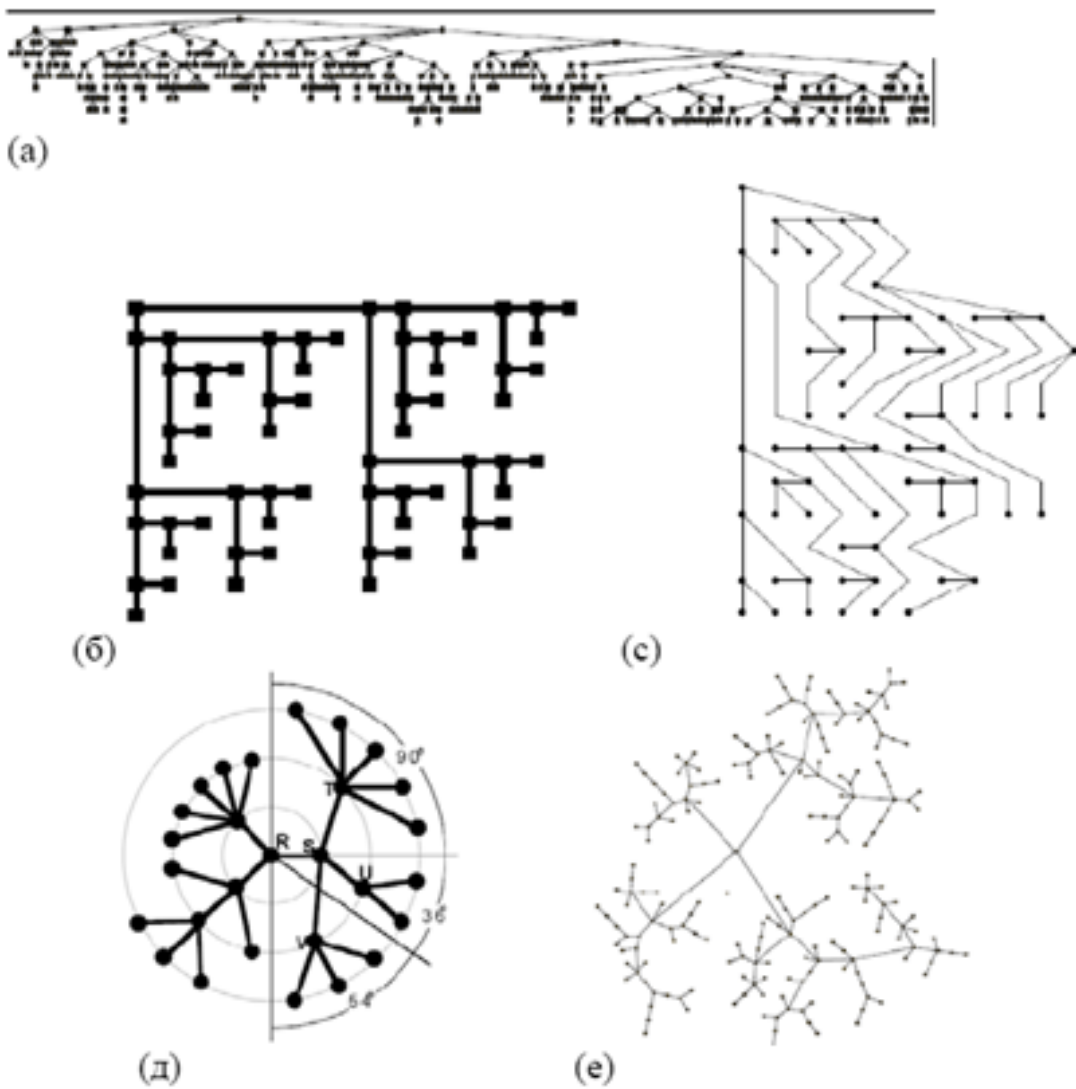


Рис.4.3.1. Загальноживані статичні зображення дерев:

а) порівневе; б) hv- зображення; с) полілінійне; д) радіальне; е) кругове

Одним з головних критеріїв оцінки якості методів інформації є відповідність зображення заданому типу інформації. У випадку географічних карт або карт доріг бажано, щоб вершин і ребра розміщувалися відповідно географічним реаліям. У роботі з різними таксономіями часто бажане ортогональне розміщення ребер і міток, тому що взаємодія з зображенням повинна полегшувати читання супутньої інформації; в той же час вимога ортогональності не так важлива для прикладів, пов'язаних з пошуком шаблонів, наприклад, при телефонних дзвінках чи інформації про допуск користувачів до різних сайтів.

При оцінці якості алгоритмів або систем візуалізації інформації прийнято базуватися не так на естетичних критеріях, як на потребах реальних користувачів. З метою порівняння систем оцінюється швидкість та якість виконання різних завдань групами користувачів за допомогою систем [56, 51, 65]. Для цього розробляються постійно доповнювані таксономії завдань [47].

При візуалізації інформації виникають специфічні технічні проблеми. Однією з головних проблем є обсяг зображуваних даних. Алгоритм, що добре розташовує кілька сотень вершин, зовсім необов'язково буде так само добрим в роботі з кількома тисячами вершин. Існує не так багато систем, дійсно здібних візуалізувати дуже великі графи (NicheWorks, H3Viewer, TopoLayout). До того ж розміщення великої кількості інформації не завжди є корисним. Іноді це може погіршити зрозуміння та прочитання зображення.

Ключем до зменшення кількості деталей, розміщених одночасно, є перехід од статичних методів розміщення до інтерактивних з прикладанням навігації та методів фокус+контекст, що складаються з геометричної чи семантичної деформації, кластеризації, агрегації та інших технік. При розробці інтерактивних візуалізацій істотною стає часова складність.

Вважається, що добра візуалізація ієрархічної інформації допомагає користувачу:

- швидко знаходити потрібний елемент в ієрархії;
- розуміти зв'язок елемента з контекстом;

- забезпечувати можливість прямого доступу до інформації при вершинах.

До дизайну представлення структури онтографів висувається кілька умов:

1. Онтограф ПдО має одну кореневу вершину, денотатом якої є задана ПдО. Як правило, коренева вершина розташовується на першому рівні ієрархії. Однак це не виключає наявності нульового рівня, на якому розташовані поняття домену предметних областей (онтології верхнього рівня). Особливо корисна така структуризація, якщо поняття пов'язані між собою відношеннями часткового порядку.

2. Всі вершини онтографа повинні розташовуватися строго по рівнях ієрархії (вершина-нащадок розташовується на один рівень нижче від вершини-батька).

3. Вершини онтографа для понять-об'єктів і понять-процесів повинні розташовуватися в протилежних боках екрану і на одному рівні для зв'язаних об'єктів і процесів.

4. Дуги, що зв'язують між собою дві вершини, спрямовані від вершини-батька до вершини-нащадка. Для кожної дуги в явному вигляді зазначається (прямо чи опосередковано) семантичне відношення, що зв'язує між собою два поняття.

5. Для проектованої онтології ПдО всі поняття (вершини онтографа) мають різне семантичне значення. Найбільш значимі вершини в онтографі повинні бути виділені. Це може бути форма вершини, шрифт і колір імені вершини тощо.

6. Вихідні з вершини дуги, що позначають одне і теж відношення, представляються на онтографі пучком.

7. Бажано онтограф розташовувати на одному аркуші А4.

8. Якщо онтограф не поміщується на одному аркуші А4, то його слід розбити на кілька аркушів. При цьому розбивка по вертикалі краща, тому що при цьому окремі гілки онтографа розташовуються на одному аркуші.

9. На онтографі можуть бути зазначені умовні зв'язки між вершинами, що дають додаткові пояснення онтології ПдО. Вони проводяться у вигляді дуг з

переривчастих ліній. У явному вигляді зазначені пояснення наводяться в описах відповідних функцій інтерпретації.

10. При побудові онтографа слід завжди пам'ятати про мінімізацію його компонент.

В методиці формування комп'ютерних онтологій в галузі екологічної освіти в якості системи побудови мереж понять, аналізу мереж і формування закономірностей використовується програма «Graph Editor», яка представляє закономірність у вигляді логічного виразу в термінах значень ознак, якими описуються початкові об'єкти. Таким чином, її опис є наочним і таким, що легко інтерпретується для користувача.

Розділ 5. МОДЕЛЬ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ ДІЛОВИХ ІГОР В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНИХ ОНТОЛОГІЙ

Як було вже відмічено, інтелектуальні інформаційні ресурси мають розподільний характер. Особливий вплив на ці процеси мають сучасні мережні технології, зокрема широке розповсюдження Internet. Це дозволяє зв'язувати територіально розподілені джерела інформації такого роду.

Обсяг і розмаїтість інформації сьогодні настільки великі, що, природно, виникає необхідність її класифікації з погляду її приналежності тим або іншим предметним областям або сферам інтересів користувачів цієї інформації. При цьому мова йде не тільки про ту інформацію, що зберігається в спеціалізованих базах даних або інформаційних сховищах, але й про динамічну інформацію, що генерується певними джерелами в міру потреби в ній з боку відповідних користувачів.

За таких умов, звичайно, виникає необхідність побудови інформаційного середовища, що забезпечить доставку інформації такого роду від її джерел до споживачів. Подібне інформаційне середовище повинно бути орієнтованим на розв'язання наступних задач:

- 1) забезпечення можливості оперативної організації взаємодії джерел і споживачів інформації навчального призначення, що стосуються однієї предметної області або об'єднаних однією або схожими сферами інтересів;
- 2) підтримку взаємодії користувачів системи (тобто джерел і споживачів різнорідної інформації) у рамках неодиначної множини предметних областей з можливістю розширення цієї множини;
- 3) забезпечення можливості розширення списку джерел і споживачів різнорідної інформації в межах деяких ПдО або сфер інтересів;
- 4) обмеження доступу до інформаційних ресурсів навчального призначення рамками конкретної ПдО або сфери інтересів, у зв'язку з можливістю розв'язання попередньої задачі;

5) забезпечення можливості участі конкретного джерела або споживача відповідного інформаційного ресурсу навчального призначення в декількох ПдО;

б) забезпечення можливості оперативного пошуку джерела необхідних інформаційних ресурсів учнями/студентами, що стосується конкретної ПдО.

Для ефективного розв'язання цих задач в основі такого середовища, як і будь-якої інформаційної системи, повинна лежати метамодель ПдО. В нашому випадку це ПдО екологічної ділової гри та область обміну різномірною навчально-дослідницькою інформацією, отриманою в процесі її реалізації. Ця модель призначена для логічної організації, зберігання й взаємодії між серверами управління, джерелами й користувачами відповідної інформації.

Інформаційно-аналітичне середовище учасника екологічної ділової гри є необхідним простором для вивчення та розробки практичних заходів у віртуальному середовищі. У сфері комп'ютерних мереж і програмного забезпечення комп'ютерних систем різних видів практичне застосування середовищ такого роду є необхідним для отримання базових знань, яких неможливо досягти іншими засобами. Запропонована комп'ютерна онтологія, яка являє собою необхідну основу механізму віртуального середовища, поєднує практичну активність учнів/студентів з моделями комп'ютерної мережі та її компонентами і допомагає досягти потрібного результату в процесі дослідження та вивчення основних засад екологічної освіти.

Швидкий і безперервний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій збільшує попит на дистанційне навчання, яке дозволить учням/студентам отримати доступ до своїх курсів у будь-який час і в будь-якому місці.



Рис. 5.1. Формування інформаційно-аналітичного середовища учасника екологічної ділової гри

Інформаційно-аналітичне середовище учасника екологічної ділової гри інтенсифікує використання інформаційних і комунікаційних технологій через Internet, забезпечує асинхронний зв'язок у просторі та в часі між учнями/студентами і викладацьким складом. Таким чином, учасники гри отримують інструмент, який має максимальну гнучкість, адаптуючи дослідження і навчання в будь-який момент часу.

Основою для створення структури інформаційного середовища учасника екологічної ділової гри є моделі даних на основі онтологій. Такий підхід має дві основні переваги. З одного боку, онтологія являє собою механізм, що дозволяє системі структурувати та відібрати кращі ресурси, а з іншого боку, таке семантичне представлення дозволяє агрегувати інструментарій (наприклад, електронні лабораторні практикуми, продукти ПС) з використанням математичних моделей компонентів, протоколів і структур комп'ютерних мереж.

Формування інформаційного середовища учасника екологічної ділової гри включає чотири етапи:

1. Попередній аналіз документації та матеріалів. 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 учасника екологічної ділової гри [55].



Рис. 5.2. Агрегація різноформатних розподілених інформаційних ресурсів в єдиному середовищі екологічної ділової гри

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

В 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 ґрунтовного ознайомлення з обраним об'єктом, і може поповнюватися надбаннями та пошуковими запитами експертів-користувачів ГІС [45].

Дотримання методичних рекомендацій з формування та використання комп'ютерних онтологій в галузі екологічної освіти може гарантувати реалізацію цілей проведення екологічних ділових ігор з використанням засобів сучасних інформаційних технологій:

- підвищення ефективності і якості процесу навчання за рахунок реалізації екологічних ділових ігор з використанням можливостей комп'ютерних онтологій та засобів ГІС;
- забезпечення спонукальних мотивів (стимулів), що обумовлюють активізацію пізнавальної діяльності (наприклад, за рахунок комп'ютерної візуалізації навчальної інформації у вигляді онтологічного інтерфейсу, впровадження ігрових технологій, можливості управління, вибору режиму навчальної діяльності);
- поглиблення міжпредметних зв'язків за рахунок використання сучасних засобів обробки інформації при вирішенні завдань різних предметних областей в процесі ділової гри.

Екологічна ділова гра «Дослідження впливу антропогенного навантаження на рослини паркових зон міст України»

При проектуванні дослідницької діяльності учнів в ділових іграх за основу береться модель і методологія дослідження, розроблена й прийнята в сфері науки за останній період. Ця модель характеризується наявністю декількох стандартних етапів, присутніх у будь-якому науковому дослідженні незалежно від тієї предметної області, в якій воно розгортається. При цьому, якщо у сфері науки головною метою є виробництво нових знань в загальнокультурному значенні, то в освіті мета дослідницької діяльності передбачає набуття учнями/студентами функціонального досвіду дослідження як універсального способу освоєння дійсності через підвищення мотивації до навчальної діяльності та активізації особистісної позиції учня/студента в освітньому процесі.

Під дослідницькою діяльністю розуміється діяльність учнів/студентів, яка пов'язана з пошуком відповіді на творчу, дослідницьку задачу із заздалегідь невідомим рішенням (на відміну від практикуму, що служить для ілюстрації тих чи інших законів природи) і передбачає наявність основних етапів, характерних для дослідження в науковій сфері: нормовану, виходячи з прийнятих в науці традицій, постановку проблеми, вивчення теорії з даної проблематики, добір методик дослідження й практичне оволодіння ними, збирання власного матеріалу, його аналіз і узагальнення, власні висновки.

Нормою дослідницької діяльності є необхідність доказу та обґрунтування: позиції, даних, способів досягнення результатів та інших атрибутів дослідження, необхідність постійної перевірки результатів, адекватності їх практичної реалізації. В комунікаційному аспекті дуже важливим є обговорення результатів дослідницької діяльності на предмет їх істинності.

Виділяють три рівні організації дослідницької діяльності:

- 1. Рівень розвитку та становлення дослідницької діяльності учнів/студентів.** Організація спільної з керівником дослідницької діяльності учнів/студентів з вивчення та вирішення проблем з частковим переносом вже набутих знань у нові ситуації. Мотиваційно-цільовий компонент реалізується керівником з опорою на попередній досвід учнів/студентів. Напівсамостійна діяльність учня/студента, викладач-організатор, координатор, помічник.
- 2. Дослідницький рівень організації навчальної діяльності.** Проводиться організація самостійної дослідницької діяльності учнів/студентів з вивчення проблем, активізація пошукової діяльності. Мотиваційно-цільовий компонент реалізується спільно з керівником. Діяльність учня/студента - самостійна дослідницька, викладач-організатор (координатор дій).
- 3. Творчий рівень.** Організація самостійної дослідницької діяльності учнів/студентів творчого характеру з вирішення проблем. Ціннісно-мотиваційний компонент реалізується учнем/студентом повністю. Творчо-самостійна діяльність учнів/студентів.

При організації дослідницької діяльності застосовуються прийоми:

- 1. Організаційні:** оформлення зошитів, альбомів або щоденників дослідження, малюнків, таблиць, практичних робіт, контурних карт, розподіл обов'язків у групі, алгоритмізація (послідовність) виконання роботи.
- 2. Комунікативні:** робота в парі та групі.
- 3. Інформаційні:** пошук, відбір, аналіз інформації; використання засобів інформаційних технологій.

4. **Інтелектуальні:** опис, аналіз, співставлення, порівняння, узагальнення, формулювання висновків, складання алгоритму роботи, встановлення причинно-наслідкових зв'язків, класифікація, виділення опорних слів, складання таблиць, схем, малюнків, рішення задач.
5. **Рефлексивні:** самооцінка, самоаналіз, самоконтроль, взаємний контроль, оцінювання роботи інших.

Для формування умінь та навичок використовують алгоритм формування поняття:

1. Визначення поняття
2. Емпірична відпрацювання поняття (опис, спостереження)
3. Теоретичний рівень (пояснення)
4. Проект
5. Реалізація

Екологічна дослідницька робота повинна стати однією з найбільш перспективних і масових форм практичної діяльності учнів/студентів. Теми екологічних досліджень слід підбирати, виходячи з реалій сучасного життя. Самостійна дослідницька робота включає: постановку цілей і завдань дослідження, вибір методики, планування дослідження, збір матеріалу (використовуючи інформаційні технології), його первинну обробку, аналіз і осмислення отриманих даних, написання звіту, його захист на навчально-дослідницькій конференції. Формою підведення підсумків за темами є документ, комп'ютерна презентація, що включає аналіз проведеного дослідження, графічне відображення онтології дослідження у вигляді онтографу, що включає тексти, діаграми, фото- та відеоматеріали тощо.

Мета:

Сформувати уявлення наукового підходу до дослідження явищ впливу антропогенних факторів на рослини в паркових зонах міст України з використанням комп'ютерних онтологій та ГІС-технологій в процесі реалізації ділової гри.

Завдання:

1. Підвищити мотивацію учнів/студентів до дослідницької діяльності.
2. Сформувати в учнів/студентів навички проведення дослідження, які забезпечують формування здібностей до самостійного засвоєння нових знань.
3. Реалізувати індивідуальну освітню траєкторію учня/студента при реалізації дослідницької діяльності в процесі ділової гри.
4. Сформувати в учнів/студентів готовність самостійно, творчо освоювати й апробувати нові способи діяльності в будь-якій області науки, зокрема екології.

Актуальність:

Представлена методика проведення дослідження явищ впливу антропогенних факторів на рослини в паркових зонах міст України при реалізації екологічної комп'ютерної ділової гри гарантує формування в учнів/студентів прийомів навчальної діяльності на основі системної організації дослідницької діяльності. Дослідницька діяльність дозволяє формувати в учнів/студентів нові мотиви на основі вже існуючих потреб та інтересів. Учні/студенти в процесі дослідницької діяльності засвоюють принципи і способи навчальної діяльності, вирішують навчальні завдання, самі шукають підходи до їх вирішення, при цьому відбувається формування особистісних якостей, загальнолюдських цінностей і ставлення до навколишнього світу.

Екологічна ділова гра - це унікальна діяльність, що має початок і кінець у часі, спрямована на досягнення певного результату за готовими алгоритмами і схемами дії. Навчально-дослідницька діяльність пов'язана з відкриттям нових для учня/студента явищ, зв'язків, закономірностей, відрізняється чітко поставленими проблемою, цілями і завданнями, часовими орієнтирами і жорстко обумовленими межами охоплення дослідженням тієї чи іншої області. Особливістю комп'ютерної ділової гри є використання при проведенні досліджень інформаційно-комунікаційних технологій, які виводять на якісно

новий рівень отримання результатів досліджень, реалізують принцип наочності, підвищують інтерес учнів/студентів до дослідницької діяльності, сприяють формуванню навичок наукового аналізу явищ природи.

Реалізація комп'ютерних ділових ігор передбачає застосування широкого спектру інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), що визначається низкою факторів:

- впровадження ІКТ в освіту істотно прискорює передачу знань і накопиченого технологічного і соціального досвіду людства не тільки від покоління до покоління, але і від однієї людини до іншої;
- сучасні ІКТ підвищуючи якість навчання і освіти, дозволяють гравцю краще і швидше адаптуватися до навколишнього середовища і соціальних змін. Це дає кожному гравцеві можливість отримувати необхідні знання як сьогодні, так і в майбутньому постіндустріальному суспільстві;
- активне і ефективно впровадження інформаційних технологій при реалізації ділових ігор є важливим чинником створення нової системи освіти, яка відповідає вимогам освіти для сталого розвитку.

Сьогодні дуже важливо озброїти учня/студента не стільки знаннями, скільки способами оволодіння ними. При проведенні запропонованої гри формуються універсальні уміння і навички, які дозволяють уневі/студентові застосовувати свої знання в нестандартних ситуаціях.

Очікуваними результатами екологічної ділової гри є:

- підвищення ефективності навчального процесу;
- формування елементів екологічної культури;
- формування комп'ютерної грамотності;
- формування дослідницьких умінь і здійснення розвитку творчої особистості учня/студента.

Новизна:

Формується поняття наукового способу пізнання при проведенні дослідницької діяльності в рамках екологічної ділової гри за допомогою комп'ютерних онтологій та ГІС.

Рекомендації з організації дослідження:

При проведенні екологічних досліджень виділяються три основних етапи:

1. *Підготовчий етап:* за допомогою літературних та інших джерел ґрунтовно знайомляться з особливостями природних умов району, підбирають необхідний картографічний і довідковий матеріал, визначають шари для відображення геоінформаційних даних по результатах досліджень, формують таблиці класів об'єктів та таблиці наповнення онтології інформацією, що буде отримана за результатами досліджень, готують польове спорядження, інструменти, прилади й устаткування. На декількох заняттях організатор ділової гри знайомить учасників експедиції з задачами й умовами досліджень, правилами поведінки і технікою безпеки.

2. *Експедиційний етап:* учасники експедиції працюють за затвердженими програмами. Результати заносять у польовий щоденник, замальовують, фотографують, відбирають проби. Частина аналізів виконують безпосередньо під час польових досліджень, використовуючи устаткування і відповідні методики.

3. *Камеральний етап:* У лабораторних умовах учасники визначають й аналізують проби, зібрані під час експедиції, формують картографічні дані, заносять відповідну інформацію до комп'ютерної онтології учасника екологічної ділової гри, формують відповідну базу даних, складають звіт про виконану роботу.

Заздалегідь намічається план роботи, обговорюється час виходу та робота кожного учасника в групі, підбирається необхідне обладнання, проводяться

багаторазові заміри, зберігаються результати, аналізуються, оформляються навчально-дослідницькі роботи.

Система роботи у вигляді ділової гри дозволяє охопити велику кількість учнів/студентів і прищепити їм смак до дослідницького підходу вивчення навколишнього середовища. Учні/студенти, які беруть участь у всіх напрямках роботи, стають дослідниками і виступають потім на різних конференціях, семінарах і виставках. Комп'ютерні онтології допомагають працювати з інформацією на якісно новому рівні, проаналізувати, систематизувати, описати особливості процесів, що протікають в природі, і спробувати зрозуміти навколишній світ. Комплексний підхід до вирішення завдання допомагає учням/студентам побачити природу, як єдине ціле, не обмежене рамками навчальних дисциплін. В результаті експериментальної роботи підвищується рівень знань за рахунок активної діяльності учнів/студентів. В дослідницьких проектах розкривається творчий потенціал, а навички, отримані в роботі, стимулюють у прагненні до знань.

Обладнання, що використовується:

1. Портативний комп'ютер (ноутбук чи нетбук);
2. Портативний хронофлуорометр для експрес-діагностики фотосинтезу «Флоратест»;
3. GPS-навігатор;
4. Цифровий фотоапарат чи відеокамера;
5. Рулетка

План організації дослідницької діяльності

| Етап | Вид діяльності |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">1 етап Підготовчий</p> | <p>Гравці аналізують літературу, займаються збором попередніх даних про об'єкт вивчення, підбирають методики та необхідне обладнання, заводять щоденники. На цьому етапі проводиться тренінг з користування приладом «Флоратест» та ознайомлення з правилами техніки безпеки при проведенні дослідження.</p> |
| <p style="text-align: center;">2 етап Експериментальний</p> | <p>В процесі досліджень гравці проводять системні спостереження, збір інформації, роблять опис об'єкта дослідження, апробують нові технології, методики, створюють власні онтології дослідження. Дані про індукцію флуоресценції хлорофілу отримують за допомогою портативного хронофлуорометру «Флоратест». Координати місць розташування точок вимірювання встановлюють за допомогою GPS-навігатора. Матеріали зберігаються і обробляються на портативному комп'ютері (ноутбуці або нетбуці).</p> |
| <p style="text-align: center;">3 етап Камеральний</p> | <p>Обробляються зразки експедиційних матеріалів, матеріалів пошукової діяльності, визначається видовий склад рослинності, створюються колекції. Робота з фото- і відеоінформацією, з презентаціями, атласами-визначниками проводиться на ноутбуці.</p> |
| <p style="text-align: center;">4 етап Аналітичний</p> | <p>Проводиться робота з виявлення причинно-наслідкових зв'язків, закономірностей, проблем, складаються рекомендації, пропозиції.</p> |
| <p style="text-align: center;">5 етап Звітний</p> | <p>Складається звіт про дослідницьку роботу, використовуючи комп'ютерні онтології. На основі отриманих матеріалів готуються доповіді на</p> |

| | |
|--------------------------------|--|
| | конференції, оформляються творчі роботи на конкурси. |
| 6 етап Інформаційний | Цей етап передбачає ознайомлення з отриманими результатами інших гравців на конкурсах, семінарах і конференціях. |
| 7 етап Практичний | Участь з доповідями на науково-практичних конференціях, пропаганда отриманих знань, участь у практичних справах з природоохоронної діяльності місцевості тощо. |

Мета роботи: Визначити фактори антропогенного впливу на рослинність паркової зони за допомогою дослідження інтенсивності процесів фотосинтезу та наповнити Екологічну карту України в середовищі ArcGIS Online.

Теоретичні основи роботи

Дослідження інтенсивності процесів фотосинтезу зелених рослин є невід’ємною складовою екологічного моніторингу стану довкілля України. Завдяки йому стає можливим належне інформування суспільства про особливості й наслідки впливу антропогенного навантаження на флору зокрема та оточуюче середовище в цілому. Отримана інформація про стан довкілля є підґрунтям для розробки природоохоронних заходів, впровадження новітніх технологій раціонального використання природних ресурсів та збереження природного потенціалу нашої країни.

Екологічна ситуація, що склалася за останні десятиріччя, вимагає залучення новітніх інформаційних технологій, зокрема геоінформаційного забезпечення процесів аналізу та моделювання стану довкілля. Впровадження ГІС-технологій у вирішення завдань моніторингу інтенсивності процесів фотосинтезу зумовлене їх здатністю забезпечити якісну та кількісну оцінку стану рослин та негативних факторів впливу на них, прогнозування наслідків впливу антропогенного навантаження на процес фотосинтезу.

Інтенсивність перебігу процесів фотосинтезу залежить від багатьох факторів. Головна ідея екомоніторингу рослин полягає в тому, що інтенсивність процесу фотосинтезу в них відображає екологічний стан середовища їх існування. За сприятливих умов інтенсивність перебігу процесів фотосинтезу в рослинах вища, ніж за несприятливих.

Визначення впливу антропогенних факторів на стан рослин вимагає застосування експресних та інформативних методів, які б дозволяли проводити аналізи як в лабораторних, так і в польових умовах з мінімальним порушенням цілісності досліджуваних об'єктів. До таких методів належить метод індукції флуоресценції хлорофілу, що широко використовується в сучасних дослідженнях фотосинтетичних процесів. За інтенсивністю флуоресценції хлорофілу в максимумі кривої оцінюють питому вагу хлорофілу в листках рослини. Даний ефект можна широко застосовувати в народному господарстві і в наукових дослідженнях для швидкої селекції сортів, які стійкі до спеки і засоленості ґрунту, швидкої селекції морозостійких і засухостійких сортів, швидкої оцінки життєздатності рослин після засухи, морозу, внесення хімічних речовин, експрес-визначення оптимальних доз хімічних добрив через контроль стану рослини, ефективного визначення вмісту забруднень у воді, повітрі і ґрунті, автоматизації досліджень в галузі фізіології рослин.

Прилад «Флоратест» мобільний і невеликий за розмірами, легкий в експлуатації та замінює ряд складних вимірювальних приладів, тому зручно його використовувати при проведенні екскурсій в парк або під час походів. У парку по ходу маршруту вимірюються та описуються погодні умови (напрямок вітру, температура та вологість повітря, атмосферний тиск, наявність чи відсутність опадів), рельєф місцевості, розташовані неподалік об'єкти та явища, які можуть впливати на інтенсивність процесів фотосинтезу, координати точок проведення дослідження та безпосередньо криві індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) Каутського. Можна зібрати зразки рослин, сфотографувати цікаві місця і самих гравців за роботою.

Інтенсивність процесу фотосинтезу залежить від:

1. Характеристики насадження

- Віку
- Складу
- Повноти

2. Природних умов

- Рельєфу
- Погодних умов (температури та вологості повітря, напрямку вітру, атмосферного тиску, наявності чи відсутності опадів)

3. Антропогенних умов

- Близькості джерел викидів
- Концентрації токсичних речовин

Фактори антропогенного впливу на процес фотосинтезу:

1. Забруднення атмосфери (діоксид сірки, сполуки хлору, сполуки фтору, нітрозні гази, вихлопні гази автотранспорту, пилоподібні емісії тощо);
2. Забруднення поверхневих і ґрунтових вод:
 - Органічне забруднення (нафтопродукти)
 - Неорганічне забруднення (неорганічні кислоти та основи, що обумовлюють широкий діапазон рН промислових стоків, сполуки миш'яку, свинцю, кадмію, ртуті, хрому, міді, фтору);
3. Забруднення ґрунту промисловими і автомобільними викидами (нафтою і нафтопродуктами, пестицидами, застосуванням добрив, важкими металами, кислотоутворюючими сполуками);
4. Господарська діяльність людини (застосування пестицидів та інших хімічних речовин, травматизм рослин тощо).

Порядок проведення експерименту:

1. Об'єднання учасників дослідження в групи, в яких є фотограф, кореспондент, краєзнавці, експерти з фізіології рослин та охорони природи та забезпечення їх необхідним обладнанням;
2. Вибір контрольних точок вимірювання та встановлення їх географічних координат за допомогою GPS-навігатору;
3. Визначення видів досліджуваних рослин, опис особливостей перебігу фотосинтезу в них;
4. Оцінка інтенсивності флуоресценції хлорофілу за допомогою портативного хронофлуорометру для експрес-діагностики фотосинтезу «Флоратест»;
5. Визначення впливу на інтенсивність процесів фотосинтезу розташованих поблизу урбооб'єктів.

Обробка та аналіз результатів:

1. Визначення максимального числового значення кривої ІФХ в середовищі MS Excel для кожного виду досліджуваних рослин;
2. Побудова порівняльних графіків (динаміка змін максимального числового значення кривої ІФХ одного виду рослин протягом кількох місяців дослідження) в середовищі MS Excel;
3. Опис досліджуваних рослин, об'єктів антропогенного навантаження із наведенням фото-, відеоматеріалу, зразків рослин, результатів аналізу відібраних проб повітря, ґрунту, води з місць дослідження;
4. Внесення отриманих даних в базу онтології екологічної ділової гри (Додаток 5);
5. Відображення на Екологічній карті України точок-місць проведення дослідження;
6. Створення презентації отриманих результатів на основі візуалізації онтології у вигляді ондографу та онтологічного інтерфейсу.

**Приклад заповнення журналу дослідження індукції флуоресценції
хлорофілу**

| Географічні координати | Назва об'єкту дослідження | Дата проведення вимірів | Максимальне значення ІФХ |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 50°25' пн.ш.; 30°40' сх.д.* | Клен (<i>Acer L.</i>) | 1.05.2011 | 876 |
| | | 11.05.2011 | 912 |
| | | 21.05.2011 | 956 |
| | |** | |
| 49°35' пн.ш.; 31°20' сх.д. | Каштан (<i>Castanea Tourn</i>) | 1.05.2011 | 715 |
| | | 11.05.2011 | 756 |
| | | 21.05.2011 | 795 |
| | | ... | ... |
| 52°15' пн.ш.; 29°52' сх.д. | Тополя (<i>Populus</i>) | 1.05.2011 | 658 |
| | | 11.05.2011 | 689 |
| | | 21.05.2011 | 702 |
| | | ... | ... |
| 51°32' пн.ш.; 28°40' сх.д. | Ясен (<i>Fraxinus</i>) | 1.05.2011 | 956 |
| | | 11.05.2011 | 989 |
| | | 21.05.2011 | 993 |
| | | ... | |
| | | | |

* точно зазначення географічних координат необхідне для нанесення результатів вимірів на Екологічну карту України.

** кількість проведених вимірів має становити не менше 10 на місяць.

Журнал спостережень за метеоумовами в процесі дослідження ІФХ

| Дата проведення вимірів | Температура повітря | Вологість повітря | Атмосферний тиск | Напрямок вітру | Опади |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|
| 1.05.2011 | +17°C | 65% | 742 мм.рт.ст. | Пд-Зх | --- |
| | | | | | ... |

Характеристика об'єктів дослідження

| Назва | Біологічна класифікація | | | | | | | | | Вік, роки* | Висота, м** |
|--------|-------------------------|----------------|----------|----------------|-----------|---------|--------------|-----------|--------|------------|-------------|
| | Домен | Царство | Відділ | Надклас | Клас | Підклас | Порядок | Родина | Рід | | |
| Клен | Еукаріоти | Зелені рослини | Квіткові | Покритонасінні | Дводольні | Розиди | Сапіндоцвіті | Сапіндові | Клен | ~35 | ~3,5 |
| Каштан | Еукаріоти | Зелені рослини | Квіткові | Покритонасінні | Дводольні | Розиди | Букоцвіті | Букові | Каштан | ~50 | ~3 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

* Приблизний вік дерева визначається за формулою $X = 1,6 Y + 44$,

де X – вік дерева, роки, Y – діаметр дерева на висоті 1,3 м, см.

** Приблизна висота дерева визначається за формулою $H = V \cdot F / Z$,

де H - висота дерева, V – відстань до дерева, F – довжина лінійки (рулетки), Z – довжина витягнутої руки.

**Характеристика розташованих поряд об'єктів, що негативно впливають
(можуть впливати) на процес фотосинтезу**

| Назва об'єкту | Характеристика об'єкту | Фактори впливу | Наслідки впливу |
|-----------------------------------|---|---|---|
| Автодорога по вул. М.Грушевського | 830 м. довжина, 20 м. ширина, має дві смуги руху автотранспорту в обидва напрямки | Викиди автотранспорту (вихлопні гази, сполуки вуглецю, сірки, фтору тощо) | Утворення некрозів на листках, передчасне висихання та листопад |

Внесення отриманих даних в базу онтології екологічної ділової гри

В процесі реалізації екологічної комп'ютерної ділової гри учасники виконують роль незалежних інспекторів екологічної експертизи та оцінки впливу на навколишнє середовище негативних факторів. До їх обов'язків входить оцінити інтенсивність протікання процесу фотосинтезу за показниками індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) за допомогою портативного хронофлуорометра «Флоратест», описати досліджувані рослини та чинники антропогенного впливу, занести отримані дані до комп'ютерної онтології ділової гри та нанести точки дослідження на Екологічну карту України, зробити висновки про сприятливість екологічної ситуації та необхідність прийняття заходів щодо поліпшення стану навколишнього середовища. Завдяки поєднанню вершин-класів понять онтології екологічної ділової гри та тематичних шарів на Екологічній карті легко зробити висновки про екологічний стан того чи іншого регіону нашої країни.

Після проведення польового дослідження учасниками гри формуються представлені в додатках 1 – 4 таблиці з описом дослідження ІФХ, метеорологічних умов, рослин та антропогенних об'єктів, підсумкові роботи з висновками про рівень, причини та заходи усунення антропогенного навантаження, фото- та відеоматеріали проведення гри. Отримані результати заносяться до комп'ютерної онтології екологічної ділової гри.

Інтерфейс комп'ютерної онтології «Екологічна карта» являє собою інформаційне середовище перегляду агрегованих результатів дослідження екологічної ділової гри. Кожне поняття комп'ютерної онтології в інтерфейсі представлене малюнком та інформаційним наповненням, яке було прикріплено (текст та гіперпосилання на зовнішні інформаційні джерела).


Інтерфейс складається з трьох частин, кожна з яких відповідає частинам комп'ютерної онтології в середовищі редагування Graph Editor:


ліва – ПРЕДСТАВНИКИ КЛАСІВ/ПІДКЛАСІВ або ПІДКЛАСИ, центральна – КЛАСИ або головна вершина онтології, права – КЛАСИ чи головна вершина онтології. Завдяки «бігункам» здійснюється навігація в кожній частині.


На головній сторінці ліва частина представлена КЛАСАМИ об'єктів, що відповідають тематичним шарам Екологічної карти України, центральна – головною вершиною «Екологічна карта» (рис. 1).


Екологічна карта


КЛАСИ (тематичні шари карти) Головна вершина онтології

 Рослини

 Об'єкти антропогенного навантаження

 Об'єкти природно-зопвідного фонду

 [Екологічна ситуація](http://www.vlc.net.ua/PICTURES/PHOTOS/map.jpg)
<http://www.vlc.net.ua/PICTURES/PHOTOS/map.jpg>

 [Перехід до Екологічної карти України](http://server1.inhost.com.ua/Ukraine/)
<http://server1.inhost.com.ua/Ukraine/>

"Екологічне картографування — одна зі складових інформаційної системи екологічного

Рис. 1. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Екологічна карта». Головна сторінка

Рослини   

Об'єкти класу **КЛАС (тематичний шар карти)** **Головна вершина онтології**

 Дерев'яністі
 Кущі
 Трав'яністі
 Кімнатні



[Рослини](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/46/Diversity_of_plants_image_version_3.png/250px-Diversity_of_plants_image_version_3.png)
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/46/Diversity_of_plants_image_version_3.png/250px-Diversity_of_plants_image_version_3.png

"Зелені рослини — царство живих організмів. Назва була запропонована у 1981 році, щоб відрізнити представників царства від попереднього визначення рослин, які до того не створювали монофілетичну групу. Також царство відома під назвою

 Екологічна карта

Рис. 2. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Екологічна карта». Клас об'єктів «Рослини» (центральна частина екрану), об'єкти класу «Дерев'яністі», «Кущі», «Трав'яністі», «Кімнатні» (ліва частина екрану), головна вершина онтології «Екологічна карта» (права частина екрану)

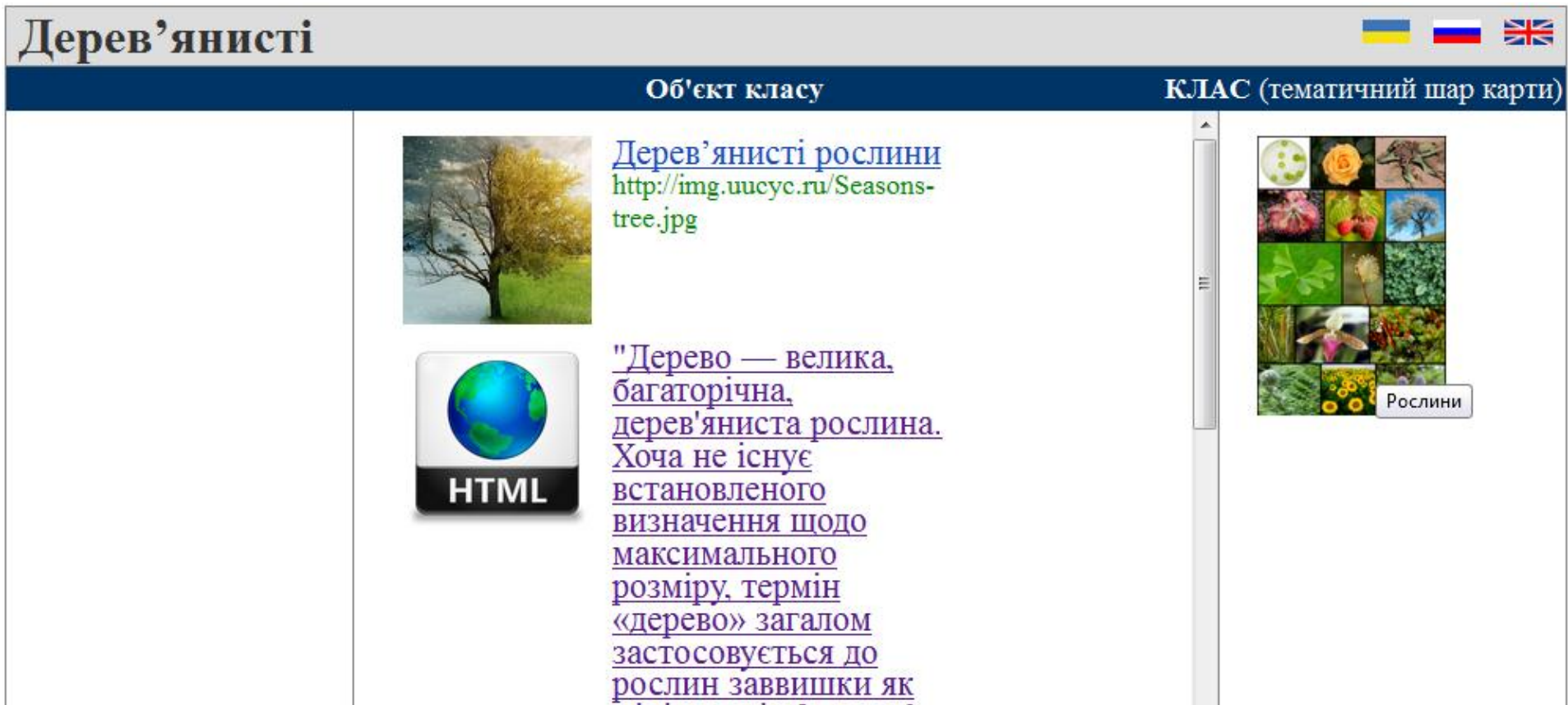


Рис. 3. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Екологічна карта». Об'єкт класу «Дерев'янисті» (центральна частина екрану), клас об'єктів «Рослини» (права частина екрану)

Поруч з кожним елементом інтерфейсу комп'ютерної онтології екологічної ділової гри розміщена текстова інформація, що являє собою коротку довідку, або посилання на зовнішнє джерело інформації, що може містити текстові дані, фото-, відео-, аудіо- та інші мультимедійні матеріали про досліджуваний елемент.



Таким чином здійснюється перехід між об'єктами комп'ютерної онтології та ознайомлення з поняттями предметної області дослідження.

Зі сторінки інтерфейсу є перехід до структури комп'ютерної онтології (онтографу) екологічної ділової гри, розміщеної в Graph Editor та призначеної для дослідницьких цілей.


Екологічна карта

Україна Росія Велика Британія

Ієрархія



[Екологічна ситуація](http://www.vlc.net.ua/PICTURES/PHOTOS/map.jpg)
<http://www.vlc.net.ua/PICTURES/PHOTOS/map.jpg>



[Перехід до Екологічної карти України](http://server1.inhost.com.ua/Ukraine/)
<http://server1.inhost.com.ua/Ukraine/>

"Екологічне картографування — одна зі складових інформаційної системи екологічного управління, що ґрунтується

Рис. 4. Функція переходу до середовища редагування онтологій *Graph Editor* з інтерфейсу комп'ютерної онтології «Екологічна карта».

Структура комп'ютерної онтології екологічної ділової гри являє собою набір класів понять, які складають предметну область дослідження.

Вихідними даними при формуванні структури комп'ютерної онтології екологічної ділової гри у вигляді онтографу є таблиця, в якій були описані класи понять ПдО дослідження.

Загальний принцип складання таблиці (найзручніше працювати в середовищі MS Excel):

(ім'я класу 1), (ім'я зв'язку), (ім'я об'єкту класу 1), ..., (ім'я об'єкту класу n)

(ім'я класу 2), (ім'я зв'язку), (ім'я об'єкту класу 1), ..., (ім'я об'єкту класу j)

.....

(ім'я класу m), (ім'я зв'язку), (ім'я об'єкту класу 1), ..., (ім'я об'єкту класу k)

Комірки стовпчика А містять імена материнських вершин онтографу, комірки стовпчика В - імена зв'язків між вершинами, комірки стовпчиків від С до ... - імена дочірніх вершин. Таблиця заповнювалася порядково.

У випадку створення структури комп'ютерної онтології екологічної ділової гри в ролі класів виступали тематичні шари Екологічної карти, а в ролі понять – об'єкти шарів карти:

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

| | 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 фонду | Об'єкти шару "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 |
| 6 | Установа освіти | Об'єкти шару "Установа освіти" | Школа | Ліцей | Гімназія | Колегіум | Відділення МАН | Гурток | | | | | |

Рис. 5. Вихідна таблиця формування структури комп'ютерної онтології екологічної ділової гри

Зверніть увагу, що поняття класу «Об'єкти антропогенного навантаження» «Станція» є класом для понять «ГЕС», «ЕС», «АЕС» та «Підстанція».

Структура комп'ютерної онтології може розширюватися та доповнюватися як табличним способом (до вихідної таблиці структури додаються нові класи, об'єкти або зв'язки), так і вручну (в середовищі редагування онтології). В процесі реалізації екологічної ділової гри «Дослідження впливу антропогенного навантаження на рослини паркових зон міст України» гравцям пропонується розширювати та доповнювати вже існуючу комп'ютерну онтологію «Екологічна карта» в Web-середовищі редагування онтологій «Graph Editor», візуалізація структури якої у вигляді онтографу має вигляд, представлений на рис.6.

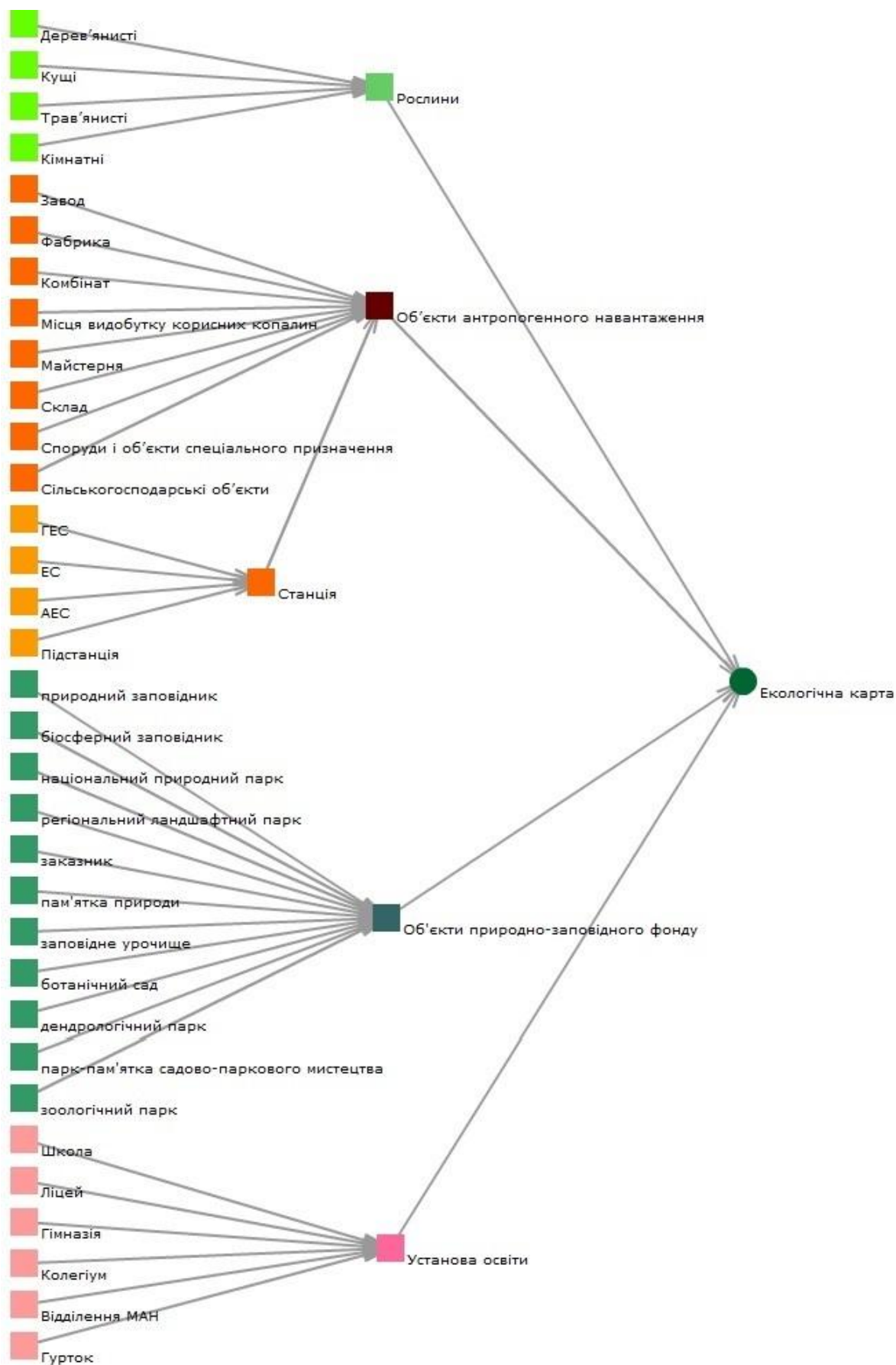


Рис. 6. Онтограф екологічної ділової гри

Розширення та доповнення структури комп'ютерної онтології вручну в середовищі Graph Editor. Механізм розширення та доповнення структури онтології шляхом створення нових вершин та зв'язків між ними описаний нижче.

Оскільки дослідження антропогенного навантаження на рослини паркових зон України проводиться одночасно кількома командами гравців різноманітними методами існує необхідність агрегації отриманих результатів в комп'ютерній онтології екологічної ділової гри з метою її накопичення, аналізу, порівняння отриманих в різний час даних та пошуку супровідної інформації (законодавчі та нормативні акти, інформація з джерел ЗМІ та Internet, фото-, відео- та інші мультимедійні матеріали тощо), яка є необхідною для прийняття рішень в природоохоронній діяльності.

Так само як розширення та доповнення структури онтології агрегація результатів дослідження та супровідної інформації відбуватися шляхом занесення до таблиці в середовищі MS Excel, так і шляхом заповнення карток вершин онтографу вручну в середовищі редагування онтологій.

Табличний спосіб формування інформаційного наповнення онтології. На думку автора даної методики, табличний спосіб є більш раціональним порівняно із способом наповнення онтологій вручну оскільки:

- ✓ Одночасно із наповненням онтології ведеться облік існуючої інформації про результати дослідження;
- ✓ Беручи до уваги алгоритм заповнення картки (відкриття діалогового вікна, натискання клавіш додавання, зберігання інформації та власне онтології), алгоритм заповнення таблиці займає порівняно менше часу;
- ✓ В разі пошкодження, втрати чи видалення файлу онтології його легко відновити з вихідних таблиць структури комп'ютерної онтології та інформаційного наповнення.

Хоча цей спосіб і є більш раціональним, він також має певні недоліки:

- ✓ Для онтологій з невеликою кількістю вершин витрати часу на заповнення карток відносно менші, ніж при заповненні таблиці;

- ✓ При заповненні карток існує можливість одразу вказати клас інформаційних ресурсів (наприклад, таблиці, мультимедійні матеріали, закони та нормативно-правові акти тощо) для їх фільтрації при подальшому перегляді.

Формування інформаційного наповнення онтології починається із заповнення комірки 1А таблиці програмними даними «nodedata» («дані вершини») з метою визначення середовищем редагування онтологій до якої вершини яку інформацію належить віднести.

Далі в стовпчик А з таблиці структури онтології переносяться назви вершин, до яких прикріплятиметься інформація.

| | А | В |
|---|-------------------------------------|---|
| 1 | nodedata | |
| 2 | Екологічна карта | |
| 3 | Рослини | |
| 4 | Об'єкти антропогенного навантаження | |
| 5 | Станція | |
| 6 | Об'єкти природно-заповідного фонду | |
| 7 | Установа освіти | |
| 8 | Дерев'яністі | |
| 9 | Купці | |

Рис. 7. Початок формування таблиці наповнення комп'ютерної онтології екологічної ділової гри

Прикріплена інформація може бути двох типів: *текстова* (text) та *гіперпосилання* (href).

Текстова інформація заноситься до комірки стовпчика В таблиці інформаційного наповнення онтології в тому ж рядку, що і назва вершини. Поруч в комірках стовпчиків С та D вказується, що ця інформація є текстовою «text».

Інформація у вигляді *гіперпосилання* заноситься до таблиці наступним чином:

- до комірки стовпчика В таблиці інформаційного наповнення онтології в тому ж рядку, що і назва вершини, заноситься НАЗВА гіперпосилання, наприклад «Перехід до Екологічної карти України»;
- поруч в комірці стовпчика С вказується адреса гіперпосилання, наприклад <http://server1.inhost.com.ua/Ukraine/>;
- в комірці стовпчика D вказується, що ця інформація є гіперпосиланням «href».

Гіперпосилання може бути на будь-які зовнішні джерела, які містять текстові, фото-, відео, мультимедіаматеріали тощо.

Зверніть увагу на те, що в стовпчику А комірки з назвою вершини, до якої прикріплюється інформація, мають повторюватися стільки разів, скільки видів інформації було прикріплено.

| | Назви вершин онтографу | Текстова інформація або назви гіперпосилань | Гіперпосилання та системна інформація | |
|----|-------------------------------------|---|---------------------------------------|----------------------|
| 1 | nodedata | | | |
| 2 | Екологічна карта | Екологічна ситуація | http://wv | href |
| 3 | Екологічна карта | Перехід до Екологічної карти України | http://ser | 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 | текст | text |
| 5 | Рослини | Рослини | http://upl | 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 монофілетичну групу. Також царство відоме | текст | text |
| 7 | Рослини | Онтологія "Червона книга Україна: Рослинний світ" | http://edi | href |
| 8 | Об'єкти антропогенного навантаження | Об'єкти антропогенного навантаження | http://tre | 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 | href |
| 10 | Станція | Станція | http://vip | href |
| 11 | Станція | Електростанція (електрична станція) — промислове підприємство або комплект обладнання для вироблення електроенергії з різних форм первісної енергії. | http://uk | href |
| 12 | Об'єкти природно-заповідного фонду | Об'єкти природно-заповідного фонду | http://eco | href |
| 13 | Об'єкти природно-заповідного фонду | Природно-заповідний фонд України — ділянки суші і водного простору, природні комплекси та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного і рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та | http://uk | href |
| | Об'єкти природно- | Онтологія об'єктів природно-заповідного фонду | | |

Рис. 8. Фрагмент таблиці наповнення комп'ютерної онтології екологічної ділової гри

Після завершення заповнення таблиці структури та таблиці наповнення комп'ютерної онтології (назвемо їх «Таблиця структури.xls» та «Таблиця наповнення.csv» (збереження у форматі CSV (разделители-запяты)(* .csv) відбувається шляхом вибору в пункті меню «Зберегти як» - «Інші формати») об'єднуємо їх в середовищі редагування онтологій Graph Editor: завантажуюмо граф за допомогою кнопки «Зчитати граф», а наповнення онтології за допомогою кнопки «Експорт/імпорт» та обравши пункт «Зчитати дані» в підменю «Імпорт» меню «Спеціалізовані функції».

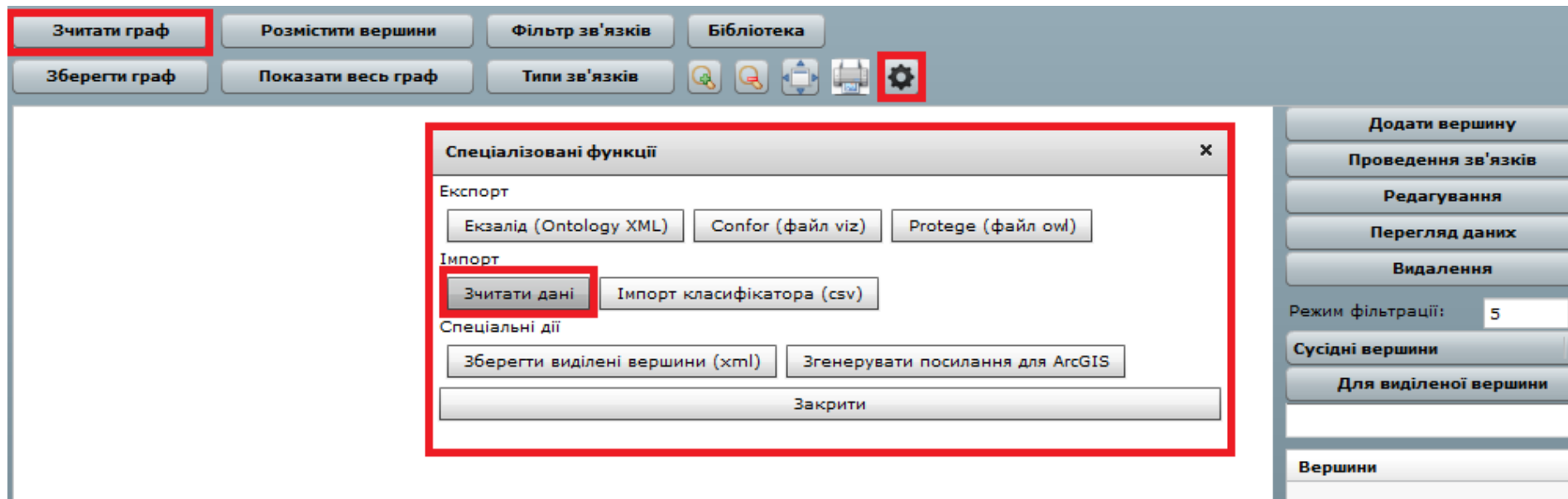


Рис. 9. Функціонал об'єднання таблиці структури та таблиці наповнення комп'ютерної онтології екологічної ділової гри в середовищі редагування онтологій Graph Editor

Отриману онтологію для подальшого перегляду, редагування, розширення чи доповнення зберігаємо під назвою «Екологічна карта.xml».

В процесі реалізації екологічної ділової гри «Дослідження впливу антропогенного навантаження на рослини паркових зон міст України» гравцям пропонується зберігати та агрегувати результати досліджень у вже існуючій комп'ютерній онтології «Екологічна карта» в Web-середовищі редагування онтологій «Graph Editor»

Середовище редагування комп'ютерних онтологій Graph Editor

Створити вершини онтології, зв'язки між ними та прикріпити інформацію також можна в Web-додатку Graph Editor.

Для створення вершини та прикріплення інформації натискаємо на кнопку «Додати вершину» в правій частині функціонального меню Graph Editor (рис. 10).

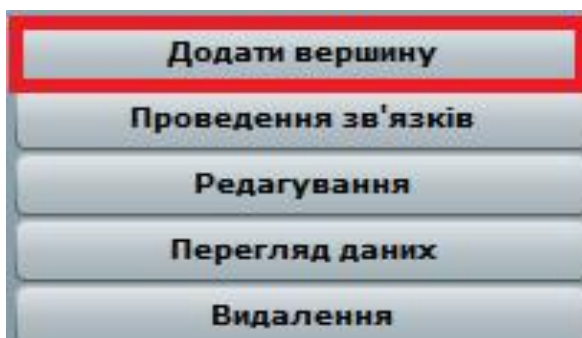


Рис. 10. Меню функціоналу *Graph Editor* (права частина). Кнопка «Додати вершину»

У відповідь відобразиться форма, представлена на рис. 11.

У вікні створення вершини обов'язково потрібно вказати ім'я вершини. Ім'я повинно бути унікальним для даної онтології (тобто не повинно повторюватися).

Форма вершини може бути задана квадратом чи колом, також може бути обраний колір вершини та її місце розташування (координати).

Для назви вершини можна задати шрифт та розмір літер.

До вершини можна прикріпити інформацію двох типів: *текстову* (text) та *гіперпосилання* (href) (Рис. 12). Правила додавання інформації такі самі, як при заповненні таблиці наповнення онтології.

Додати/змінити дані

Посилання

Прийняти Відмінити

Текст
Текст
Гіперпосил

Рис. 12. Вікно додавання даних до вершини онтології в Graph Editor

Відмінністю між додаванням інформації шляхом заповнення таблиці наповнення онтології та додаванням даних в Graph Editor є можливість присвоєння специфічного класу інформації, який коротко характеризує суть прикріплених даних. Клас інформації присвоюється шляхом вибору «Додати дані» чи «Редагувати дані» у меню «Додавання вершини» чи «Редагування вершини» і обирається на власний розсуд тим, хто заповнює онтологію. Наприклад, у вершині «Екологічна карта» присвоїмо текстовим даним клас «Загальні відомості».

Редагування вершини

Ім'я:

клас:

Форма:

колір:

X: Y:

Шрифт:

| Дані | Посилання | Тип | Клас |
|--|---|----------------|------|
| Екологічна ситуація | http://www.vlc.net.ua/PICTURES/P | Гіперпосилання | |
| Перехід до Екологічної карти України | http://server1.inhost.com.ua/Ukra | Гіперпосилання | |
| "Екологічне картографування — одна з Забезпечення збалансованого, екологі | текст | Текст | |

"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 стану навколишнього природного середовища і прогноз його розвитку завжди спираються на територіальний або ландшафтний підхід, оскільки ландшафти є тими територіальними системами, в умовах яких відбувається взаємодія людини і природи.

Забезпечення збалансованого, екологічно безпечного розвитку окремих територій держави можливе лише за умов розуміння, як функціонують природні та антропогенні комплекси, що перебувають у їх межах. Такий цілісний підхід до вивчення природних і техногенних об'єктів та використання отриманої на його основі екологічної інформації в процесі прийняття управлінських рішень визначають важливість і необхідність застосування сучасних географічних методологій. Підтвердження актуальності екологічного картографування та посилення його ролі стало створення на базі Головного управління картографії, геодезії та кадастру Державної служби геодезії, картографії та кадастру (Укргеодезкартографія) і включення її до структури Міністерства екології та природних ресурсів України."

Посилання:

Рис. 13. Присвоєння класу інформації в режимі редагування даних, прикріплених до вершини комп'ютерної онтології

В формі перегляду даних, прикріплених до обраної вершини, проіндексуємо чекбокс лише класу інформації «Загальні відомості». В полі даних відобразиться лише та інформація, яка належить до обраного класу (рис. 14).

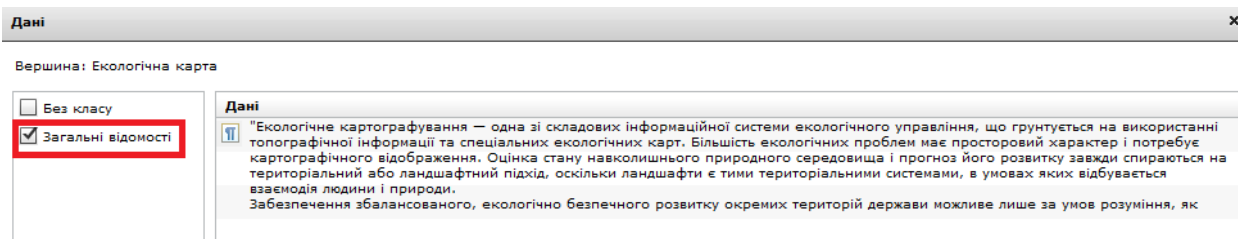


Рис. 14. Перегляд даних вершини комп'ютерної онтології класу «Загальні відомості»

Для створення зв'язків між вершинами та прикріплення інформації натискаємо на кнопку «Проведення зв'язків» в правій частині функціонального меню Graph Editor (рис. 15).

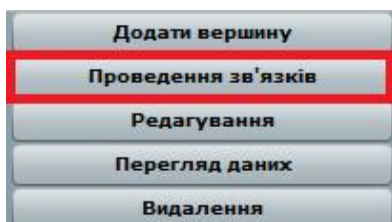


Рис. 15. Меню функціоналу Graph Editor (права частина). Кнопка «Проведення зв'язків»

У відповідь відобразиться форма, представлена на рис. 16.

У вікні створення зв'язку між вершинами можна вказати ім'я зв'язку та обрати клас, до якого цей зв'язок належить. За замовчуванням з випадаючого списку можна обрати лише поточний клас «Default». Для створення нового класу зв'язків обираємо функціональну клавішу «Типи зв'язків» з верхнього меню Graph Editor та створюємо новий тип зв'язків, який відобразиться у випадаючому списку вікна створення зв'язку (рис. 17).

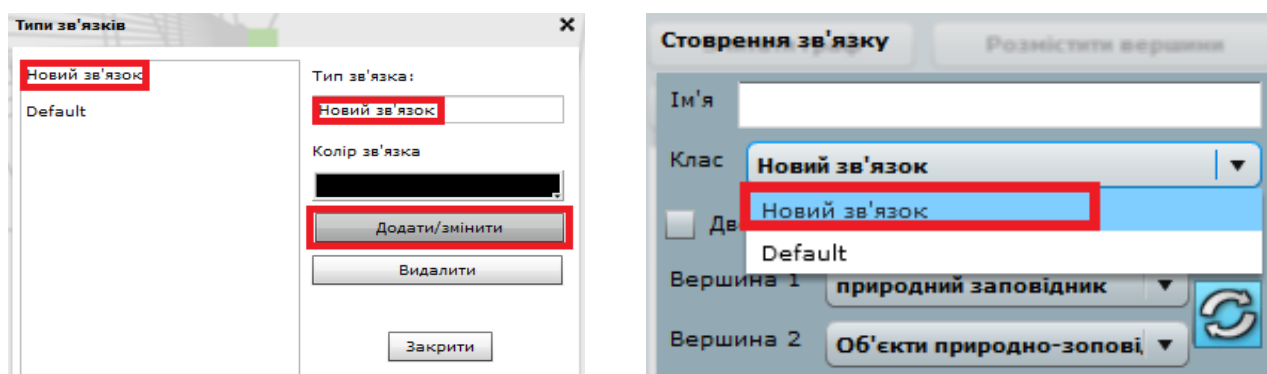


Рис. 17. Створення нового типу зв'язку між вершинами комп'ютерної онтології в Graph Editor

До зв'язку також можна прикріпити текстову або у вигляді гіперпосилання інформацію за алгоритмом описаним вище.

Вершини онтографу «Екологічна карта» містять автоматичні переходи-гіперпосилання на тематичні шари Екологічної карти України (рис. 18).

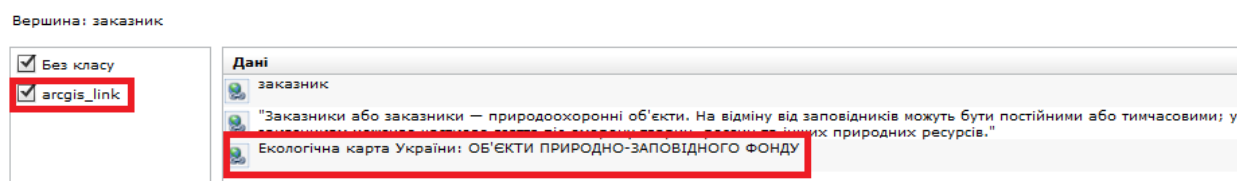


Рис. 18. Гіперпосилання на тематичний шар карти в карточці перегляду даних вершини комп'ютерної онтології

Тобто, заповнюючи базу даних комп'ютерної онтології, учасник екологічної ділової гри одразу ж взмозі відмітити на карті об'єкт (рослину чи об'єкт природно-заповідного фонду) та місце дослідження, фактори антропогенного впливу та установу освіти, в рамках навчальної діяльності

якої реалізується гра, а також дізнатися про результати досліджень гравців з інших регіонів України.

Електронна карта «Екологічна карта України» має дев'ять варіантів базової карти («підложки») для зручності конкретного користувача та залежно від цілей використання, список тематичних шарів, режими редагування та друку, можливості вимірювання та створення закладок (рис. 19).

Список тематичних шарів та об'єктів, що входять до них, можна переглянути, активізувавши кнопку «Список слоїв» у верхньому меню карти. Проіндексувавши чекбокс праворуч від назви тематичного шару чи об'єкту, активізуємо його відображення на карті, та навпаки, знявши індексування, активізуємо режим невідображення шару чи об'єкту (рис. 20).

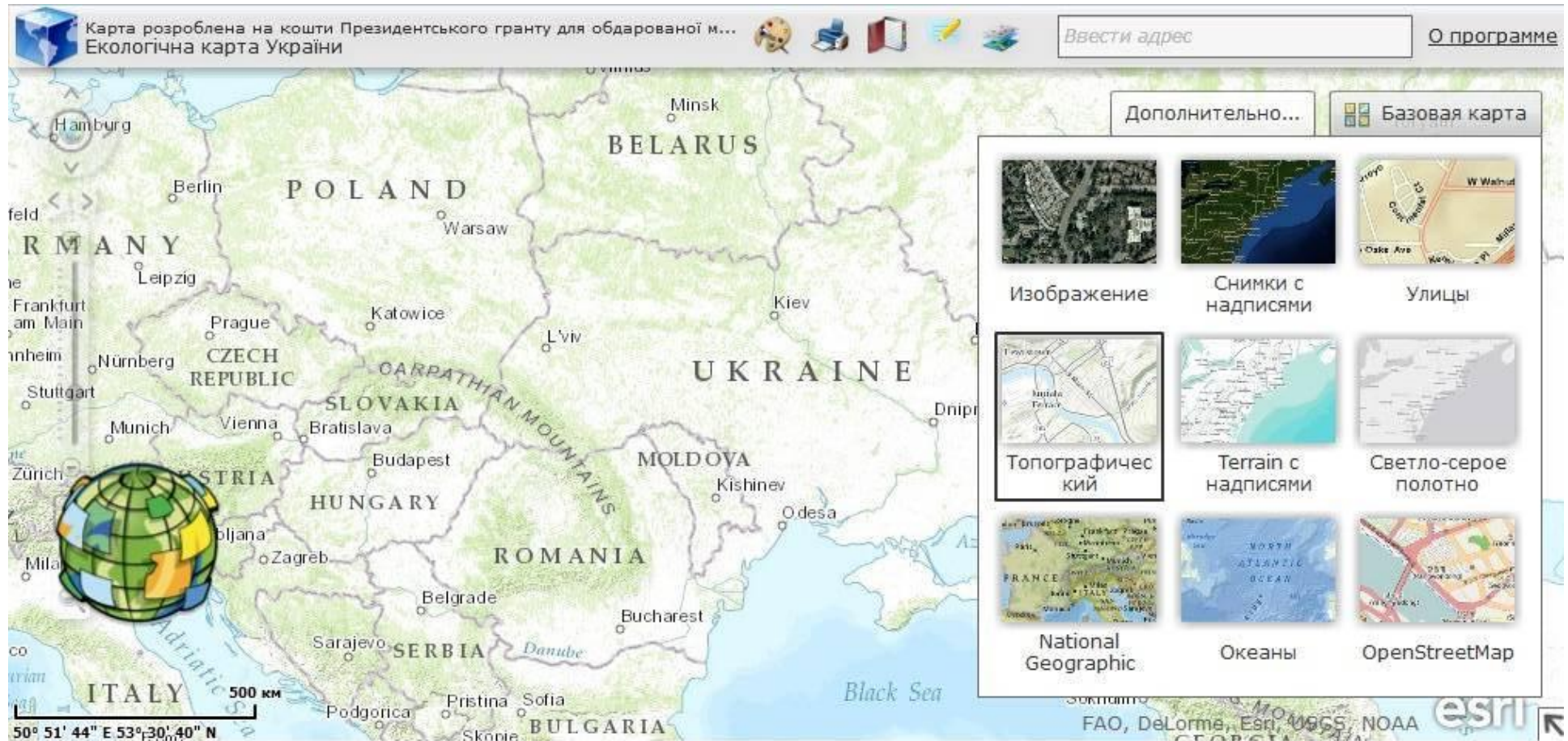


Рис. 19. Екологічна карта України. Дев'ять варіантів базової карти

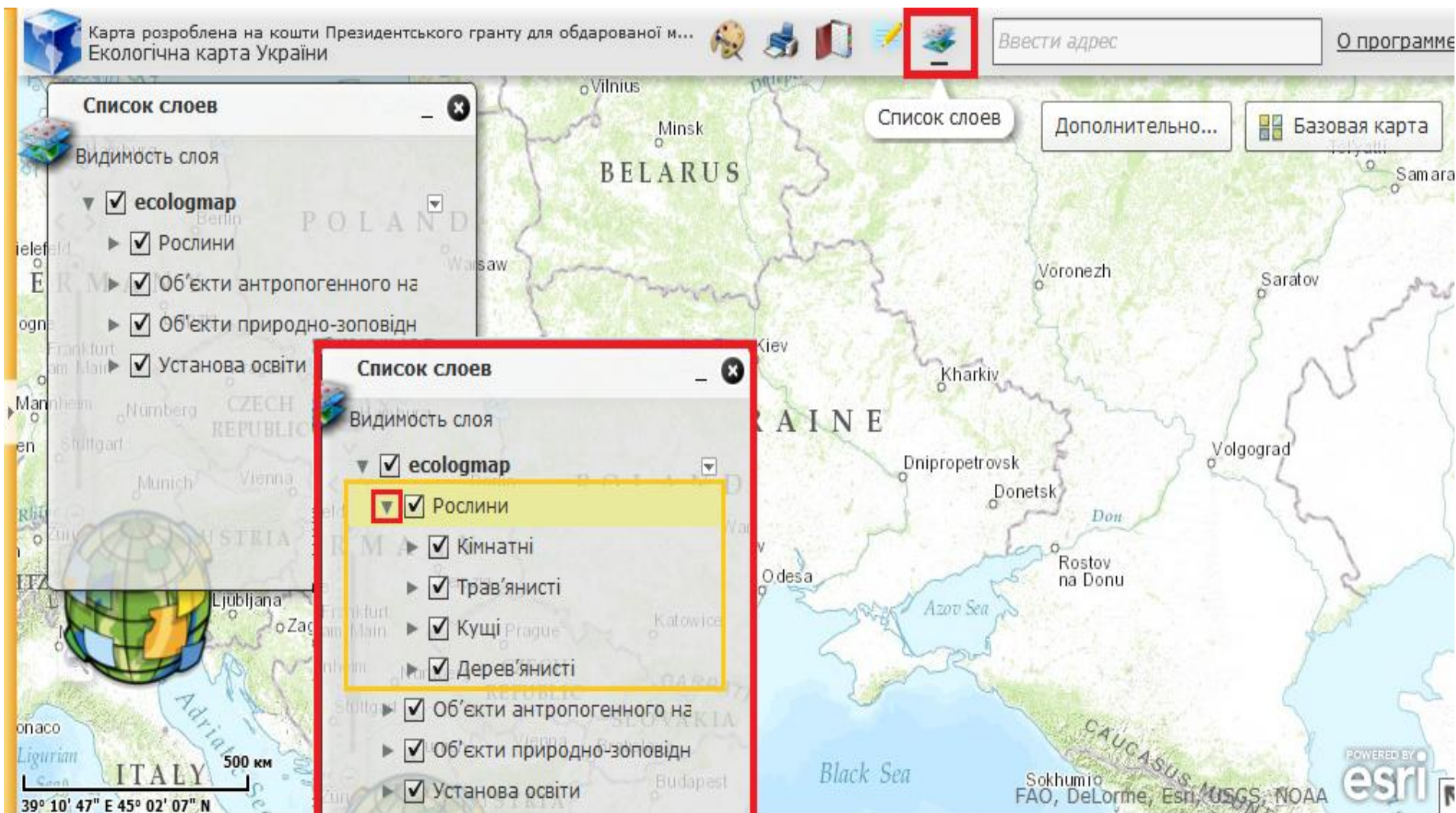


Рис. 20. Екологічна карта України.Список тематичних шарів

Активізацією кнопки «*Изменить*» відкривається список шаблонів умовних позначень об'єктів дослідження екологічної ділової гри (рис. 21). Обравши необхідний шаблон, лівою кнопкою миші натискаємо на тому місці на карті, де об'єкт має розташовуватися (для уточнення місцеположення можна скористатися шкалою географічних координат в нижньому лівому куті карти). Об'єкти, що належать до різних тематичних шарів, містять різні набори атрибутивних ознак (рис. 22-24).

Шар Рослини

Місто:

Адреса:

Назва рослини:

Мах значення ІФХ:

Шар Об'єкти антропогенного навантаження:

Місто:

Адреса:

Назва об'єкту:

Характеристика:

Шар Об'єкти природно-зоповідного фонду:

Район:

Найближче місто:

Назва об'єкту:

Характеристика:

Примітки:

Шар Установа освіти:

Місто:

Адреса:

Повна назва:

Про установу:

До кожного об'єкту, крім атрибутивного опису, можна додати текстові, фото- та відео файли, що відобразатимуться у вкладеннях.

Інструменти на панелі редагування функції «Изменить» дозволяють змінити внесені атрибути, додати нові вкладення або видалити створений об'єкт.

За допомогою функції «Закладки» створюється список закладок, за кожною з яких можна переходити з будь-якого місця на карті до обраного (рис. 25-26).

Функція «Рисование» дозволяє провести виміри відстані та площі на карті шляхом малювання обраних геометричних фігур (рис. 27).

Сервіс *пошуку* за введеною назвою міста, вулиці чи об'єкту відобразить на карті шуканий елемент (рис. 28). Завдяки цьому гравці мають можливість спостерігати за тим, в яких місцях учасниками яких організацій проводяться подібні дослідження.

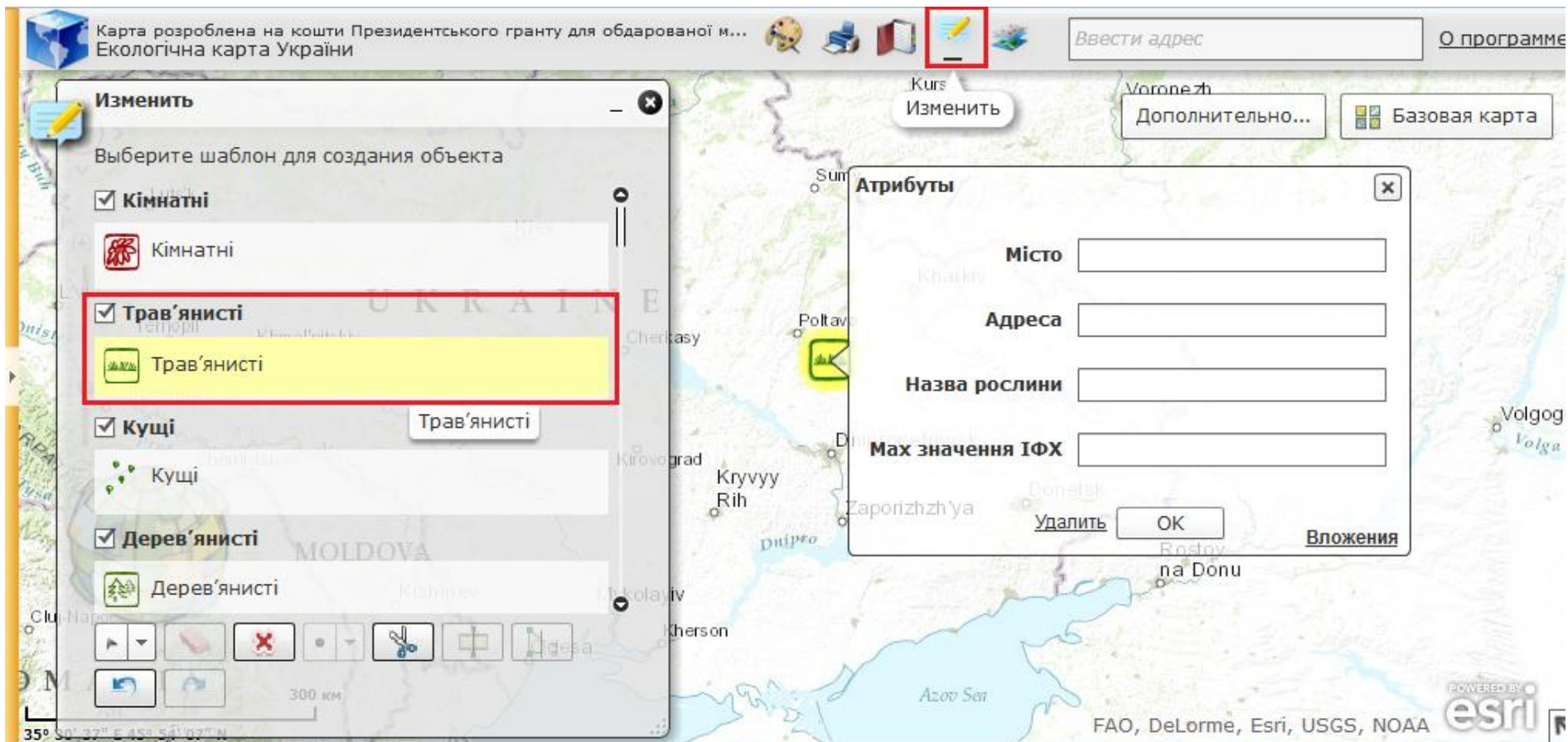


Рис. 21. Екологічна карта України. Функція «Изменить» для створення та редагування об'єктів карти. Атрибутивна інформація тематичного шару «Рослини»

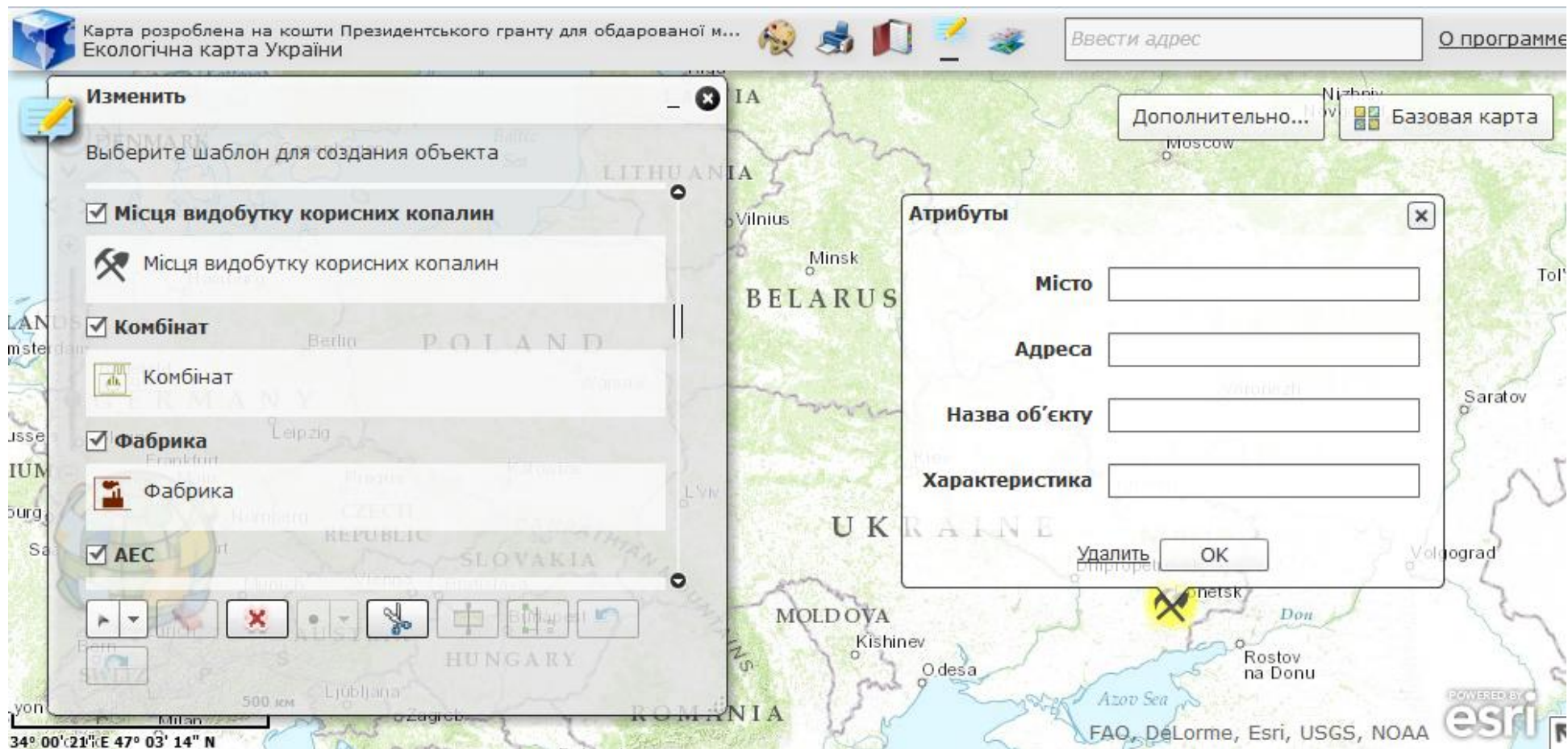


Рис. 22. Екологічна карта України. Функція «Изменить» для створення та редагування об'єктів карти. Атрибутивна інформація тематичного шару «Об'єкти антропогенного навантаження»

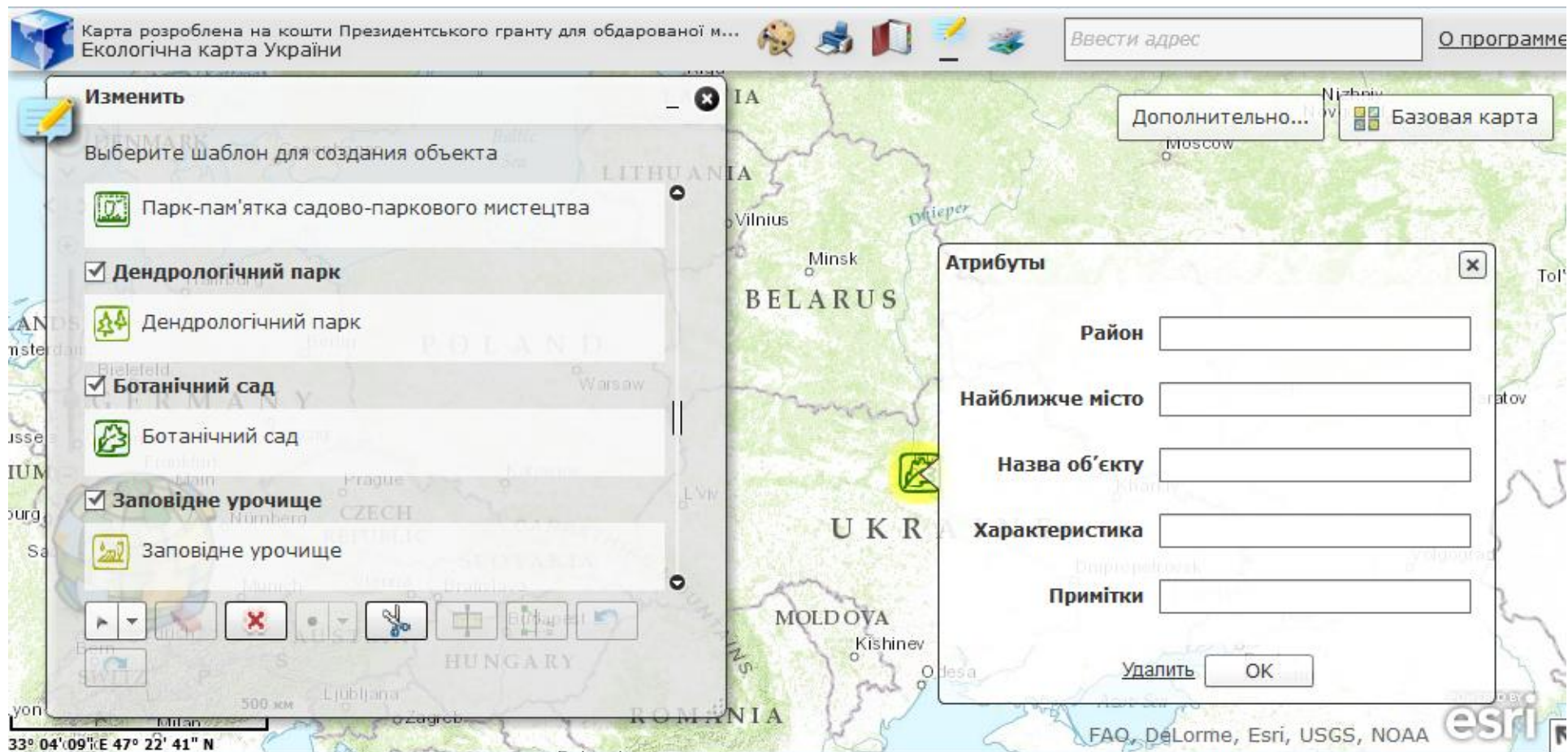


Рис. 23. Екологічна карта України. Функція «Изменить» для створення та редагування об'єктів карти.
Атрибутивна інформація тематичного шару «Об'єкти природно-заповідного фонду»

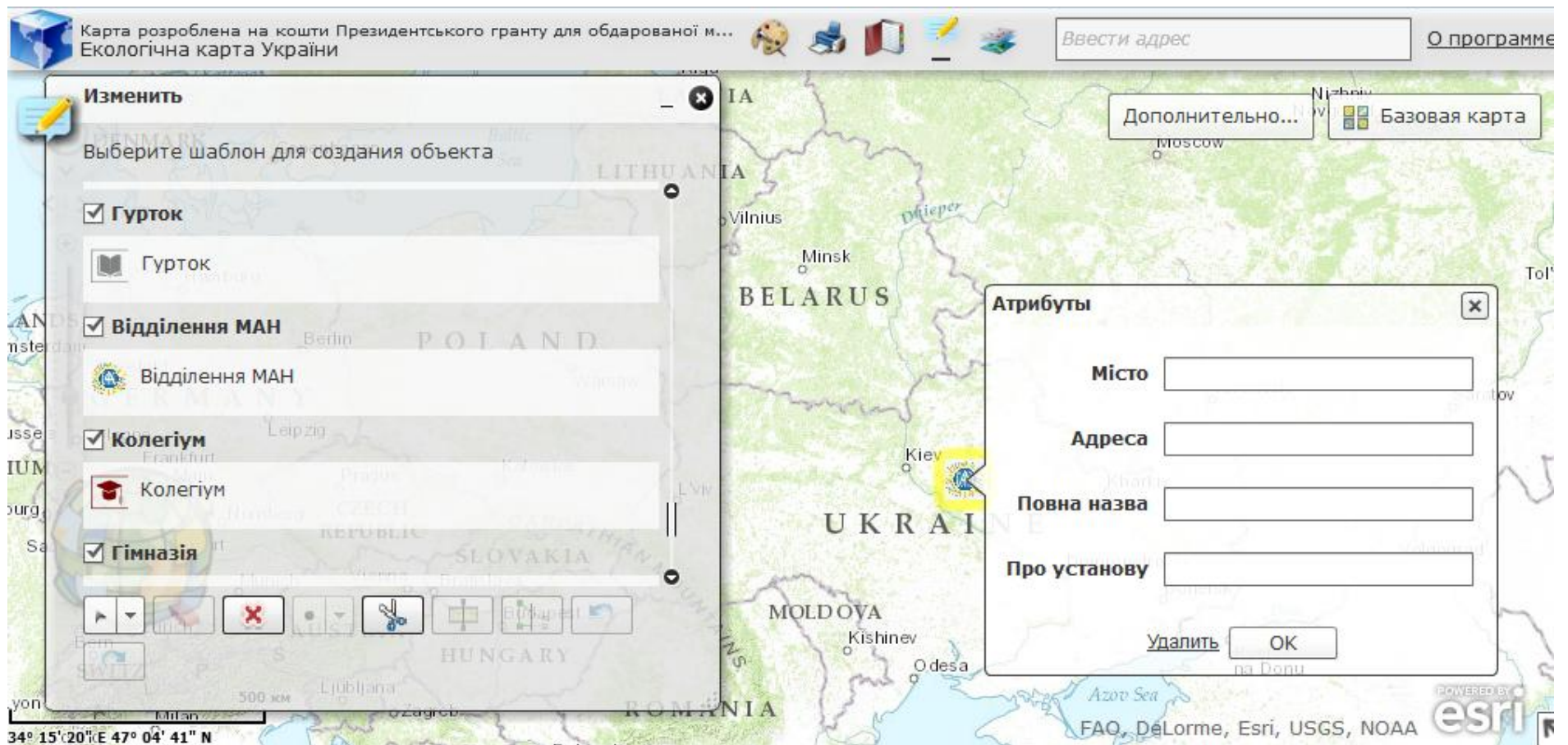


Рис. 24. Екологічна карта України. Функція «Изменить» для створення та редагування об'єктів карти. Атрибутивна інформація тематичного шару «Установи освіти»

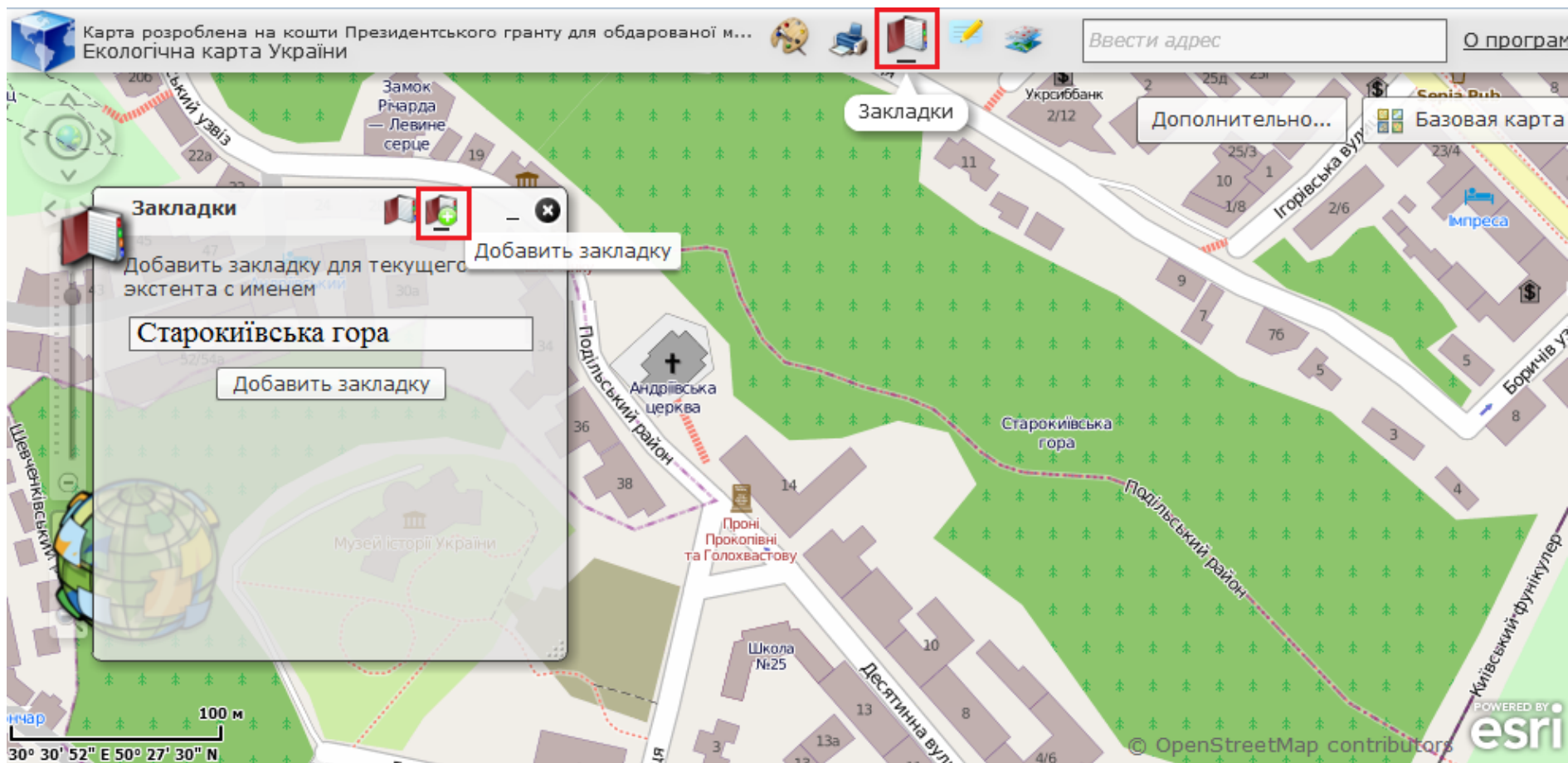


Рис. 25. Екологічна карта України. Функція «Закладки» для створення списку швидких переходів до екстентів обраних на карті об'єктів. Створення нової закладки

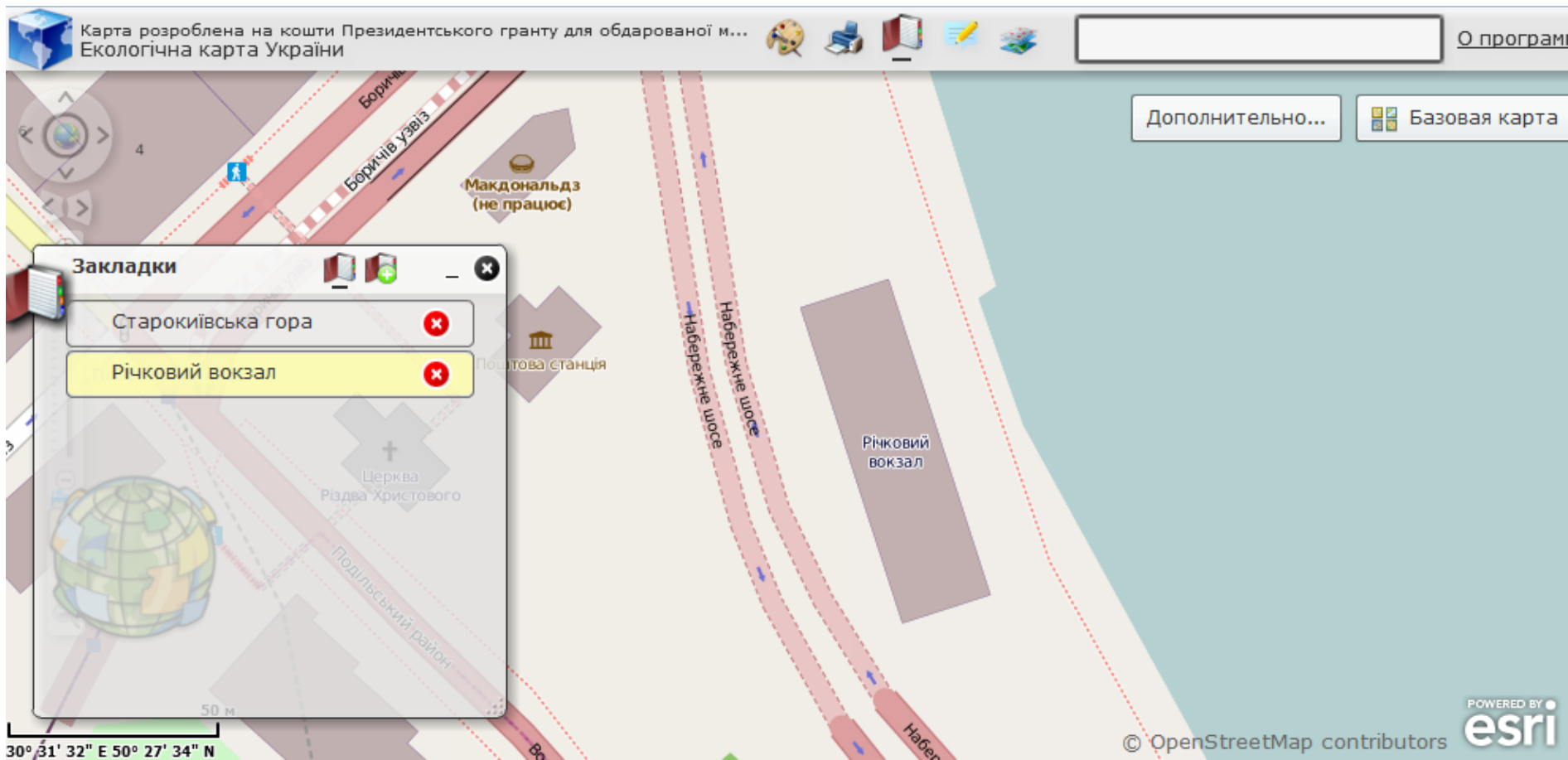


Рис. 26. Екологічна карта України. Функція «Закладки» для створення списку швидких переходів до екстентів обраних на карті об'єктів. Список закладок

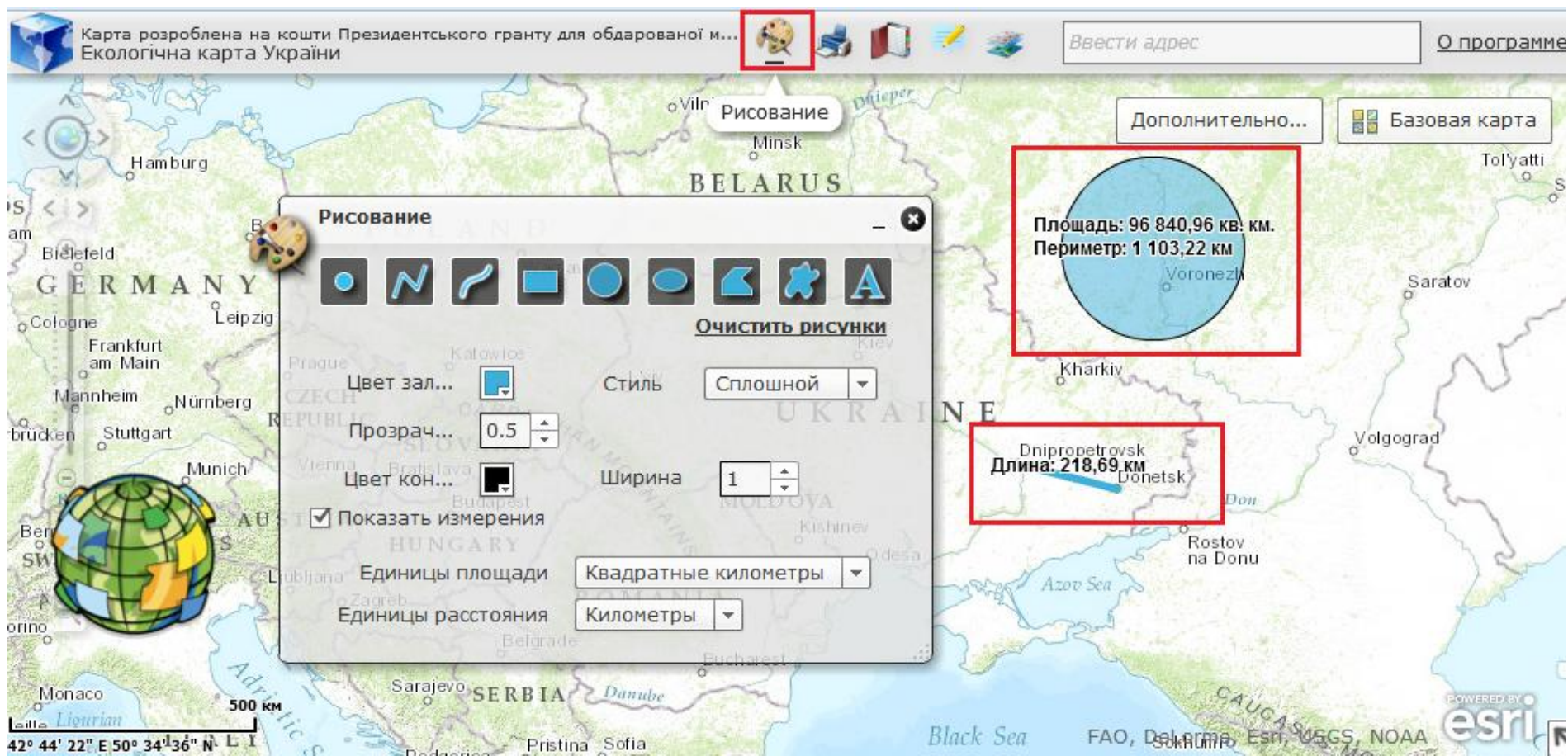


Рис. 26. Екологічна карта України. Функція «Рисование» для відображення геометричних фігур та вимірювання їх площі та довжини

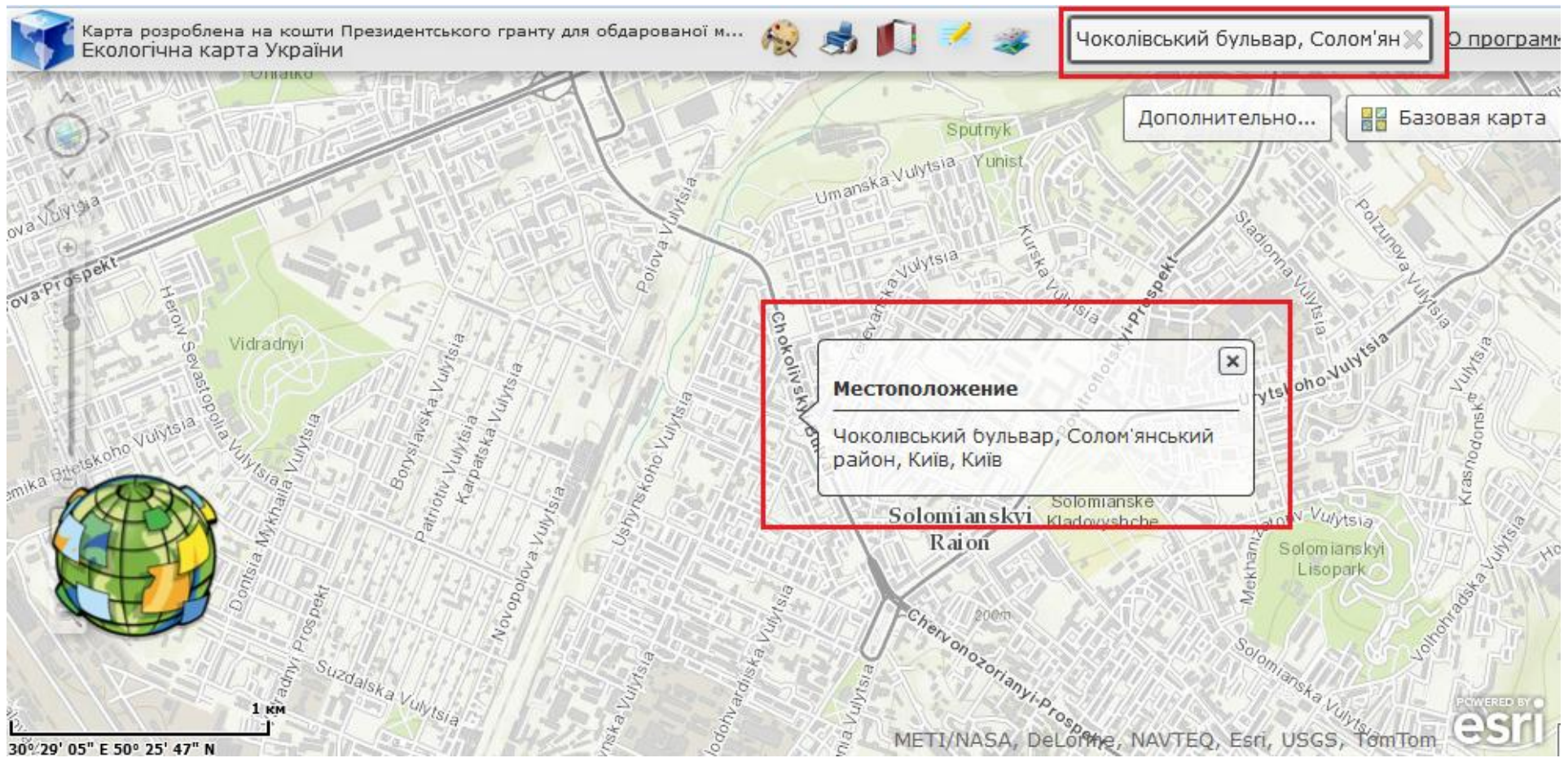


Рис. 26. Екологічна карта України. Сервіс пошуку для знаходження об'єктів на карті за їх назвою, адресою та ін. атрибутами

Таким чином, всі отримані різними учасниками в різний час результати дослідження агрегуються в єдиному інформаційному середовищі комп'ютерної онтології екологічної ділової гри «Дослідження впливу антропогенного навантаження на рослини паркових зон міст України». За описаною методикою кожен гравець зможе сформувати комп'ютерну онтологію власного дослідження, структурувати та класифікувати отриману інформацію, доповнити її фото-, відеоматеріалами та корисними посиланнями на зовнішні джерела з Internet та представити результати в загальній базі ГІС «Електронна карта України».

Методика формування комп'ютерної онтології екологічного паспорту об'єкту на прикладі озера Нобель

Дослідження та моніторинг лімнологічних систем України є важливими складниками формування і реалізації екологічної політики України на її шляху до збалансованого розвитку та інтегрування у світове співтовариство. Такі дослідження становлять частину вирішення однієї з найважливіших загальносуспільних проблем України – екологічного оздоровлення водойм, яке орієнтоване на створення безпечних умов життя людини та відновлення природного середовища. Це відповідає цілям міжнародної співпраці у рамках процесу «Довкілля для Європи» та «Екологічної програми для Центральної і Східної Європи». Йдеться про відповідність «Основним напрямкам державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» (1998), «Національної програми екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води» (1997), «Про розроблення Державної програми соціально-економічного розвитку Полісся» (1994), «Положення про водно-болотні угіддя загальнодержавного значення» (1999), «Про концепцію збереження біологічного різноманіття України» (1997), «Про заходи щодо охорони водно-болотних угідь, які мають міжнародне значення» (1995), Закону України «Про участь в Конвенції про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення» (1996), Закону України «Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки», конвенціям «Про охорону і використання транскордонних водойм і міжнародних озер» (Гельсінкі, 1992); «Про біотичне різноманіття» (Найробі, 1992; Софія, 1995); протоколу до Конвенції «Про воду і здоров'я» (Лондон, 1999) та ін. Еколого-лімнологічний напрям досліджень пов'язаний із програмами «Україна 2010», «Екологія 2010» та «Полісся».

Необхідність конструктивно-географічних та еколого-географічних досліджень лімносистем України зумовлена:

1) недосконалістю наявних і відсутністю цільових теоретико-методологічних засад лімнологічного-географічного дослідження, які б забезпечували оцінювання, планування, проектування, оптимізацію лімносистем;

2) значною поширеністю водойм уповільненого водообміну (озер, водосховищ, ставків, кар'єрних водойм);

3) відсутністю комплексних лімнологічного-географічного дослідження та необхідністю врахування об'єктивних і екосередовищних особливостей малих водойм при оптимізації екостанів транскордонних басейнів;

4) посиленням негативних тенденцій змін станів малих водойм у результаті антропогенного впливу й необхідністю інтегративного оцінювання техногенних трансформацій та антропогенної евтрофікації лімносистем;

5) необхідністю з'ясування просторової диференціації, проблемою інвентаризації ресурсів, потребою географічного кадастру, оцінок природно-ресурсного (водного, органо-мінерального, рибогосподарського, рекреаційного, природо-охоронного тощо) потенціалу території (акваторії), інтенсифікацією використання природних ресурсів водойм;

6) потребою обґрунтування раціонального природокористування на водоймах, розробки шляхів інтенсифікації використання та відтворення ресурсів, забезпечення розробки оптимальних схем використання ресурсів водойм як одного з найважливіших завдань природничонаукового вивчення природних ресурсів країни;

7) потребою геоекологічного аналізу лімносистем, їх тенденцій розвитку, змін, прогнозу і управління.

Актуальність дослідження лімносистем зумовлена значною часткою водойм у просторовій структурі ландшафтів України, посиленою антропогенною та природною трансформацією лімноконкомплексів локального і

регіонального рівнів, відсутністю комплексної характеристики лімносистем, слабкою вивченістю закономірностей функціонування водойм і необхідністю їх пізнання для вирішення завдань, які мають важливе наукове і господарське значення.

Лімнологія — наука про поверхневі водойми суходолу з уповільненим водообміном — озера, ставки, водоймища. Інша назва — озерознавство. Розділ гідрології поверхні.

У сучасних умовах лімнологія вступає в новий етап свого розвитку. Він характеризується поступовою заміною традиційних ідей новітніми, виникненням нових напрямів (міждисциплінарний, екологічний, конструктивний та ін.) або підвищеним зацікавленням дослідників окремими традиційними розділами (загальне озерознавство, регіональне озерознавство, структурне озерознавство та ін.).

Як напрям геоекології міждисциплінарна *екологічна лімнологія* спеціалізується на дослідженні впливу чинників середовища на походження і розвиток озер і штучних водойм, на з'ясуванні загальних закономірностей функціонування та еволюції лімносистем, на визначенні тенденції їх розвитку залежно від особливостей навколишніх ландшафтів і змісту антропогенних впливів на водозбори. Головними завданнями екологічної лімнології на сучасному етапі є поглиблення знань про взаємодію водойм із навколишніми ландшафтами, про стійкість лімносистем до антропогенних впливів, про специфічні риси процесів у давніх і сучасних водоймах для підтримання і збереження збалансованого розвитку лімносистем і запобігання наслідкам антропогенної евтрофікації і техногенних забруднень природних вод, що можуть бути згубними для водних та біотичних ресурсів водойм.

Поняття лімнології, екологічної лімнології та ландшафтознавства нерівнозначні та взаємодоповнювальні, мають методологічне й теоретичне значення, важливе для лімнології, міждисциплінарної екології та ландшафтознавства. Наукове пізнання озерної екосистеми – методологічно

евристичне можливістю й необхідністю інтегрування з ландшафтознавчим підходом і розкриває риси самого озера як екосуб'єкта і риси його екосередовища – ландшафтів водозбору. Поняття лімносистеми збагачує ландшафтознавство теоретично – щодо наземно-водних ландшафтних утворень, і методологічно – зумовлюючи потребу залучати в арсенал науки про ландшафти методичне багатство лімнології, озерознавства. Ландшафтознавча цінність і методологічна евристичність поняття озерний ландшафт полягають у збагаченні теорії та дослідницького арсеналу ландшафтознавства комплексними знаннями про наземно-водні ландшафтні комплекси та адекватні засоби їх наукового пізнання.

Лімносистема – екосистема озера (ставка, водосховища, кар'єрної водойми), яка характеризується збалансованістю біотичних та абіотичних чинників (компонентів) і гармонією їх на всіх стадіях свого розвитку. Системне відображення наземно-водного утворення дає можливість цільового, вужчого, ніж ландшафтознавче, наукового пізнання таких об'єктів. Лімнокомплекс – закономірне ландшафтне поєднання всіх компонентів водойми уповільненого водообміну (озера, ставка, водосховища, кар'єрної водойми), які перебувають у складному взаємозв'язку й утворюють єдину нерозривну систему ландшафтних комплексів різних рівнів від фації (елементарної цілісної частини озера) до складного урочища (водойми загалом). Лімнокомплекс об'єктно (сутнісно) і предметно (відображенням у знаннях) ширший та багатший, ніж лімносистема. Хоч для ландшафтознавства є цінними, пізнавально продуктивними і геосистемні, і геокомплексні трактування та методологічні напрацювання, які стосуються цих наземно-водних об'єктів.

Вивчати їх належить із поєднанням вужчих озерознавчих (переважно геосистемних еколімнологічних) і ширших ландшафтознавчих (геокомплексних лімнологічно-ландшафтознавчих) та конструктивно-географічних дослідницьких засобів. Як конструктивний напрям геоecології екологічна лімнологія повинна спеціалізуватися на дослідженні впливу

чинників середовища на походження і розвиток озер, на з'ясуванні загальних закономірностей функціонування й еволюції лімносистем, на визначенні тенденції їх розвитку залежно від особливостей навколишніх ландшафтів і змісту антропогенних впливів на водозбори. Головними завданнями екологічної лімнології на сучасному етапі є поглиблення знань про взаємодію озера з навколишніми ландшафтами, про стійкість озерних екосистем до антропогенних впливів, про специфічні риси лімнічних процесів у давніх і сучасних водоймах, з яких реальні – підтримання та збереження збалансованого розвитку лімносистем і можливі запобігання наслідкам антропогенної евтрофікації і техногенних забруднень природних вод, що можуть бути згубними для водних та біотичних ресурсів водойм. Такий перелік дослідницьких завдань є також переліком можливих, а в цьому дослідженні – реальних результуючих прикладних узагальнень. Вони потенційно належать переважно озерознавчій і міждисциплінарній екологічній лімнології. Ця нова наукова дисципліна близько сусідить із конструктивною лімнологією – теж новим підрозділом, що належить конструктивній географії. Обидва напрями наукових географічних досліджень озерних утворень є однаково новими, вони різні та взаємодоповнювальні, мають науково-теоретичну пізнавальну і науково-прикладну практичну потенційну цінність, тому важливі й перспективні для науки.

Географічна лімнологія має очевидну перспективу збагачення двома напрямками прикладних наукових досліджень – міждисциплінарною екологічною лімнологією і конструктивною лімнологією.

Отже, регіональна екологічна лімнологія досліджує просторовий розподіл водойм і процеси, що відбуваються у них, у взаємозв'язку з ландшафтами їх екосередовища; гідробіологія водойм – екологію лімнобіонтів і водних екосистем, а екологічна лімнологія – умови і процеси виникнення, функціонування й еволюції озерних геосистем у їх взаємозв'язку з навколишнім ландшафтним середовищем під впливом

змінюваних природних і антропогенних чинників. Концептуальна основа екологічної лімнології полягає в розгляді й вивченні лімносистем як саморегульованих природних систем, здатних до масо-енергетичного, речовинного, польового та інформаційного обміну з навколишнім середовищем і нагромадження інформації про зміни ландшафтного середовища. Об'єктами її дослідження є лімносистеми як природні організми та особливості їх функціонування й еволюції в різноманітних умовах природного та зміненого середовища.

Прикладна за змістом конструктивна лімнологія досліджує озерні утворення переважно комплексно, гідрологічно і ландшафтознавчо, з метою вивчення станів, функціонувань, зв'язків у лімносистемах, управління ними, для пізнання ресурсів і ресурсних потенціалів лімносистем, їх раціонального використання та охорони. Поєднання таких дослідницьких напрямів має складати основу комплексного наукового і прикладного вивчення лімносистем. При цьому озерознавство слід трактувати як систему гідрофізичних, гідрологічних, гідрохімічних, геохімічних, гідробіологічних та інших науково-пізнавальних і прикладних дисциплін гідролого-географічного змісту.

Відповідно до матеріальної сутності досліджуваних наземно-водних об'єктів адекватну методологію їх цільового вивчення складають поєднані науково-пізнавальні арсенали кількох дослідницьких підходів. Це загальні пізнавальні історико-генетичний і ресурсознавчий, прикладний природокористувальницький, оптимізаційний, природоохоронний і конкретні науково-пізнавальні підходи: галузевий лімнологічний (озерознавчий) і ширший гідрологічний, геокомплексний ландшафтознавчий, конструктивно-географічний та інтегративно-прикладні – еколого-географічний і, зокрема, еколого-лімнологічний підходи. Методами, що оптимально відповідають сутності досліджуваних об'єктів і прикладним цілям їх наукового географічного пізнання, є: в лімнологічній частині досліджень – геофізичний (з водно-балансовим, гідрометеорологічним, математико-статистичним

включно), геохімічний (гідрохімічний), морфолого-морфометричний; у комплексній фізико-географічній (ландшафтознавчій) частині досліджень – ландшафтознавчо-структурний; у конструктивно-географічній частині – методи моніторингу, геоекологічного оцінювання, експертизи, системного моделювання, прогнозування.

В загальному випадку дослідження лімнологічних систем включає:

– з'ясування напрацьованого історичного досвіду у науковому вивченні водойм та узагальнення і збагачення досвіду різних природничо-географічних класифікацій водойм (галузевих, комплексних);

– аналіз впливу природних чинників на теперішні стани водойм та їхніх водозборів і просторово-часовий лімнологічно-географічний аналіз водойм;

– просторово-географічне дослідження акумуляції та хімічного складу речовини донних відкладів і встановлення геохімічних індикаторів станів водойм регіону;

– оцінювання сучасного рівня антропогенного впливу на лімносистеми, з'ясування основних чинників, що визначають цей вплив, встановлення спрямування і змісту змін у лімносистемах, розробка шляхів раціонального управління подальшим розвитком малих водойм;

– здійснення геоекологічного лімнологічного аналізу і конструктивно-географічного синтезу знань про малі водойми, а саме: оцінювання найважливіших природних ресурсів водойм (водних, органо-мінеральних, зокрема сапропелевих, рекреаційних, ін.) для сучасних потреб економіки; отримання еколого-лімнологічних оцінювальних характеристик водойм; встановлення закономірностей та особливостей просторово-часових змін теперішніх станів головних лімнологічних показників водойм регіону (як індикаторів стану, спрямованості розвитку і функціонування ландшафтних лімноконкомплексів) з метою раціоналізації природокористування;

– обґрунтування схем природоохоронних заходів, спрямованих на оптимізацію використання ресурсів аквально-ландшафтних комплексів в

умовах інтенсивної господарської діяльності, за потреби збереження їхнього ландшафтного та біотичного різноманіття.

Запропоновані методичні рекомендації слугують основою досліджень лімнологічних систем України з метою оптимального використання, охорони та збереження природно-ресурсного потенціалу лімноконкомплексів регіону, розробки довгострокових планів ефективного його використання, обґрунтування стратегії та плану дій щодо захисту унікальних лімносистем, зокрема для збереження ландшафтного та біотичного різноманіття водойм. Як еталонний полігон моніторингу лімносистем для заозерених територій Східноєвропейської рівнини розглядається Українське Полісся, які ще залишаються найкраще збереженими серед рівнинних ландшафтів Європи. Екосередовищу Українського Полісся приділяється значна увага і науковців, і громадськості. Природний комплекс регіону має особливе екосередовищне значення для України та Європи загалом. Дослідження водойм регіону є складовими реалізації Національної стратегії охорони природи України, міжнародної природоохоронної політики держави.

Отримані в процесі досліджень матеріали мають екосередовищну, економічну і соціальну ефективність на національному й міжнародному рівнях та необхідні для вирішення господарських проблем природокористування, обліку, планування, прогнозування, регулювання, оцінювання станів лімносистем та екстраполяції їх у просторі й часі, для з'ясування природної та антропогенної складової в ході сучасного розвитку лімнічних процесів, здійснення міжрегіональних кореляцій та порівняльно-лімнологічних оцінювань, розробки положень національного законодавства з урахуванням лімнологічного-екологічного знання та для відомчого вдосконалення системи регулювання й управління, оцінювання ефективності протиерозійних заходів на малих водозборах, для розробки запобіжних заходів від замулення, обґрунтування будівництва нових водойм або розчистки існуючих від відкладів, для удосконалення системи протипаводкових заходів, для лімногеохімічної індикації умов озерного

осадонакопичення, вибору способів рекультивації та екскавації відкладів і їх застосування, раціонального використання, реабілітації, заповідання та охорони лімноккомплексів.

Отримані різними спеціалістами в різний час результати дослідження агрегуються в онтології лімнологічних систем України, яка є своєрідним тематичним банком даних, що дає змогу зберігати, редагувати, аналізувати і постійно поновлювати дані досліджень, та може бути основою для автоматизованої інформаційно-пошукової системи фахівців державних, виробничих, природокористувальницьких і природоохоронних установ для оцінювання природно-ресурсного потенціалу регіону.

Методи екологічної оцінки стану об'єктів лімнологічних систем

Згідно Водного кодексу України якість води є характеристикою складу та властивостей води, яка визначає її придатність для конкретного виду водокористування.

Оскільки не існує єдиного показника, який характеризував би весь комплекс характеристик води, оцінка якості води ведеться на основі системи показників. Показники якості води поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні. Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні (показники, характерні для будь-яких водних об'єктів) та специфічні (показники, обумовлені місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт).

Хімічні методи

До *хімічних показників* відносять встановлення активної реакції води, окислюваності, азотвмістких речовин, розчинених у воді газів, жорсткості та лужності, а також хлоридів, сульфатів, заліза, марганцю та інших елементів.

Хімічні показники можуть бути загальними та специфічними. До числа *загальних хімічних показників якості води* відносять:

Розчинений кисень. Основними споживачами розчиненого кисню є процеси дихання гідробіонтів та окислення органічних речовин. Низький вміст розчиненого кисню відображається на всьому комплексі біохімічних та екологічних процесів у водному об'єкті.

Хімічне споживання кисню (ХСК). ХСК визначається як кількість кисню, який необхідний для хімічного окислення в одиниці об'єму води органічних та мінеральних речовин. Величина ХСК дозволяє судити про забрудненість води окисленими речовинами, але не дає інформації про склад забруднення.

Біохімічне споживання кисню (БСК). БСК визначається як кількість кисню, який необхідний на біохімічне окислення в одиниці об'єму води органічних речовин за визначений проміжок часу. Розрізняють БСК за п'ять діб (БСК₅) та за двадцять діб (БСК₂₀).

Окислюваність води. Наявність в природних водах органічних і деяких легко окислюваних неорганічних домішок (сірководню, сульфідів, закисного заліза та ін.) зумовлює певну величину окислюваності води. У зв'язку з тим, що окислюваність поверхневих вод пояснюється, головним чином, наявністю органічних речовин, то визначення окислюваності, тобто кількості кисню, який необхідний для окислювання сумішей в даному об'ємі води, є одним з непрямих методів визначення органічних речовин у воді.

Найменшою величиною окислюваності (2 мгО₂/дм³) характеризуються артезіанські води. Окислюваність ґрунтових вод залежить від глибини їх залягання. Ґрунтові незабруднені води мають окислюваність, близьку до окислюваності артезіанських вод. Окислюваність чистих озерних вод в середньому становить 5-8 мг/дм³ кисню; в річковій воді вона коливається в широких межах, доходючи до 60 мг/дм³ і більше. Високою окислюваністю води відрізняються ріки, басейни яких розташовані в болотистих місцевостях. У болотяних водах в деяких випадках вона досягає 400 мг/дм³. Окислюваність природних, особливо поверхневих вод, є величиною не постійною. Зміна хімічної характеристики речовини, яка потрапляє у воду,

змінює величину її окислюваності. Підвищена окислюваність води свідчить про забруднення джерела і вимагає застосування відповідних заходів щодо його охорони при використанні для водопостачання. Раптове підвищення окислюваності води служить ознакою забруднення її побутовими стоками, тому величина окислюваності є важливою гігієнічною характеристикою води.

Додаткові відомості про характер органічних сполук, що містяться у воді можна отримати, порівнюючи відношення кольору і окислюваності. Підвищене значення цього співвідношення свідчить про переважання у воді стійких речовин гумусу болотяного походження, знижене – про речовини гумусу планктонного походження. Середні значення характерні для ґрунтових речовин гумусу.

Таким чином, визначення окислюваності є не тільки способом встановлення концентрації органічних речовин, але в поєднанні з іншими показниками, наприклад з кольором, може служити і методом визначення їх походження.

Мінеральний склад. Мінеральний склад визначається за сумарним складом семи головних іонів: K^+ , Na^+ , Ca^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Головними джерелами збільшення мінералізації є ґрунтові та стічні води.

Азотовмісні речовини (іони амонію, нітритні та нітратні іони) утворюються у воді внаслідок розкладання білкових сполук, що потрапляють в неї майже завжди зі стічними побутовими водами. Білкові речовини під дією мікроорганізмів зазнають розпаду, кінцевий продукт якого аміак. Наявність останнього свідчить про забруднення води стічними водами.

Іноді у воді присутні іони амонію неорганічного походження, що утворюються внаслідок відновлення нітрату і нітритів гумусовими речовинами, сірководнем, закисним залізом тощо. Наявність у воді іонів, що утворилися таким шляхом, не є небезпечною в санітарному відношенні.

Якщо поява у воді азотовмісних сполук відбувається внаслідок гниття білкових речовин, то такі води непридатні для пиття.

У природній воді іони амонію нестійкі і при окисленні киснем повітря під дією бактерій поступово перетворюються в нітритні та нітратні іони.

Утворення нітратів і нітритів у воді може бути не тільки результатом описаних вище процесів. Нітрат, наприклад, утворюється при розчиненні нітратних солей ґрунтовими водами. Відновлюючись, нітрат служить джерелом збагачення води нітритами.

У поверхневих водах містяться, головним чином, нітрати (кількість їх невелика 0,001-0,003 мг/дм³). В артезіанських водах вміст нітритів може досягати десятих часток міліграма в літрі.

За наявністю тих чи інших азотовмісних сполук судять про час забруднення води стоками. Так, наявність у воді іонів амонію, і відсутність нітритів вказує на нещодавнє забруднення води. Одночасна присутність їх свідчить про те, що з моменту первинного забруднення пройшов вже якийсь проміжок часу. Відсутність іонів амонію при наявності нітритів і особливо нітратів, говорить про те, що забруднення сталося вже давно і вода за цей час самоочистилася.

Підвищений вміст нітрату (більше як 50 мг/дм³) у воді, що постійно використовується для пиття, призводить до порушення окислюваної функції крові.

Нафтопродукти. До нафтопродуктів відносять палива, оливи, бітуми та деякі інші продукти, які представляють собою суміш вуглеводнів різних класів. Джерелами надходження нафтопродуктів є їх втрати при видобутку, переробці та транспортуванні, а також стічні води. Вуглеводні, які входять в склад нафтопродуктів, здійснюють токсичну, а в деяких випадках, наркотичну дію на живі організми, вражаючи серцево-судинну та нервову систему.

Пестициди. Під пестицидами розуміють велику групу штучних хлорорганічних та фосфорорганічних речовин, які використовуються у боротьбі з бур'янами, комахами та гризунами. Головним джерелом їх надходження є поверхневий та дренажний стік зі сільськогосподарських

територій. Пестициди мають токсичну, мутагенну та кумулятивну дію, руйнуються повільно.

Важкі метали. До числа найбільш розповсюджених важких металів відносять свинець, мідь, марганець, цинк, залізо. Важкі метали мають мутагенну та токсичну дію, швидко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах.

Форма, в якій присутні в природних водах залізо і марганець, залежить від величини рН і вмісту кисню.

Окислення двовалентного заліза у воді з максимальною швидкістю відбувається при $\text{pH} > 7$, а двовалентного марганцю при $\text{pH} > 9$.

Гідрат оксиду заліза, що утворився в результаті гідролізу та окислення двовалентного заліза, малорозчинний і завдяки захисній дії гумусових речовин може бути присутнім в природних водах в колоїдному стані.

Зазвичай вміст заліза та марганцю не перевищує декількох десятків міліграмів в 1 л води. Хоча вода, що містить і більш високі кількості цих іонів, абсолютно нешкідлива для здоров'я, все ж для питних, промислових і господарських цілей вона непридатна, оскільки має неприємний, чорнильний або залізистий присмак.

Наявність у воді заліза та марганцю може призводити до розвитку в трубопроводах залізистих і марганцевих бактерій. Продукти життєдіяльності бактерій накопичуються в таких кількостях, що можуть значно зменшити перетин водопровідних труб, а іноді і повністю їх закупорити.

Хімічні показники вимірюються в г/м^3 , мг/дм^3 (мг/л).

Хімічний аналіз природної води має вирішальне значення в практиці водопостачання. Результати аналізу дозволяють встановити придатність джерела для питного й технічного водопостачання, наявність у воді шкідливих для організму забруднень або сполук, які сприяють її корозійній активності, піненню, утворенню накипу та ін.

Титрометричний (об'ємний) метод аналізу ґрунтується на визначенні загальної та карбонатної твердості води, хімічного споживання кисню(ХСК),

біохімічного споживання кисню (БСК₅), кислотності, лужності, вмісту розчиненого кисню тощо.

Гравіметричний метод базується на кількісному переведенні аналізованого компонента в малорозчинну сполуку і зважуванні продукту після виділення, промивання, висушування чи прожарювання. Ним визначають у природних та стічних водах залізо (III) та алюміній у вигляді оксидів, хлориди, сульфати, багато металів тощо.

Фізичні методи

До основних *фізичних показників* якості води відносять:

Температура води. У водних об'єктах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, змішування водних мас та надходження нагрітих вод із зовнішніх джерел. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежить склад та властивість води. Температура води вимірюється у градусах Цельсія (°C).

Запах. Запах води створюють специфічні речовини, які потрапляють у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, які містяться у воді. Запах води вимірюється у балах.

Спочатку дають якісну оцінку запаху за відповідними ознаками: болотний, земляний, рибний, гнильний, ароматичний, нафтовий тощо. Силу запаху оцінюють за 5 бальною шкалою.

Колбу з притертою пробкою заповнюють на 2/3 водою і негайно закривають, інтенсивно струшують, відкривають і одразу визначають інтенсивність і характер запаху.

Прозорість. Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного проміння у воді речовинами органічного та мінерального походження. Прозорість визначає протікання біохімічних процесів, які потребують освітлення. Прозорість вимірюється у сантиметрах:

1. За диском Секкі. Щоб виміряти прозорість річкової води, застосовують диск Секкі діаметром 30 см, який опускають на мотузці у воду, прикріпивши до нього вантаж, щоб диск йшов вертикально вниз. Замість диска Секкі можна застосовувати тарілку, кришку, миску, покладені в сітку. Диск опускається до тих пір, поки його не буде видно. Глибина, на яку ви опустили диск, і буде показником прозорості води.

2. За хрестом. Знаходять граничну висоту стовпа води в циліндрі, на дні якого розташована біла порцелянова пластинка з хрестом з товщиною ліній, рівною 1 мм, і чотири чорними колами діаметром, рівним 1 мм. Висота циліндра, в якому проводиться визначення, має бути не меншою, ніж 350 см. Нижня частина циліндра повинна бути підсвічена лампою в 300 Вт.

3. За шрифтом. Під циліндр висотою 60 см і діаметром 3-3,5 см підкладають стандартний шрифт на відстані 4 см від дна. Досліджувану пробу наливають у циліндр, так щоб можна було прочитати шрифт, і визначають граничну висоту стовпа води.

Водневий показник (рН) – це іони водню, концентрація яких виражена через показник $pH = -\log[H^+]$, визначає кислотно-лужну рівновагу водних розчинів, визначається концентрацією водневих іонів, точніше їх активністю. Від рН залежить розвиток водяних рослин, характер протікання продуктивних процесів.

Активність залежить від стану, концентрації кожного компонента розчину, температури та тиску.

Зазвичай для більшості природних вод величина рН змінюється в межах 6,5-8,5. На величину рН води впливає підвищена концентрація гумусних кислот, забруднення водоймища стоками промислових підприємств тощо.

Вміст завислих речовин. Джерелами завислих речовин можуть бути процеси ерозії ґрунту та гірських порід, продукти метаболізму та розкладання гідробіонтів, продукти хімічних реакцій та антропогенні джерела.

Підвищену каламутність вода має за рахунок вмісту в ній грубодисперсних неорганічних і органічних домішок. Визначають каламутність води ваговим методом і фотоелектричним колориметром. Ваговий метод полягає в тому, що 500-1000 мл каламутної води профільтровують через щільний фільтр діаметром 9-11 см. Фільтр попередньо висушується і зважується на аналітичних вагах. Після процесу фільтрування фільтр з осадом висушують при температурі 105 - 110 градусів протягом 1,5 - 2 годин, охолоджують і знову зважують. За різницею мас фільтра до і після фільтрування розраховують кількість зважених речовин в досліджуваній воді.

Якісну оцінку кольоровості проводять, порівнюючи зразок з дистильованою водою. Для цього в склянки з безбарвного скла наливають досліджувану і дистильовану воду, на тлі білого аркуша при денному освітленні розглядають зверху і збоку, оцінюють кольоровість. За відсутності забарвлення вода вважається безбарвною.

Спектральний аналіз дає змогу встановити елементний, нуклідний, молекулярний склад речовини та її будову.

Методом полум'яної фотометрії кількісно визначають понад 70 хімічних елементів, зокрема й катіони лужних і важких металів у природних водах.

Мас-спектрометрією виявляють у ґрунті тетрахлордифенілдіоксин.

Метод ядерного магнітного резонансу (ЯМР) відображає вміст різних форм алюмінію та інших металів у природних водах.

Радіометричні методи аналізу ґрунтуються на виявленні й вимірюванні як природної, так і штучної радіоактивності.

Активаційний аналіз ґрунтується на опроміненні нерадіоактивних елементів нейтронами, протонами та іншими високо енергетичними часточками, внаслідок чого вони набувають радіоактивності.

Рентгеноспектральний аналіз. Під впливом рентгенівського випромінювання виникає вторинне випромінювання проби, характер якого залежить від якісного та кількісного складу аналізованої речовини.

Люмінесцентний аналіз ґрунтується на здатності речовин випромінювати світло під дією різних збудників.

Сортовий аналіз використовують для визначення різних видів палива, виявлення забруднень. Цим методом аналізують природні й стічні води, повітря, ґрунт, продукти, визначають нафтопродукти, феноли, мідь.

Фізико-хімічні методи

Ця група методів ґрунтується на хімічних реакціях, але визначають й фізичну характеристику, що залежить від вмісту аналізованої речовини.

Фотометричний аналіз визначає практично всі хімічні елементи, крім інертних газів; з їх допомогою визначають як макро-, так і мікрокількості аналізованого компонента.

Хроматографічний аналіз використовують для аналізу доквілля.

Високоєфективна *рідинна хроматографія* визначає сполуки з малими ГДК (біогенні аміни, поліароматичні вуглеводні, гормони, токсини).

Методом *газорідинної хроматографії* визначають склад стічних вод підприємств, заводів органічного синтезу.

Іонообмінна хроматографія. Визначають загальну твердість води, вміст катіонів важких металів у воді, ґрунті, донних відкладах.

Електрохімічні методи аналізу

Потенціометрія. Використовують для визначення рН природних і стічних вод.

Вольтамперометрія. Цим методом у природних водах і ґрунтах визначають вміст цинку, кадмію, свинцю, міді.

Кондуктометрію використовують для визначення концентрації розчинених солей у питних водах і водах для теплообмінного обладнання.

Біохімічні методи

Бактеріологічні показники характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До них відносять: колі-індекс – кількість кишкових паличок в одному літрі води; колі-титр – кількість води, в якій може знаходитись одна кишкова паличка.

Гідробіологічні показники дають змогу оцінити якість води по тваринному населенню та рослинності водойми.

Основу біологічних та біохімічних методів дослідження становлять реакції рослин, тварин і мікроорганізмів на дію певного чинника. Зміни можуть відбуватися на різному рівні: активності ферментів, проникності мембран та зміні інших органел клітини, окремих органів, систем, організмів в цілому, популяції, екосистеми.

Біологічні методи широко використовують з метою визначення стану довкілля (*біоіндикація*). Живі організми часто є тест-об'єктами при вивченні дії токсичних речовин (визначення ГДК і летальних доз), фармакологічного ефекту лікарських препаратів тощо.

У більшості випадків визначають активність ферментів, оскільки вони мають високу чутливість і вибірковість дії та дають змогу численним хімічним реакціям у живому організмі відбуватися за звичайних умов.

Активність цих біохімічних каталізаторів залежить від багатьох чинників, оскільки вони мають білкову природу: рН середовища, наявності окремих катіонів металів, що можуть збільшувати чи зменшувати їх активність, окисно-відновного потенціалу тощо.

Вивчення ферментних реакцій має величезне значення при дослідженні функцій і визначенні концентрацій мікроелементів та інших біологічно активних сполук. Їх активність може бути тестом при вивченні забруднення довкілля окремими речовинами, зокрема важкими металами, що діють як ферментні отрути; кислотними оксидами тощо.

Найбільш ефективним біохімічним методом оцінки можливої небезпеки тих чи інших джерел забруднення для водної флори та фауни є

біотестування – експериментальне визначення токсичності води для гідробіонтів, заснованого на реєстрації реакцій тест-об'єктів, за допомогою якого можна встановити токсичну дію забрудненої води.

При контролі забруднення водного середовища біотестування може забезпечити вирішення цілого ряду задач:

- проведення токсикологічної оцінки промислових і міських стічних вод при сталому режимі скидання їх у водні об'єкти з метою виявлення потенційних джерел високого і екстремально високого забруднення вод;
- контроль в оперативному і безперервному режимах аварійних та інших залпових скидів високотоксичних стічних вод;
- проведення оцінки міри токсичності стічних вод на різних стадіях формування для проектування локальних очисних споруд;
- контроль токсичності стічних вод, що подаються на біологічні очисні споруди, з метою попередження надходження токсичних для біоценозу активного мулу забруднюючих речовин;
- визначення рівнів безпечного розбавлення стічних вод для гідробіонтів за сумарною дією речовин, що скидаються з метою обліку результатів біотестування при корегуванні і встановленні гранично допустимих скидів (ГДС) речовин, що надходять у водні об'єкти зі стічними водами;
- проведення екологічної експертизи нових технологій і матеріалів, проектів очисних споруд, реконструкції і технічного переозброєння народногосподарських об'єктів;
- здійснення оцінки стану природних вод і виявлення акваторій з імпактним рівнем забруднення.

В останні десятиліття в багатьох країнах біотестування стало загально визнаним прийомом та обов'язковим елементом в системі контролю забруднення водного середовища токсичними речовинами.

Для біотестування застосовується стандартний набір біотестів на гостру токсичність з використанням бактерій з роду *Pseudomonas*

(інгібування розмноження на 99% протягом 48 годин); водоростей з роду *Scenedesmus* (зниження чисельності на 50% за 5 діб); дафній та риб (загибель 50% осіб за 24 години).

На основі вивчення особливостей реагування гідробіонтів різних екологічних і систематичних груп на вплив токсичних компонентів промислових, міських і сільськогосподарських стічних вод (фенолів, аміно- та нітросполук, важких металів, нафтопродуктів, синтетичних поверхнево активних речовин (СПАР) тощо) розроблена велика кількість методів біотестування та їх модифікацій. Як тест-об'єкти використовуються: бактерії, гриби і актиноміцети, водорості, найпростіші, безхребетні, риби.

У методах біотестування з використанням бактерій реєструються інтенсивність розмноження клітин, біолюмінісценція, активність окислювальних ферментів бактерій активного мулу.

У біотесті з використанням пліснявих грибів і актиноміцетів реєструються ростова реакція тест-об'єктів.

У біотестах на водоростях використовуються різні реакції: інтенсивність розмноження клітин, біоелектрична реакція, плазмоліз, фотосинтетична активність клітин, здатність клітин до диференційованого фарбування.

У методах з використанням найпростіших реєструються інтенсивність розмноження, рухова активність і морфологічні зміни тіла.

У біотестах на дафніях враховуються виживання, плодючість, інтенсивність дихання і серцебиття. У методах з використанням інших безхребетних реєструються регенерація подошви гідри, зміни поведінки медичної п'явки, морського гребінця.

У риб як тест-функції використовуються виживання, поведінкові реакції, рухова активність, інтенсивність серцебиття і дихання, здатність до зміни пігментації шкіряних покривів.

Зміни в стані живих організмів, які вказують на ті або інші порушення, можуть бути морфологічними або функціональними. Зміни першого типу

виявляють візуально, біометричними вимірюваннями, гістологічними і цитологічними дослідженнями, а іншого типу - фізіологічними, біохімічними і біологічними методами.

В останні роки розроблені численні нові методи для оцінки присутності токсикантів у природних і стічних водах і їх біологічної дії. Ці тести пов'язані із ембріологічними спостереженнями над ікрою риби, жаб, молюсків.

Основні методи, що рекомендуються для першочергового застосування в контролі стічних вод і перспективні для оцінки рівня забруднення природних вод наведені в таблиці 1.

Метод біотестування з використанням рачка *Daphnia magna* рекомендований як першочерговий для контролю стічних вод у сталому режимі і виявлення потенційно небезпечних джерел забруднення водних об'єктів токсичними речовинами.

Дафнія, як живий організм, відповідає цілому ряду умов, які висувають до тест-об'єкта: доступність, швидкість отримання в масовій кількості і простота лабораторного культивування, невеликий, і в той же час достатній розмір тварини. До токсичних речовин молодь дафній більш чутлива, ніж дорослі особини, тому як тест-об'єкт рекомендовано використовувати молодь дафній у віці менше ніж 24 години.

Таблиця 1. Перелік методів біотестування, що рекомендуються для першочергового застосування в контролі якості вод і перспективних для оцінки рівня токсичного забруднення природних вод

| <i>Назва методу заснованого на реєстрації параметрів</i> | <i>Прийом або пристрій для здійснення методу</i> | <i>Область застосування в контролі вод</i> |
|--|--|--|
| Вживання та плодючість рачка <i>Daphnia magna</i> | Візуальні спостереження неозброєним оком | Стічні і природні води |
| Рухова активність, вживання та темп росту інфузорій | Мікроскопіювання | Стічні і природні води |
| Імобілізація клітин водорості дуналієла саліна | Мікроскопіювання | Стічні і природні води |
| Рівень загальної і уповільненої флуоресценції водоростей | Флуориметр | Стічні і природні води |
| Ростова реакція бактерій | Фотоелектроколориметр | Природні води |
| Вживання і регенерація у гідри | Мікроскопіювання, візуальні спостереження | Природні води |

Біотестування природних вод має ряд відмінностей від простого біотестування стоку чи окремої хімічної сполуки, оскільки треба врахувати більше екологічних факторів і хімічних сполук. При біотестуванні природних вод вирішуються дві задачі:

1) отримання систематичної інформації про можливу токсичність води (водної товщі та придонних шарів) і донних відкладів водойми та її конкретних ділянок;

2) отримання експрес-інформації про токсичність окремих проб або токсичне забруднення водойми чи її окремої ділянки в зв'язку з аварійною ситуацією.

Дослідження озер

З метою більш повного і раціонального використання озер їх всебічно вивчають спеціалісти з лімнології, гідрології, метеорології, гідробіології, гідрохімії, гідрофізики, геоморфології та інші. Будь-які нові відомості, одержані про озера, становлять практичний інтерес для науки, але мають різні формати та шляхи доступу до них. Тому доцільним є створення єдиного інформаційно-аналітичного середовища з використанням класифікації, систематизації та візуалізації логіко-ієрархічних зв'язків між поняттями предметної області досліджуваного водного об'єкту, що надасть можливість виявляти принципово нові раніше невідомі взаємозв'язки, інтегрувати різноформатні інформаційні ресурси (результати досліджень, отримані різними фахівцями за допомогою різних методів в різний час) для формування інформаційної бази даних впливу антропогенних факторів на еколого-відновний потенціал озер, що сприятиме активному аналізу проблематики і пошуку найефективніших рішень.

Для дослідження озера використовують наступні методи: визначення гідрохімічних характеристик озерних і прибережно-водних об'єктів, обробка космоснімків, підсупутникові експерименти, статистичний аналіз і обробка даних, геоінформаційна обробка просторових даних тощо. Методика відпрацювання полягає у наземній прив'язці оптико-спектральних характеристик опрацьованих космоснімків до гідроекологічних умов акваторії, а також ландшафтно-екологічних умов пляжних та прибережних територій озера.

При проведенні дослідження озер матеріали космічних зйомок зіставляються з апіорною та опорною інформацією; основним методом одержання таких даних є проведення підсупутникових експериментів, у ході

яких вимірюються значення досліджуваних показників стану водних ресурсів контактними методами.

Розпочинають дослідження озера з вивчення його водозбірної площі. При цьому описують поверхню, з якої живиться озеро. Отже, важливо встановити ступінь залісення і заболочення території, розвитку гідросітки.

Обстеження берегової лінії озера проводять при обході його по всьому периметру. При цьому визначають обриси і форми берегів (прямі, порізані, низькі, високі), склад берегів (заболочені, піщані, кам'яністі), наявність терасових виступів і берегових валів; фіксують сліди високих рівнів води і підтоплених берегів. Результати обстежень записують, проводять фото- та відеофіксацію характерних типів берегів і берегових утворень.

Максимальні довжину та ширину озера, а також його площу визначають за великомасштабною топографічною картою або космічним чи аерофотознімком; середню ширину беруть з відношення площі озера до його довжини; об'єм води обчислюють, за формулою

$$W = \frac{C_1 + C_2}{2} H_1 + \frac{C_2 + C_3}{2} + \dots + \frac{C_{n-2} + C_{n-1}}{2} H_{n-2} + \frac{C_{n-1}}{2} H_{n-1}$$

де C_1, C_2, \dots, C_{n-1} — площі, обмежені ізобатами;

H_1, H_2, \dots, H_{n-1} — відстані між ізобатами.

Середню глибину озера H_{cp} визначають як відношення його об'єму W до площі водного дзеркала S .

Промірюванням глибин досліджують будову озерної западини (озерного ложа). Для цього використовують промірний лінь або ехолот. Влітку у штиль вимірювання глибин озера проводять з човна або плота уздовж ліній промірних профілів, які перетинають характерні ділянки озера, а взимку — через пробиті в льоду лунки. За даними вимірювання складають батиметричну карту та 3D-модель глибин озера. Вона дає уявлення про морфологію озерного ложа. За батиметричною картою обчислюють також довжину, ширину, площу, порізаність і розвиток берегової лінії, об'єм та інші морфометричні показники озера.

Донні відклади вивчають за допомогою такого найпростішого методу, як візуальна оцінка. У гідрологічний журнал записують тип донних відкладів, їх колір і запах, вказують характер донних відкладів прибережної частини, які не можна захопити лотом (каміння, гравій, галька); консистенцію відкладів (щільні, пухкі, рідкі), наявність включень рослинних і тваринних решток, черепашок моллюсків тощо.

Беруть зразки донних відкладів на аналіз: спочатку їх висушують, а потім загортають у целофан або пергаментний папір. Усі зразки ґрунту супроводять етикетками, на яких вказують назву озера, місце і дату взяття зразка, глибину водойми, відомості про особу, що взяла пробу.

Для вивчення водного режиму озер та зміни рівня стояння вод у них насамперед визначають характер водного живлення озера і відмічають це у гідрологічному журналі. Збирають відомості про зміну водної маси озера, виявляють роки і сезони найвищого і найнижчого рівня води, фіксують сліди високого стояння води в озері за ознаками, що збереглися на його берегах.

Під час дослідження проточних і безстічних озер описують усі їхні протоки і стік з них; вимірюють їх ширину і глибину, а при наявності часу і умов — довжину приток на найближчих до озера ділянках. Визначають за місцевими ознаками сліди високих рівнів на схилах річкових долин, відмічають наявність гідроспоруд (гребель, загат, водяних млинів тощо). Досліджують колір води та її мутність, визначають смак, вимірюють температуру.

Взимку проводять спостереження за льодовим і сніговим покривом водойм. За допомогою мірної рейки вимірюють товщину криги і снігового покриву, описують, проводять фото- та відеофіксацію різних льодових утворень (нагромадження і намерзання льоду, тороси тощо). Звертають також увагу на ополонки й тріщини.

Практичний інтерес можуть становити дослідження фізичних та хімічних особливостей води озер. Прозорість води вимірюють диском Секкі, а температуру води на поверхні водойм — будь-яким термометром. Для

вимірювання вертикального розподілу температури води від поверхні водою до дна використовують; інерційний термометр у металевій або пластмасовій оправі. Результати досліджень записують у гідрологічний журнал.

Колір води визначають за шкалою Фореля—Ульє порівнянням її кольору з кольорами шкали.

Під час дослідження хімічних особливостей води озера визначають ступінь її мінералізації (прісна, солодкувата, солонна, гірко-солонна, самосадна). Для озер з прісною водою визначають ступінь жорсткості води.

Збирають відомості про зимові й літні замори риби (масової загибелі риби).

Досліджуючи біологічні особливості озера, вивчають його рослинність і тваринний світ. На план озера наносять місця поширення водної рослинності, для деяких озер відмічають «цвітіння» води.

Оцінюючи господарське використання озера, з'ясовують такі питання прикладного характеру: розвиток рибальства, мисливський промисел (полювання на звірів і птахів), видобування солі, використання цілющих грязей, постачання води населеним пунктам та окремим підприємствам, розвиток водного транспорту, гідробудівництво, зрошення, використання водної рослинності озера на корм худобі і як будівельного матеріалу, рекреаційне використання, розвиток водного спорту та ін.

На основі зібраних у процесі дослідження озера матеріалів роблять його опис, складають таблиці температури, прозорості й кольору води, карти глибин, донних відкладів, розподілу водної рослинності. Всі ці карти є картографічною основою для складання комплексної ландшафтної або тематичної карти озера. Результати досліджень об'єднують в онтології паспорту водного об'єкту.

Спираючись на Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 99 від 18.03.2013 Про затвердження Порядку розроблення паспорту водного об'єкта була запропонована така структурна схема онтології паспорту озера:

- Назва водного об'єкта;
- Місцезнаходження;
- Розмір і характер берегової лінії (піднесені або низовинні, пологі або круті, кам'янисті бо піщані береги);
- Характеристика ґрунту на мілинах, потужність мулових відкладень;
- Температура води на поверхні і на різних глибинах у різні сезони;
- Колір, прозорість та інші характеристики води;
- Карта глибин;
- Данні про пересихання, перемерзання, найбільші і найменші рівні води;
- Характер водної та прибережної рослинності;
- Флора та фауна;
- Наявність приток, витоків, прилеглих боліт, джерел. (Кількість води, що надходить з приток за добу, і витрата її в річках і струмках, що витікають з озера.);
- Наявність насосних станцій, риборозплідних та інших господарських споруд;
- Джерела забруднення і заходи захисту озера;
- Карта-схема озера.



Рис. 1. Таксономічна структура онтології паспорту озера

Вихідними даними для відображення паспорту озера у вигляді таксономічної структури або графу є таблиця, в якій описуються розділи паспорту.

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

У випадку створення таксономічної структури паспорту озера в ролі класу виступає сам паспорт, а в ролі об'єктів – розділи паспорту. Так само розділи можуть являти собою клас для об'єктів – підрозділів паспорту.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---------------|--------|-------|-------------------|--|--|--|---|-----------------------|--|
| 1 | Паспорт озера | Розділ | Назва | Місце знаходження | Розмір озера та характер берегової лінії | Характеристика ґрунту на міліні. Потужність мулових відкладень | Температура води на поверхні і на різних глибинах у різні сезони | Колір, прозорість та інші характеристики води | Заміри глибин з човна | Дані про пересихання, промерзання, замори, найбільші і найменші рівні води |

Рис.2. Вихідна таблиця формування таксономічної структури паспорту озера

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---|---|-----------|------------|-------------------|--|--|--|---|
| 1 | Паспорт озера | Розділ | Назва | Місце знаходження | Розмір озера та характер берегової лінії | Характеристика ґрунту на міліні. Потужність мулових відкладень | Температура води на поверхні і на різних глибинах у різні сезони | Колір, прозорість та інші характеристики води |
| 2 | Колір, прозорість та інші характеристики води | Підрозділ | Прозорість | Швидкість течії | Показники поверхні водоймища | | | |

Рис.2. (а) Розширення вихідної таблиці формування таксономічної структури паспорту озера

| | A | B | C | D | E |
|---|---|-----------|------------------|-----------------|------------------------------|
| 2 | Колір, прозорість та інші характеристики води | Підрозділ | Прозорість | Швидкість течії | Показники поверхні водоймища |
| 3 | Показники поверхні водоймища | | Температура води | Вміст NaCl | |

Рис.2. (б) Розширення вихідної таблиці формування таксономічної структури паспорту озера

| | | | | | | |
|---|---|-----------|------------------|-----------------|------------------------------|--------------------|
| 2 | Колір, прозорість та інші характеристики води | Підрозділ | Прозорість | Швидкість течії | Показники поверхні водоймища | |
| 3 | Показники поверхні водоймища | | Температура води | Вміст NaCl | Показник рН | Електропровідність |

Рис.3. Доповнення вихідної таблиці формування таксономічної структури паспорту озера

Таксономічна структура може розширюватися та доповнюватися як табличним способом, так і вручну.

Табличний спосіб розширення та доповнення таксономічної структури онтології. До вихідної таблиці таксономічної структури паспорту озера додаються нові класи, об'єкти або зв'язки.

Наприклад, в наведеній таблиці «*Колір, прозорість та інші характеристики води*» є одночасно об'єктом (розділом) класу «Паспорт озера» та новим класом для об'єктів (підрозділів) Прозорість, Швидкість течії, Показники поверхні водоймища рис.2 (а).

Аналогічно, в наведеній таблиці «*Показники поверхні водоймища*» є одночасно об'єктом (підрозділом) класу «*Колір, прозорість та інші характеристики води*» та новим класом для об'єктів (підрозділів) Температура води, Вміст NaCl рис.2 (б).

За таким самим алгоритмом відбувається доповнення класів новими об'єктами.

Наприклад, клас «*Показники поверхні водоймища*» доповнився об'єктами Показник рН та Електропровідність.

Таким чином, таксономічна структура паспорту озера набуває вигляду, представленого на рис. 4.

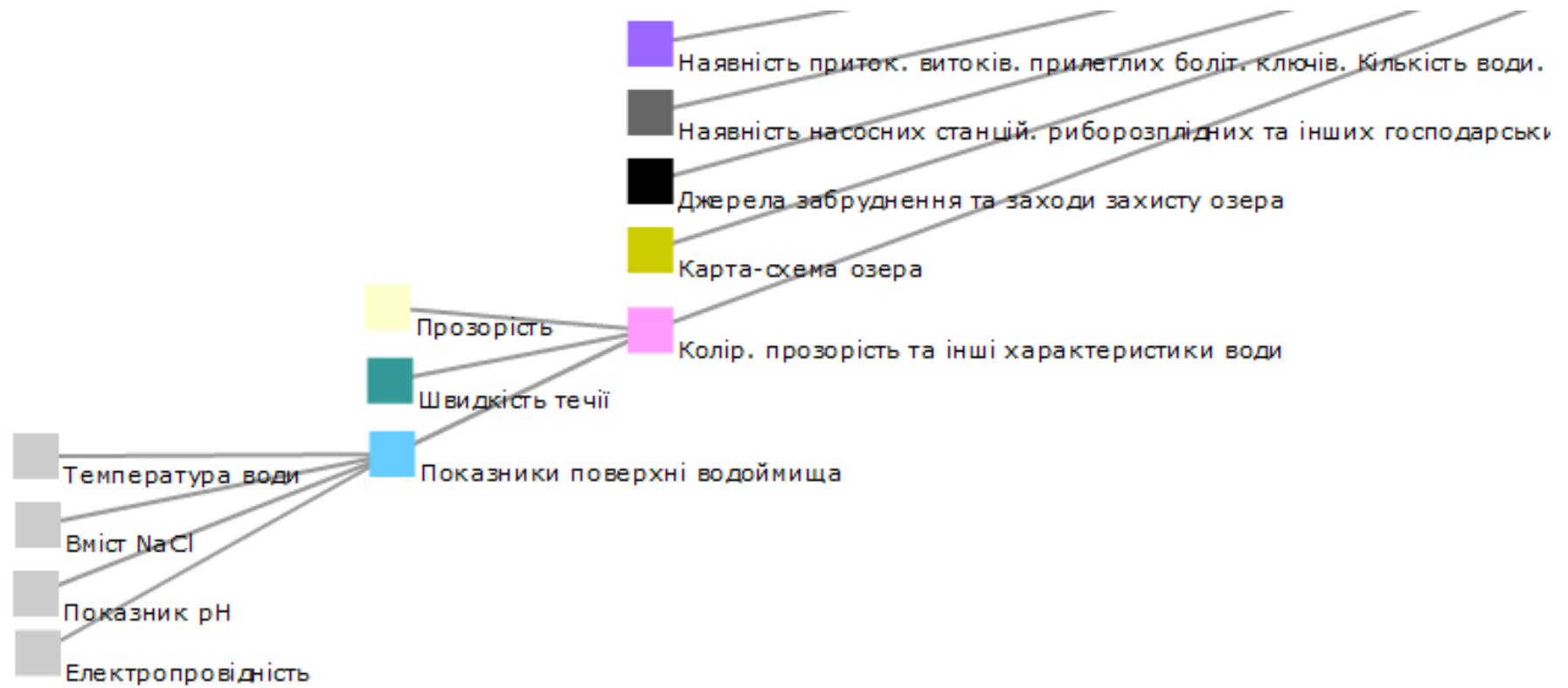


Рис. 4. Таксономічна структура онтології паспорту озера після розширення та доповнення

Розширення та доповнення таксономічної структури онтології вручну в середовищі Graph Editor. Механізм розширення та доповнення таксономічної структури шляхом створення нових вершин та зв'язків між ними описаний в додатку 1 «Екологічна ділова гра «Дослідження впливу антропогенного навантаження на рослини паркових зон міст України».

Оскільки дослідження озер проводиться одночасно кількома фахівцями різного спрямування різноманітними методами існує необхідність агрегації отриманих результатів в онтології паспорту озера з метою її накопичення, аналізу, порівняння отриманих в різний час даних та пошуку супровідної інформації (законодавчі та нормативні акти, інформація з джерел ЗМІ та Internet, фото-, відео- та інші мультимедійні матеріали тощо), яка є необхідною для прийняття рішень в природоохоронній галузі.

Так само як розширення та доповнення таксономічної структури онтології агрегація результатів дослідження озера та супровідної інформації може відбуватися шляхом занесення до таблиці в середовищі MS Excel, так і шляхом заповнення карток вершин графу вручну в середовищі Graph Editor.

Табличний спосіб формування інформаційного наповнення онтології. На думку автора, табличний спосіб є більш раціональним порівняно із способом наповнення онтологій вручну оскільки:

- ✓ Одночасно із наповненням онтології ведеться облік існуючої інформації про результати дослідження;
- ✓ Беручи до уваги алгоритм заповнення картки (відкриття діалогового вікна, натискання клавіш додавання, зберігання інформації та власне онтології), алгоритм заповнення таблиці займає порівняно менше часу;
- ✓ В разі пошкодження, втрати чи видалення файлу онтології його легко відновити з вихідних таблиць таксономічної структури та інформаційного наповнення.

Хоча цей спосіб і є більш раціональним, він також має певні недоліки:

- ✓ Для онтологій з невеликою кількістю вершин витрати часу на заповнення карток відносно менші, ніж при заповненні таблиці;
- ✓ При заповненні карток існує можливість одразу вказати клас інформаційних ресурсів (наприклад, таблиці, мультимедійні матеріали, закони та нормативно-правові акти тощо) для їх фільтрації при подальшому перегляді.

Формування інформаційного наповнення онтології починається із заповнення комірки 1А таблиці програмними даними «nodedata» («дані вершини») з метою визначення Graph Editor'ом до якої вершини яку інформацію належить віднести.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|--|---|---|---|---|---|
| 1 | nodedata | | | | | |
| 2 | Паспорт озера | | | | | |
| 3 | Назва | | | | | |
| 4 | Місце знаходження | | | | | |
| 5 | Розмір озера та характер берегової лінії | | | | | |
| 6 | Характеристика ґрунту на міліні.Потужність мулових відкладень | | | | | |
| 7 | Температура води на поверхні і на різних глибинах у різні сезони | | | | | |
| 8 | Колір, прозорість та інші характеристики води | | | | | |
| 9 | Заміри глибин з човна | | | | | |
| | | | | | | |

Рис. 5. Початок заповнення таблиці інформаційного наповнення онтології

Далі в стовпчик А з таблиці таксономічної структури онтології переносяться назви вершин, до яких прикріплятиметься інформація.

Прикріплена інформація може бути двох типів: *текстова* (text) та *гіперпосилання* (href).

Текстова інформація заноситься до комірки стовпчика В таблиці інформаційного наповнення онтології в тому ж рядку, що і назва вершини. Поруч в комірках стовпчиків С та D вказується, що ця інформація є текстовою «text».

| | A | B | C | D |
|---|---------------|--|------|------|
| 1 | nodedata | | | |
| 2 | Паспорт озера | Порядок розроблення паспорту водного об'єкту спрямовано на встановлення технічних параметрів водного об'єкта, гідрологічних характеристик річки (водотоку), регламентацію експлуатаційної діяльності на водосховищах, ставках та озерах (далі - водний об'єкт) для забезпечення сталого використання (включаючи кількісне та якісне відновлення) усіх ресурсів, пов'язаних з існуванням водойми, надійності функціонування споруд і для підвищення ефективності їх використання. | text | text |
| 3 | Назва | | | |

Рис. 6. Заповнення таблиці інформаційного наповнення онтології текстовою інформацією

Інформація у вигляді *гіперпосилання* заноситься до таблиці наступним чином:

- до комірки стовпчика В таблиці інформаційного наповнення онтології в тому ж рядку, що і назва вершини, заноситься НАЗВА гіперпосилання, наприклад «Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 99 від 18.03.2013 Про затвердження Порядку розроблення паспорту водного об'єкта»;
- поруч в комірці стовпчика С вказується адреса гіперпосилання, наприклад <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0775-13>;
- в комірці стовпчика D вказується, що ця інформація є гіперпосиланням «href».

Гіперпосилання може бути на будь-які зовнішні джерела, які містять текстові, фото-, відео, мультимедіаматеріали тощо.




| | Імена вершин структури онтології | Текстова інформація або назва гіперпосилання | Гіперпосилання та систмні діні | |
|----|---|---|---|------|
| | A | B | C | D |
| 1 | nodedata | | | |
| 2 | Паспорт озера | Порядок розроблення паспорту водного об'єкту спрямовано на встановлення технічних параметрів водног | text | text |
| 3 | Паспорт озера | Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 99 від 18.03.2013 Про затвердження Поряд | http://zakon | href |
| 4 | Паспорт озера | Водний кодекс України | http://zakon | href |
| 5 | Паспорт озера | Закон про аквакультуру | http://zakon | href |
| 6 | Паспорт озера | лого | http://edito | href |
| 7 | Назва | НОБЕЛЬ | http://2.bp | href |
| 8 | Назва | Дуже давно, коли ще людей було мало, послав Бог ангелів на Полісся. Знайти місце для нової річки. Про | text | text |
| 9 | Назва | Нобель (озеро). Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії | http://uk.wi | href |
| 10 | Назва | Історія походження назви нобель | http://edito | href |
| 11 | Місце знаходження | Зарічненський район, Рівненська область на кордоні з Білоруссю. 51°52'05? пн. ш. 25°45'42? сх. д. в рай | text | text |
| 12 | Місце знаходження | Озеро знаходиться на шляху Північ – Південь до Чорного моря та далі до Середземного моря – так звани | http://www | href |
| 13 | Місце знаходження | Місце знаходження (за даними Google Map) | http://edito | href |
| 14 | Розмір озера та характер берегової лінії | За даними Вікіпедії довжина оз. Нобель становить 3,2 км, ширина — до 2,5 км, площа — 4,99 км2. Розді | http://uk.wi | href |
| 15 | Розмір озера та характер берегової лінії | За результатами обробки космоснімків станом на 2008р. оз. Нобель має площу водного дзеркала 5,07 км | text | text |
| | Розмір озера та характер | | | |

Рис. 7. Фрагмент таблиці інформаційного наповнення онтології паспорту озера


Зверніть увагу на те, що в стовпчику А комірки з назвою вершини, до якої прикріплюється інформація, мають повторюватися стільки разів, скільки видів інформації було прикріплено.

Результатом об'єднання таблиці таксономічної структури та таблиці наповнення онтології паспорту озера є інформаційне середовище, що містить текстову інформацію результатів дослідження, супровідні фото- та відеоматеріали, корисні посилання на урядові, законодавчі та ін. сайти тощо. Відмінною ознакою такого середовища є можливість його динамічного розширення та поповнення новими даними, а Web-орієнтований інтерфейс дозволяє просторово розподіленим користувачам взаємодіяти з системою будь-де та будь-коли.


Паспорт озера

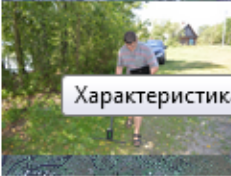
Герархія
Пошук
Допомога




Назва




Місце знаходження



Розмір озера та характер берегової лінії



Характеристика ґрунту на міліні. Потужність мулових відкладень



[Водний кодекс України](http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80)
<http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80>

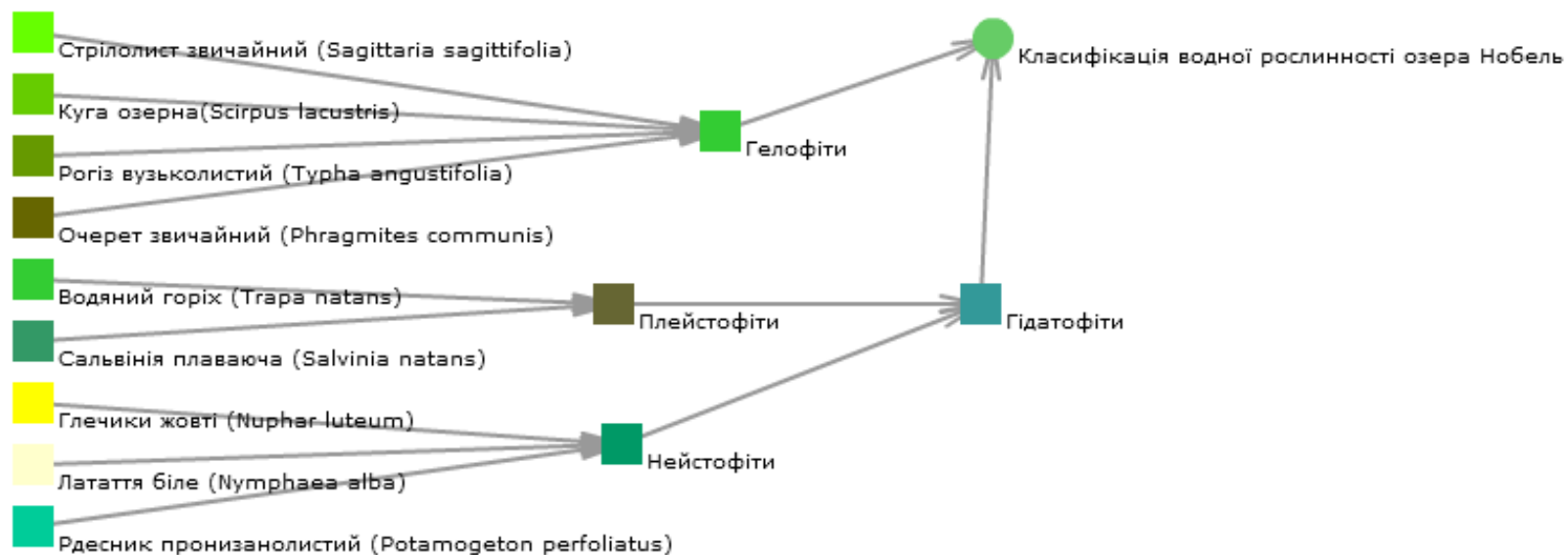
Порядок розроблення паспорта водного об'єкту спрямовано на встановлення технічних параметрів водного об'єкта, гідрологічних характеристик річки (водотоку), регламентацію експлуатаційної діяльності

Рис. 8. Головна сторінка інтерфейсу комп'ютерної онтології паспорту озера Нобель

Складання екологічного паспорту будь-якого об'єкту вимагає комплексного підходу та експертної оцінки фахівців різних галузей природоохоронного спрямування. В процесі створення екологічного паспорту озера Нобель, використовуючи методику формування комп'ютерних онтологій, експерти створили такі підрозділи паспорту як «Класифікація водної рослинності озера Нобель» (рис. 9-14) та «Тваринний світ озера Нобель» (рис. 15-16).

Онтологічний підхід дозволив перетворити базу даних результатів дослідження озера Нобель на динамічне інформаційне середовище, яке перманентно поповнюється доробками територіально розподілених дослідників різних напрямків екологічної галузі. Кожний розділ паспорту може бути уточнений, розширений, доповнений. Завдяки візуальному відображенню онтографа стають зрозумілими взаємозв'язки між елементами в середині системи, а онтологічний інтерфейс дозволяє поширити екологічні знання серед широкого загалу, зберігаючи семантичні відношення між об'єктами комп'ютерної онтології.

Кожен бажаючий, будь то досвідений вчений, еколог-початківець чи юний дослідник природи, може прийняти участь в екологічній діловій грі чи складанні екологічного паспорту та зробити свій внесок в становлення екологічної культури, свідомості громадян України шляхом створення єдиного інформаційного середовища, використовуючи сучасні засоби комп'ютерних онтологій та геоінформаційних систем.





| | A | B | C | D | E |
|---|--|--|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Класифікація водної рослинності озера Нобель | Гідатофіти | Гелофіти | | |
| 2 | Гелофіти | Стрілолист звичайний (Sagittaria sagittifolia) | Куга озерна(Scirpus lacustris) | Рогіз вузьколистий (Typha angustifolia) | Очерет звичайний (Phragmites communis) |
| 3 | Гідатофіти | Плейстофіти | Нейстофіти | | |
| 4 | Плейстофіти | Водяний горіх (Trapa natans) | Сальвінія плаваюча (Salvinia natans) | | |
| 5 | Нейстофіти | Глечики жовті (Nuphar luteum) | Латаття біле (Nymphaea alba) | Рдесник пронизанолистий | |

Рис. 9. Онтограф комп'ютерної онтології «Класифікація водної рослинності озера Нобель» на основі таблиці структури онтології


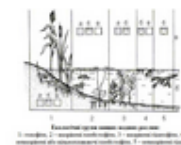
Класифікація водної рослинності озера Нобель


Україна Росія Великобританія

| Ієрархія | Пошук | Допомога |
|---|---|---|
|  <p>Гідатофіти</p> <p>Гелофіти</p> |  | <p>Водяна рослинність оз. Нобель</p> <p>http://editor.inhost.com.ua/storage/NOBEL/%d0%ee%f1%eb%e8%ed%ed%b3%f1%f2%fc.JPG</p> |

Гідатофіти

Україна Росія Великобританія




| Ієрархія | Пошук | Допомога |
|---|--|--|
|  <p>Плейстофіти</p> <p>Нейстофіти</p> |  | <p>Екологічні групи вищих водних рослин</p> <p>http://editor.inhost.com.ua/storage/NOBEL/%c5%ea%ee%eb%ee%e3%b3%f7%ed%e0%20%ea%eb%e0%f1%e8%f4%b3%ea%e0%f6%b3%ff%20%f0%ee%f1%eb%e8%ed.jpg</p> |


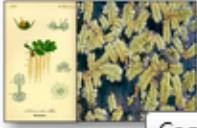



Класифікація водної рослинності озера Нобель

Рис. 10-11. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Класифікація водної рослинності озера Нобель». Клас «Гідатофіти»

Плейстофіти


| Ієрархія | Пошук | Допомога |
|---|-------|--|
|  <p data-bbox="338 523 645 555">Водяний горіх (Trapa natans)</p>  <p data-bbox="383 708 779 740">Сальвінія плаваюча (Salvinia natans)</p> | | <p>Плейстофіти - гідатофіти, що вільно плавають на поверхні. Життєвий цикл пов'язаний з лимнофазою, прибережною і болотною екофазами. У наземній екофазі особи відмирають. Коренева система водних рослин, що звичайно живуть у поверхневому</p> |




Гідатофіти

Рис. 12. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Класифікація водної рослинності озера Нобель». Підклас «Плейстофіти»

Нейстофіти





[Герархія](#) | [Пошук](#) | [Допомога](#)




Глечики жовті (*Nuphar luteum*)



Латаття біле (*Nymphaea alba*)



Рдесник пронизанолистий (*Potamogeton perfoliatus*)




[Нейстофіти](http://editor.inhost.com.ua/storage/NOBEL/%cd%e5%e9%f1%f2%ee%f4%b3%f2%e8.jpg)

Нейстофіти - укорінені гідатофіти. Зона угруповань плаваючих рослин розташована біля краю зони високих надводних рослин (з боку відкритого дзеркала водойми) до глибини близько 2,5-3 м. Для неї характерні угруповання




Гідатофіти


Рис. 13. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Класифікація водної рослинності озера Нобель». Підклас «Нейстофіти»

Гелофіти 


Ієрархія | Пошук | Допомога




Стрілолист звичайний (*Sagittaria sagittifolia*)



Кура озерна (*Scirpus lacustris*)




Рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia*)



Очерет звичайний (*Phragmites communis*)

Екологічні групи вищих водних рослин
<http://editor.inhost.com.ua/storage/NOBEL/%ca%eb%e0%f1%e8%f4%b3%ea%e0%f6%b3%ff%20%f0%ee%f1%eb%e8%ed.jpg>

Гелофіти — це наземно-водні рослини, що частково занурені у воду і зростають вздовж берегів, на мілководді, на болотах. У них краще, ніж в гідатофітів, розвинуті провідні та механічні тканини, добре виражені



Класифікація водної рослинності озера Нобель

Рис. 14. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Класифікація водної рослинності озера Нобель». Клас «Гелофіти»

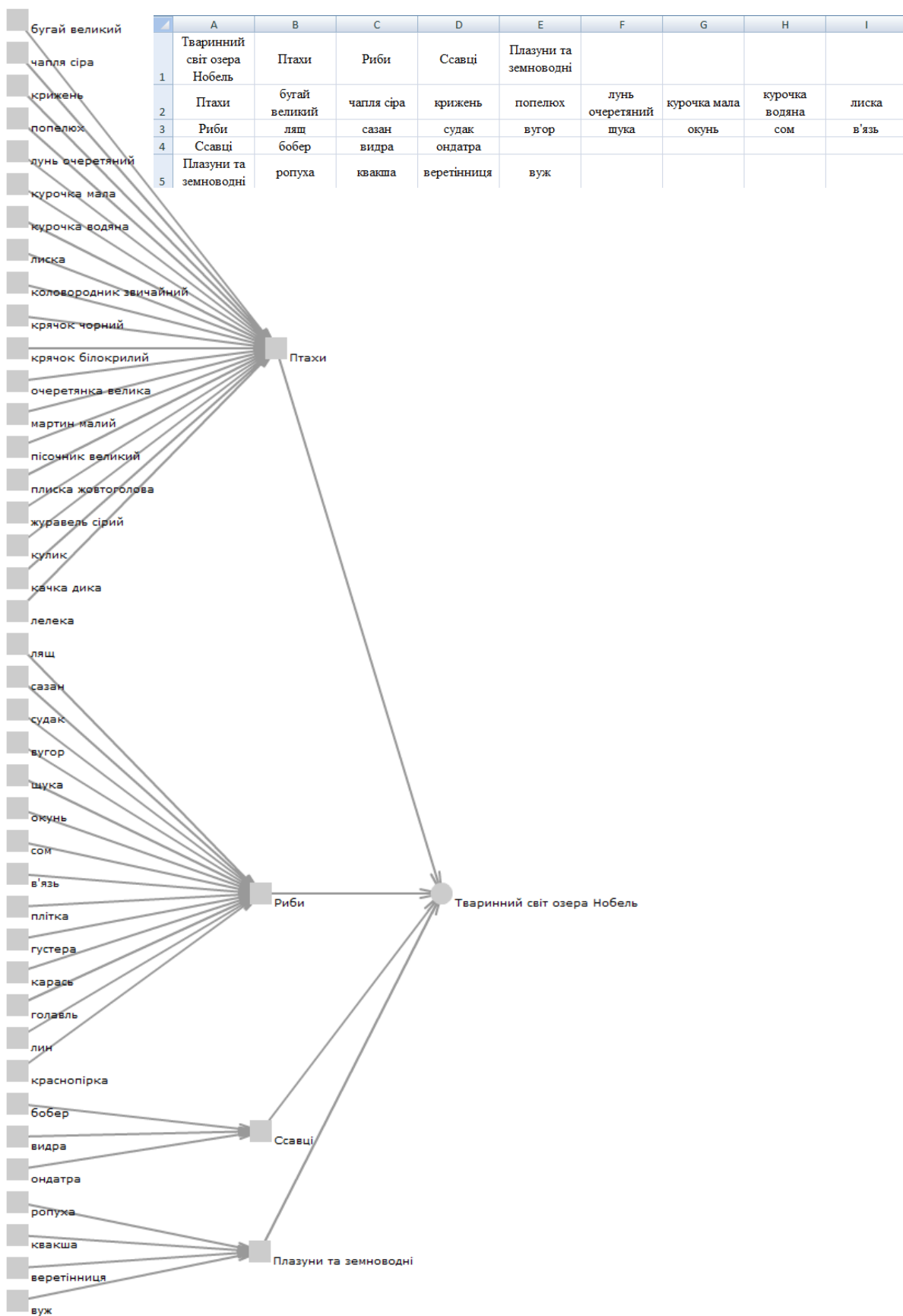


Рис. 15. Онтограф комп'ютерної онтології «Тваринний світ озера Нобель» на основі таблиці структури онтології







| Тваринний світ озера Нобель | | | |
|--|-------|--|--|
| Герархія | Пошук | Допомога | |
|  <p>Птахи</p> <p>Риби</p> <p>Ссавці</p> <p>Плазуни та земноводні</p> | |  <p>Лелеки в селі Нобель http://editor.inhost.com.ua/storage/NOBEL/%d4%e0%f3%ed%e0%20%28%eb%e5%eb%e5%ea%e0%29.JPG</p> <p>Тваринний світ області належить до Поліського зоогеографічного округу. Фауна налічує понад 300 видів, у тому числі ссавців - 66, птахів -186, риб - 33, плазунів - 7, земноводних - 11.</p> | |


Рис. 16. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Тваринний світ озера Нобель»

Риби   


Ієрархія | Пошук | Допомога




ляц



сазан




судак



[Риболовля на озері Нобель](http://www.fishingukraine.com/sites/default/files/img_0638.jpg)
http://www.fishingukraine.com/sites/default/files/img_0638.jpg

Особливістю оз. Нобель є значне поширення іхтіофауни, представленої 10 родинами риб, насамперед коропових (плітка, ляц, ялець, в'язь, краснопірка, лин та ін.). Крім них зустрічаються представники шукових, сомових, окуневих, в'язювок тощо. В останні



Тваринний світ озера Нобель

Рис. 17. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Тваринний світ озера Нобель». Клас «Риби»

Птахи   

Ієрархія | Пошук | Допомога

 бугай великий
 чапля сіра
 крижень
 попелюх



[Лелека зустрічає в с. Нобель](http://1ua.com.ua/manage/foto/20105/7373489.jpg)
<http://1ua.com.ua/manage/foto/20105/7373489.jpg>

Орнітологічний заказник «Нобельський», площею 510 га, створений в 1983 році на землях СВК «Нобель». Охороняються міста гніздування перелітних водоплавних птахів. Заказник «Нобельський» (с.Нобель) Зарічненського району – найбільше місце



Тваринний світ озера Нобель

Рис. 18. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Тваринний світ озера Нобель». Клас «Птахи»

Література

1. **Андон Ф. И.** Логические модели интеллектуальных информационных систем / Ф. И. Андон, Л. Е. Яшунин, В. И. Резниченко. – К. : Наук. Думка, 1999. – 397 с.
2. **Андреев А. М.** Особенности проектирования модели и онтологии предметной области для поиска противоречий в правовых электронных библиотеках / А. М. Андреев, Д.В. Березкин, К.В. Симаков. – Режим доступа: www.inteltec.ru/publish/articles/textan/RCDL2004.shtml. – Дата доступа: 12.12.2006. – Название с экрана.
3. **Арутюнов Ю.С.** Методологические вопросы деловых игр // Применение активных методов обучения: Тез. докл. научн.-техн. школы-семинара / Ю.С. Арутюнов. – Л. : 1987. –85 с.
4. **Бельчиков Я.М.** Деловые игры. / Я. М. Бельчиков, М. М. Бирштейн. – Рига : Авоте, 1989. – 304с.
5. **Бирштейн М.М.** Основные направления развития деловых игр // Деловые игры в мире: Материалы Международной научн.- практ. конф. «Белые ночи», посвящ. 60-летию деловых игр, 23-26 июня 1992 г. в 2т. Изд. СПБИЭИ, 1992 г. 3-14.
6. **Вернадський В.І.** Вибрані твори по історії науки / В.І. Вернадський – М. : Наука, 1981. – с. 214-232.
7. **Веселовский А.В.** ГИС-технологии и проблемы геоинформатики. Географические информационные системы научного центра «минерал». //Вестник ОГГГГН РАН, 1999. - № 1(7) – С.54 – 61
8. Використання розподілених інформаційних ресурсів в навчальному процесі : Методичні рекомендації / [Лісовий О.В., Попова М.А., Поліхун Н.І. та ін.] ; За ред. канд. техн. наук В.В. Камишина і канд. техн. наук О.Є.Стрижака. – К. : Інфосистем, 2010. – 10,0 д.а. –228 с.

9. **Вонсович В. П.** Використання імітаційних технологій і прийомів у навчально-професійній діяльності студентів [Електронний ресурс] / В. П. Вонсович. — Режим доступу :

http://www.nbuiv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vchu.
10. **Вульф Д.** США. Тулса История происхождения и распространение деловых обучающих игр // Деловые игры в мире: Материалы Международной научн.- практ. конф. «Белые ночи», посвящ. 60-летию деловых игр, 23-26 июня 1992 г. в 2т. Изд. СПБИЭИ, 1992 г. 22-26.]
11. **Гаврилова Т.А.** Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. –СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
12. **Ганніченко Т. А.** Використання сучасних ігрових технологій у процесі підготовки майбутніх фахівців індустрії довілля до іншомовного спілкування / Т. А. Ганніченко // Наукові праці. – Т. 42 (Вип. 29). – 2006. – С. 135–140.
13. **Гизатуллин Х. Н.** Концепция устойчивого развития: новая социально-экономическая парадигма / Х. Н. Гизатуллин, В. А. Троицкий // Общественные науки и современность. – 1998. – № 5. – С. 124–130.
14. **Гладун В.П.** Конспектирование естественно-языковых текстов / В.П. Гладун, В.Ю. Величко // XI-th International Conference “Knowledge-Dialogue-Solution”(KDS’2005). – Varna, Bulgaria, 2005. – vol.2 – pp.344–347.
15. **Гнілуша Н.В.** Проблеми регіональної екологічної освіти. Збірник матеріалів II-го Всеукраїнського з’їзду екологів з міжнародною участю
http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/2vze/zb_m/0157_zb_m_2VZE.pdf

16. **Gomez-Perez A.** Ontological engineering: With Examples from the Areas of Knowledge Management, E-commerce and the Semantic Web / A. Gomez-Perez, O. M. Fernandez-Lopez, O Corcho (2004). – Springer, 2004. – 403 с.
17. **Gruber T. R.** A translation approach to portable ontology specifications / Gruber T. R. – Knowledge Acquisition, 5 (2), 1993. – PP. 199–220.
18. **Gruber T.R.** Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing / Gruber T. R.. – International Journal of Human and Computer Studies, 43(5/6), 1995. – PP. 907–928.
19. **Guarino N.** Formal Ontology and Information Systems / N. Guarino In N. Guarino (ed.) Formal Ontology and Information Systems / FOIS'98, 6–8 June 1998, Trento, Italy: – IOS Press, Amsterdam, 1998. – PP. 3–15.
20. Деловые игры в учебном процессе: Сб. ст. – Мн.: Высш. школа, 1982 – 144 с., ил.
21. **Дерябо С. Д.** Экологическая педагогика и психология /С. Д. Дерябо, В. А. Ясвин. – Ростов-на-Д. : Феникс, 1996. – 120 с.
22. **Di Battista G., Eades P., Tamassia R., Tollis I.G.** Algorithms for Drawing graphs: an Annotated Bibliography // Computational Geometry, Theory and Applications. — 1994. — N 4. — P. 235-282.
23. **Зайцева Е.Н.** Информационно-обучающая среда как способ развития самостоятельной работы студентов при изучении иностранному языку: Автореф. дис. канд. пед. наук/ Е.Н. Зайцева. – Ярославль, 2003. – 23с.;
24. **IDEF5 Method Report.** – Armstrong Laboratory AL/HRGA Wright-Patterson Air Force Base, Ohio 45433. – 187р. – Режим доступа: www.idef.com/pdf/Idef5.pdf. – Дата доступа: 17.05.2008. – Название с экрана.

25. **Kadmon N., Shlomi E.** A polyfocal projection for statistical surfaces //Cartographic Journ. — 1978. — Vol. 15, N 1. — P. 36-41.
26. **Каропа Г. Н.** Экологическое образование школьников: ведущие тенденции и парадигмальные сдвиги / Г. Н. Каропа. — Минск : НИО, 2000. — 210 с.
27. **Клещёв А.С.** Отношения между онтологиями предметных областей. Ч.1. / А. Клещёв, И. Артемьева. — Информационный анализ, Выпуск 1, 2002. — С. 4–9.
28. Колегія міністерства освіти і науки України Рішення N 13/6-19 від 20.12.2001 «Про концепцію екологічної освіти в Україні»
29. **Collins C.** Docuburst: Radial space-filling visualization of document content. — 2007. — (Tech. Rep. / Knowledge Media Design Institute; KMDI-TR-2007).
30. **Крейдер О.А.** Информационная среда использования ГИС-технологий // Геоинформатика, 2005, - №4, с. 49-52
31. **Макарова Л. Н.** Применение технических средств на уроках географии. // Вопросы Интернет образования, 2006. — № 36. — Режим доступа : http://vio.fio.ru/vio_site/cd_site/Articles/archive.htm
32. **Марка Д. А.** Методология структурного анализа и проектирования / Д. А. Марка, К. МакГоуэн. — М.: "МетаТехнология", 1993. — 239 с.
33. Методология функционального моделирования IDEF0. РД IDEF0 — 2000 // Госстандарт России. — Москва. — 2000. — 75 с. — Режим доступа: www.nsu.ru/smk/files/idef.pdf. — Дата доступа: 17.05.2006. — Название с экрана.

34. Методы и средства автоматизированного проектирования прикладной онтологии / [Добров Б.В., Лукашевич Н.В., Невзорова О.А., Федунцов Б.Е.]. – Изв. РАН. Теория и системы управления. М., 2004. – № 2. – С. 58–68.
35. Наказ Президента України № 344/2013 «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» від 25.06.2013
36. *Natalya F. Noy*. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology' / F. Noy Natalya, L. McGuinness Deborah // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March, 2001. – Режим доступа:
http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.html. – Дата доступа: 22.02.2006. – Название с экрана.
37. *Непеїна Г. В.* Освіта для сталого розвитку : витоки та перспективи / Г. В. Непеїна // Наукові праці. Т. – 112. (Вип. 99). – 2009. – С. 20–24.
38. Object-oriented modeling and design / J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani at al. // Englewood Cliffs, 1991. – New Jersey: Prentice Hall. – 180 p.
39. Образование для устойчивого развития : истоки, тенденции, перспективы : материалы Международной научно-практической конференции по устойчивому развитию, 27–28 мая 2004 г. / Министерство образования и науки РБ, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. – Минск, 2004. – С. 53–55.
40. *Палагин А.В.* Архитектура онтолого-управляемых компьютерных систем / Палагин А.В. – Кибернетика и системный анализ, 2006 – №2. – С. 111–124.

41. **Палагін О.** Міждисциплінарні наукові дослідження: оптимізація системно-інформаційної підтримки / О. Палагін, О. Кургаєв. – Вісник НАН України, 2009. – № 3. – С. 14–25.
42. **Палагин А.В.** Системная интеграция средств компьютерной техники / А.В. Палагин, Ю.С. Яковлев. – Винница : УНІВЕРСУМ, 2005. – 680 с.
43. **Палагин А.В.** Системно-онтологический анализ предметной области / А.В. Палагин, Н.Г. Петренко. – УСиМ, 2009. – № 4. – С. 3–14.
44. Педагогика. Большая современная энциклопедия / Сост. Е. С. Рапацевич. – М. : Современ. слово, 2005. – 720 с.
45. **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.
46. **Пустовіт Н. А.** Освіта для сталого розвитку – важливий напрям підвищення екологічної компетентності вчителя / Н. А. Пустовіт // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. – 2006. – № 28. – С. 19–22.
47. **Rao R.** TableLens: A Clear Window for Viewing Multivariate Data. — 2006. — Available at: <http://www.perceptualedge.com/articles/b-eye/tablelens.pdf>
48. **Розачев А.В.** Цифровая картография. Геоинформатика//География, 1999 - № 4 - С. 1—2.
49. **Руденко В.** Ділова гра як ігрова імітаційна технологія: інтерактивний аспект / В. Руденко // Українська мова і література в школі. – 2009. – № 7. – С. 29–33.
50. **Рысьева Т. Г.** Имитационные игры как метод экологического образования в средней школе / Т. Г. Рысьева, Н. А. Русских, Г. Ю.

- Жукова // Вестник Удмуртского университета. – 2005. – № 10. – С. 107–114.
51. **Shneiderman B.** The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations // Proc. of IEEE. Symp. on Visual Languages, Los Alamos, 1996. — P. 336-343.
 52. **Six M., Tollis I.G.** A framework for circular drawings of networks // Lect. Notes Comput. Sci. — 1999. — Vol. 1731. — P. 107-116.
 53. Сталий розвиток суспільства : роль освіти / [В. Підліснюк, І. Рудик, В. Кириленко та ін.]. – К. : Вид. СПД «Ковальчук», 2005. – 88 с.
 54. **Ставрова О.Б.** Современный урок технологии с применением компьютера / М.: Школьная пресса, 2004 г.
 55. **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. —1988 с.: іл. – Бібліогр. в кінці ст.
 56. **Sugiyama K., Tagawa S., Toda M.** Methods for visual understanding of hierarchical system structures // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. — 1981. — Vol. SMC-11, N. 2. — P. 109-125.
 57. Теоретичні основи проектування інформаційних середовищ, як педагогічних систем, спрямованих на підтримку творчої діяльності учнів : Монографія / [за ред. канд. техн. наук В.В. Камишина і канд. техн. наук О.Є. Стрижака]. – К. : Інформаційні системи, 2010. – 194 с.

58. Толковый словарь по искусственному интеллекту / [авт.-сост. Аверкин А.Н., Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А.] – М.: Радио и связь, 1992. – 256 с.
59. *Трубина Л.К., Быкова О.Г.* Геоинформационные системы. Методические указания. Учебное пособие./ Под.ред В.В. Малина.Новосибирск: ЦИТ СГГА, 2003. – 46 с.
60. *Уваров А.Ю.* Компьютерная коммуникация в учебном процессе // Пед. информатика. - 1993. - № 1. – С. 34-37
61. *Финаров Д.П.* ГИС: отбор содержания и методика их изучения в школьном курсе Географии России // География в школе, 2005, - №5, с. 56-58
62. *Хасанишина Н. З.* Геоинформационные технологии как средство интеграции знаний по информатике и географии : материалы Международной конференции-выставки «Информационные технологии обучения – 2002». – М., 2002. – С. 158.
63. *Цыпина Э.М.* Тематические карты и геоинформационные системы для всех.// География. – 1991. - № 9. с. 20-24
64. *Эльконин Д. Б.* Психология игры / Д. Б. Эльконин. – М. : Педагогика, 1978. – 187 с.
65. *Wills G.J.* NicheWorks — Interactive Visualization of Very Large Graphs // Lect.Notes Comput. Sci. — 1997. — Vol. 1353. — P. 403-414.

Попова М. А.

**МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ
ОНТОЛОГІЙ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ**

*Видано на кошти Президентського гранту для обдарованої молоді у 2013 році
в рамках реалізації проекту*

**«Створення засобів формування та використання комп'ютерних онтологій
для реалізації ділових ігор в галузі екологічної освіти»**

Формат 64x84 1/8. Друк цифровий

Папір офсетний 80 г/м²

Наклад 400 прим.

Віддруковано у ТОВ «СІТІПРІНТ»

01103, м. Київ, вул.Професора Підвисоцького, буд 10/10, офіс 61.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи

серія ДК № 4552 від 29.05.2013