

Є. Б. Шаповалов,
В. Б. Шаповалов,
Ж. І. Білик,
І. М. Шаповалова

ТАКСОНОМІЗАЦІЯ ЕКСПЕДИЦІЙНИХ ДОСЛІДНИЦЬКИХ РЕЗУЛЬТАТІВ УЧНІВ В УМОВАХ НАУКОВОЇ ОСВІТИ

Анотація. Сучасний розвиток людства, зокрема в галузі інформаційних технологій, зумовив накопичення великої кількості несистематизованої інформації. Ця проблема також стосується моменту подання результатів у науковому методі. Наприклад, існує багато документації, яка пов'язує результати, в тому числі результати експедиційного пошуку, з географічними координатами. Метою роботи є запропонувати інноваційний метод, пов'язаний зі структуруванням експозиційних даних з онтологіями для структурування даних та геоінформаційних систем (ГІС). У цій роботі також описані фундаментальні характеристики та переваги запропонованої методології. Для спрощення нотування даних та поширення результатів експедиційних досліджень розроблено шаблони журналів онтологічних експедицій. Їх розроблено в Google-таблиці, де в стовпцях представлено назву об'єкта для аналізу, а в рядках — параметр, який вимірюється. Для збереження географічних координат, що в подальшому використовувалися для визначення місцезнаходження об'єктів у ГІС, були розроблені спеціальні рядки. Апробацію здійснено на прикладі експедиційних досліджень учнів Національного центру «Мала академія наук України» у сфері якості води. Основними інформаційними класами є рН, Електропровідність, Мінералізація, Твердість, Cl, SO₄, Pb, Fe загальне, Fe (II), Fe (III), Cu, що відповідають таким показникам: кислотність, електропровідність, мінералізація, вміст хлоридів, сульфатів, свинець, загальне залізо, двовалентне залізо, тривалентне залізо та мідь. Онтологічні графи розроблялись у Cognitive IT Polyhedron із можливістю обробки результатів із використанням інструментів «Аудит» та «Ранжування», а також представлення інформації у вигляді онтологічної призми. Наведено детальний опис роботи з системою ArcGIS, у яку було інтегровано підхід онтологічної систематизації наукових знань. Запропонований метод забезпечить спрощення інформації, зібраної на етапі огляду (фонового дослідження) наукового підходу.

Ключові слова: онтологія, наука, геоінформаційні системи, STEM, наукова освіта.

Вступ

Формування особистості учня (студента), адаптованої до сучасного життя, потребує використання нових пріоритетів у виборі методів і форм навчання у сфері освіти. Під час проектування навчального середовища особливу увагу слід приділяти інформаційно-технологічній складовій, зосереджуючи її на використанні наукового

та інженерного методів. Ця потреба найбільш актуальна для освітнього середовища вищих навчальних закладів інженерного профілю, оскільки має значення для формування дослідницьких здібностей студентів. В освітньому середовищі важливою є побудова системної підготовки, яка має базуватися на активному використанні зазначених методів у роботі профільних відділів.

Було доведено, що ефективність навчання вища, якщо учень проводить власні дослідження, а не вивчає результати інших досліджень.

Наукові та інженерні методи є основою будь-якого дослідницького процесу [1], незалежно від галузі знань. Сьогодні ці методи визнані міжнародним науковим співтовариством одним із основних інструментів наукової та навчально-дослідницької діяльності.

Формування дослідницьких навичок учнів (студентів) відповідно до наукового методу в навчальному процесі має починатися з постановки наукової проблеми чи питання, що визначається в контексті більшої наукової проблеми і відповідає певним критеріям. Дослідник, проводячи дослідження, цікавиться певним питанням (формулювання питання) і проводить теоретико-літературні дослідження в цій галузі (попередні дослідження). Крім того, дослідник може створити гіпотезу (побудову гіпотези) про досліджуваний об'єкт [2]. Наступним кроком є розробка установки для дослідження та експериментальної перевірки гіпотези (експеримент «працює?»).

Досить часто досліджувана установка не може дати підтвердження чи спростування гіпотези, тоді дослідник повинен повернутися до етапу підготовки лабораторної установки та внести до неї зміни. У разі отримання результатів, на основі яких можна зробити певні висновки щодо гіпотези, результати аналізуються. Результати, які підтверджують гіпотезу або спростовують її, зберігають (подання результатів). Якщо гіпотезу було спростовано, дослідник на основі отриманих даних будує нову гіпотезу (повертається до кроку побудови гіпотези).

Дослідник на етапі «попереднього дослідження» здійснює пошук інформації за різними критеріями, одним із яких є географічна відповідність результатів. Щоб знайти інформацію про певний об'єкт, студенту необхідно ознайомитися з аналогічними дослідженнями, проведеними раніше. Проте найактуальнішим для молодого дослідника є ознайомлення з науковими роботами, які виконувались територіально близько до об'єкта інтересу дослідника.

Важливою проблемою при проведенні учнем літературного огляду є накопичення «інформаційного сміття». Тож варто розробити шляхи розв'язання цієї проблеми. Мета дослідження: запропонувати метод візуалізації

та структуризації даних, отриманих у експериментальних дослідженнях, що може бути потенційно використано іншими дослідниками для проведення літературного огляду. Таку систему побудовано із застосуванням принципів таксономізації та онтологічного підходу у зв'язку із перевагами, наведеними нижче.

Принципи систематизації даних навчальних досліджень

Нині є велика кількість інформації, що знаходиться в невідсортованому стані. Це явище пов'язано зі стрімким зростанням науково-технічного прогресу людства.

Інформація, створена людиною, є потенційним «інформаційним сміттям» у разі її розміщення в інтернеті без структурування. Будь-яка корисна інформація, розміщена в хаотичному режимі, не приносить користі для користувача.

Для зменшення кількості «інформаційного сміття» доцільно сортувати та класифікувати інформацію [3]. Будь-яка інформація містить кілька класифікованих ознак, які називаються «Напрямок», «Клас», «Тип», «Підтип» і т. д. Визначення таких характеристик дає нам змогу швидко знайти потрібну інформацію. Зазначені характеристики в онтологічному підході вказують на семантичні характеристики.

Наприклад, екологічне дослідження річки Дніпро має такі семантичні характеристики:

Тип інформації: дослідження

Напрямок: екологія

Клас: гідроекологія

Підклас: дослідження річки.

Відсортування за такими характеристиками дає змогу досліднику швидко та якісно знайти необхідну інформацію в цій галузі екології.

Одним із підходів до пошуку інформації є відшукання її конкретних елементів. Наприклад, для написання наукової роботи про дифузії іонів хлориду в річкових об'єктах насамперед потрібно знайти інформацію про концентрацію іонів хлору в різних місцях річки та необхідні закономірності їх осадження. У цьому випадку нас цікавлять конкретні дані, що стосуються специфічної характеристики такої речовини, і тому доцільно виділити додатковий підклас для конкретних показників.

Для забезпечення класифікації доречним є сумісне використання ГІС та онтологічних систем [4–6]. Принцип комплексного підходу полягає у внесенні відомостей з онтологій (точок) у точку

на ГІС із зазначенням автора та дати аналізу для врахування достовірності результату. Використання відомостей про географічні координати в структурованій онтологічній формі дає змогу отримати найбільш ефективний доступ до інформації.

Реалізація комплексного підходу дасть змогу створити бази даних для досліджень у різних напрямках, які виконують різні дослідники та науково-дослідні установи, що зберігають матеріал у структурованому вигляді.

Характеристики та властивості онтологічних систем

Онтологія (грец.) — розділ філософії, вчення про існування, що досліджує загальні принципи, принципи існування, структуру та закономірності. У галузі інформатики онтологія — це дисципліна, пов'язана з побудовою певної системи понять, що описує певну предметну область. Через поняття відображається зміст понять. Формально в онтології поняття ототожнюється з об'єктом (класом), який має зв'язки з іншими класами. Клас визначається як набір екземплярів із загальними властивостями і містить описи сутностей та їх властивостей.

У цій статті «онтологія» — це термін, який означає програмне забезпечення або вебсистему, що складається з вершин з певними даними. Усі вузли розташовані в ієрархічному порядку, який часто називають деревом або графом. Вершина, з якої виходять усі гілки, називається батьківською. Інші вершини називаються дочірніми. Якщо в графі немає додаткових розгалужень від дочірніх вузлів, то він називається простим. Таксономія, що висвітлює зміст та ієрархію сутностей, називається онтологією. Онтологія обов'язково відображає світогляд щодо певної області. Світогляд часто сприймається як набір концептів, сутностей, атрибутів або процесів, їх визначень та їх взаємозв'язків; це називається концептуалізацією [7]. Крім того, всі онтології складаються з лексики разом із певною специфікацією значення або семантики термінології в словнику. Різні онтології також відрізняються ступенем формальності у визначенні значення [7].

Для візуалізації створення онтологічних моделей можна використовувати спеціальну комп'ютерну програму «Графедітор». Початком введення даних для програми «Графедітор» є описи об'єктів, представлені багатьма семантичними характеристиками. Основними компонентами онтології в «Графедіторі»

є вузол (вершина). Він є елементарним компонентом онтології та масиву даних. Зв'язок — це елемент онтології, що реалізує ієрархічні зв'язки між вершинами онтологічного графа, що вказує на структурні зв'язки між вузлами онтології.

Доступний ряд комерційних і некомерційних інструментів з відкритим кодом, призначених для побудови онтологій. Сьогодні різноманітні середовища розробки використовуються для створення онтологій, таких як Protégé 3.5 («[Http://Protege.Stanford.Edu](http://Protege.Stanford.Edu)», nd), Apollo, SWOOP, OilEd, IsaViz, Polyhedron. Ми пропонуємо використовувати когнітивну ІТ-платформу Polyhedron. Ядро системи Polyhedron містить розширені та вдосконалені функції ІТ-платформи ТОДОС, які раніше використовувалися для забезпечення семантичної мережі, систематизації, трансдисциплінарної підтримки, підключення до ГІС.

Запропонований у цій статті когнітивний ІТ-Polyhedron може використовувати особливості інструментів онтологічного інтерфейсу [8]. Ця система має веборієнтований інтерфейс та забезпечує створення інтерактивних систем знань, які забезпечують адаптованість до тематичного профілю кожного предмета користувача в когнітивному середовищі Polyhedron. Онтологічний інтерфейс реалізується процедурою активації множинних бінарних таксономічних зв'язків. Це інтелектуальний засіб взаємодії користувача з інформаційною системою на основі онтології, що дає можливість у легкодоступній візуальній формі візуалізувати результати інтеграції та агрегації розподілених інформаційних ресурсів у процесі організації спілкування користувачів [9].

ІТ-Polyhedron базується на мультиагентному підході. Зазвичай ресурси, на яких розташована інформація, є вузькоцільовими. Об'єднання таких ресурсів як агентів платформи Polyhedron є онтологічно орієнтованою системою, що дає змогу забезпечити трансдисциплінарність та інтерактивність будь-яких освітніх і наукових досліджень [8]. У середовищі системи «Поліедр» забезпечується побудова всіх ланцюжків процесу трансдисциплінарної інтегрованої взаємодії: семантичний контент-аналіз текстових документів; систематика; виділення властивостей понять систематики; формування онтології проблеми вибору; трансдисциплінарна інтеграція контекстів, заснована на концепціях властивостей-критеріїв, що визначають онтологію вибору; включення документів, знайдених

у глобальному середовищі, за допомогою рекурсивних процедур системи та лінгвістичного корпусу [9]. Зазвичай ресурси, на яких розташована необхідна інформація, мають вузьку предметну спрямованість. Поєднання таких ресурсів як мультиагентних в онтологічно орієнтованій системі Polyhedron дає змогу використовувати трансдисциплінарний та інтерактивний компонент у освітніх дослідженнях.

Завдяки активним станам гіпервідношення множини часткового впорядкування [10] когнітивний IT Polyhedron — це інноваційна IT-технологія онтологічного управління знаннями та інформаційними ресурсами, незалежно від стандартів їх створення.

Інноваційний компонент платформи Polyhedron має низку спеціальних функцій. Наприклад, є порівняння функцій з деякими стандартами, які називаються аудитом. Одним із застосувань у сфері екології є використання екологічних стандартів для порівняння та визначення стану конкретних об'єктів. Наприклад, раніше було науково обґрунтовано застосування цієї методики та використання цього методу для оцінки якості води у водоймах [11].

Концепт онтологічних журналів

Одним зі способів досягнення такої мети є комплексний підхід з використання географічних інформаційних систем (ГІС) та онтологічного журналу. Останнім часом розроблено багато методів візуалізації наукової інформації з урахуванням географічної актуальності наукових даних. Новим у сфері аналізу та візуалізації даних є метод використання ГІС для представлення результатів експедиції. Використання учнем та викладачем такої інформації, яка представлена у вигляді запропонованого підходу, дає змогу підвищити якість на етапі попереднього дослідження.

ГІС є найбільш зручним способом подання геопросторової інформації [12]. Проте побудова ГІС може бути досить складним процесом, якщо наявні геопросторові дані представлені в документах, що містять слабо структуровану або навіть неструктуровану інформацію. Обробка таких документів вручну може бути надзвичайно трудомістким процесом, а обробка великої кількості таких документів майже неможлива. Перед початком роботи зі слабо структурованими або неструктурованими документами необхідно їх структурувати. Під час цього процесу дані представлені в зручній формі, яку можна

легко прочитати стандартними інструментами ГІС, а також зручно відобразити кінцевому користувачеві. Це, зокрема, дає можливість знайти приховану інформацію у вхідних даних [12]. Найскладнішою є реалізація структурування НЛ (природно-лінгвістичних) текстів, оскільки цей процес вимагає досить повного формального опису підмножини мови, до якої вони належать. Кожен із текстів описує конкретну предметну область або її частину. Водночас терміни, що стосуються конкретної предметної області, використані в тексті, утворюють його термінологічне поле. Структурування тексту полягає у відокремленні його від цього термінологічного поля, зокрема, у визначенні понять відповідних конкретних предметних областей, а також їх атрибутів та взаємозв'язків.

Будь-яка онтологічна ГІС формується на основі структурованого уявлення предметної області її застосування. Структурування зазвичай базується на класах об'єктів, властивості яких визначають семантику предметної області. Властивості об'єктів безпосередньо дають можливість визначити набір зв'язків між ними. Бінарні відношення множинного порядку є різновидом гіперпосилання, яке має ряд властивостей: ациклічність, часткове впорядкування та лінійне впорядкування, що забезпечують формування різних класів об'єктів ГІС таксономічних структур. Слід зазначити, що таксономічні категорії формуються на основі виділення певної підмножини об'єктів, які мають спільну властивість, що їх усі характеризує. Ця властивість може бути унікальною для кожного об'єкта, але, визначаючи певний клас як складну категорію, така властивість дає змогу встановити багато бінарних відношень. Зауважимо, що єдину властивість, яка є спільною для багатьох понять предметної області, можна трактувати як ознаку цих понять або як критерій відбору понять цього класу [13].

Конструкції, що описують стан процесу розв'язання задач у середовищі ГІС, можуть бути представлені різною термінологією: природною мовою, прогностичними формулами, рівняннями різних типів, графічними схемами тощо. Онтологічна система, в середовищі якої можливо реалізувати таке гібридне мовне уявлення сценарію розв'язання, повинна мати складні засоби синхронізації синтаксичних описів як використовуваних об'єктів, так і самих висловлювань, що представляють конкретні стани проблеми [13].

| № | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q |
|----|--|--|---|--|---|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--|-------------------|-------------------|
| 1 | Твердофазна метанова ферментація відходів пташництва | Твердофазна метанова ферментація відходів пташництва | Ріжимо метанологія | Матеріал устачо | Коубстрат 1 | Мета доопджен | Автор | | | | | | | | | | |
| 2 | Ріжимо метанологія | Ріжимо метанологія | Безперервний | Натдбезперервний | Періодичний | Ємності | Плаг-флю (гоо) | Плекитглас | Полетиленові є | Сіляні бутлі | Сіляні ємності | Специфічний | Флакон | | | | |
| 3 | Матеріал устачо | Матеріал устачо | Натдпромісло | Бутлі | Горизонтальний | Ємності | Плаг-флю (гоо) | Плекитглас | Полетиленові є | Сіляні бутлі | Сіляні ємності | Специфічний | Флакон | | | | |
| 4 | Натдпромісло | Натдпромісло | 2011 Sinkora, Monitoring of dry anaerobic | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Бутлі | Бутлі | 1 2014 Anaerobi | 2 2014 Anaerobi | 3 2014 Anaerobi | 4 2014 Anaerobi | 1 2014 Anaerobi | 2 2014 Anaerobi | 3 2014 Anaerobi | 4 2014 Anaerobi | 5 2014 Anaerobi | 6 2014 Anaerobi | 7 2014 Anaerobi | 8 2014 Anaerobi | 9 2014 Anaerobi | 10 2014 Anaerobi | 11 2014 Anaerobi |
| 6 | Горизонтальний | Горизонтальний | 1 2016 patinvoh | 2 2016 patinvoh | 3 2016 patinvoh | Dry fermentation of manure with straw in continuous plug flow reactor: Reactor development and process stability at different loading rates | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ємності | Ємності | 5 2015 Abouelen | 6 2015 Abouelen | 11 2015 Abouelen | 2 2015 Abouelen | 4 2015 Abouelen | 10 2015 Abouelen | 12 2015 Abouelen | 9 2015 Abouelen | 3 2015 Abouelen | 8 2015 Abouelen | 1 2015 Abouelen | 7 2015 Abouelen | 3 2016 Cameron | 4 2016 Cameron | 5 2016 Cameron |
| 8 | Плаг-флю (гоо) | Плаг-флю (гоо) | 5 2014 Anaerobi | 6 2014 Anaerobi | 7 2014 Anaerobi | 8 2014 Anaerobi | 5 2014 Anaerobi | 6 2014 Anaerobi | 7 2014 Anaerobi | 8 2014 Anaerobi | 9 2014 Anaerobi | 10 2014 Anaerobi | 11 2014 Anaerobi | 12 2014 Anaerobi | 13 2014 Anaerobi | 14 2014 Anaerobi | 15 2014 Anaerobi |
| 9 | Плекитглас | Плекитглас | 1985 Webb The Anaerobic Digestion of Poultry Manure | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Полетиленові є | Полетиленові є | 1 2015 Giorgos | 2 2015 Giorgos | 3 2015 Giorgos | 4 2015 Giorgos | 5 2015 Giorgos | 6 2015 Giorgos | 7 2015 Giorgos | 8 2015 Giorgos | 9 2015 Giorgos | 10 2015 Giorgos | 11 2015 Giorgos | 12 2015 Giorgos | 13 2015 Giorgos | 14 2015 Giorgos | 15 2015 Giorgos |
| 11 | Сіляні бутлі | Сіляні бутлі | 8 2011 Lijun Shi | 1 2011 Lijun Shi | 2 2011 Lijun Shi | 3 2011 Lijun Shi | 4 2011 Lijun Shi | 5 2011 Lijun Shi | 6 2011 Lijun Shi | 7 2011 Lijun Shi | 8 2011 Lijun Shi | 9 2011 Lijun Shi | 10 2011 Lijun Shi | 11 2011 Lijun Shi | 12 2011 Lijun Shi | 13 2011 Lijun Shi | 14 2011 Lijun Shi |
| 12 | Сіляні ємності | Сіляні ємності | 1999 Callaghan Co-digestion of waste organic solids: batch studies | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Специфічний | Специфічний | 1 2016 rajagopal | 2 2016 rajagopal | 3 2016 rajagopal | 4 2016 rajagopal | 1 2013 Sebastia | 2 2013 Sebastia | 1 2012 Xiaojiao | 2 2012 Xiaojiao | 1 1985 JANTRA | 2 1985 JANTRA | 2010 Fatma Abou | 2009 Ahm | Evaluation of Biogas Production Potential by Dry Anaerobic | | |
| 14 | Флакони | Флакони | abouelen2008 | abouelen2008 | abouelen2008 | abouelen2008 | 2 2009 abouelen | 3 2009 abouelen | 4 2009 abouelen | 5 2009 abouelen | 6 2009 abouelen | 7 2009 abouelen | 8 2009 abouelen | 9 2009 abouelen | 10 2009 abouelen | 11 2009 abouelen | 12 2009 abouelen |
| 15 | Безперервний | Безперервний | 5 2014 Anaerobi | 6 2014 Anaerobi | 7 2014 Anaerobi | 8 2014 Anaerobi | 5 2014 Anaerobi | 6 2014 Anaerobi | 7 2014 Anaerobi | 8 2014 Anaerobi | 9 2014 Anaerobi | 10 2014 Anaerobi | 11 2014 Anaerobi | 12 2014 Anaerobi | 13 2014 Anaerobi | 14 2014 Anaerobi | 15 2014 Anaerobi |
| 16 | Натдбезперервний | Натдбезперервний | 2 2015 Giorgos | 3 2015 Giorgos | 4 2015 Giorgos | 5 2015 Giorgos | 6 2015 Giorgos | 7 2015 Giorgos | 8 2015 Giorgos | 9 2015 Giorgos | 10 2015 Giorgos | 11 2015 Giorgos | 12 2015 Giorgos | 13 2015 Giorgos | 14 2015 Giorgos | 15 2015 Giorgos | 16 2015 Giorgos |
| 17 | Періодичний | Періодичний | abouelen2008 | abouelen2008 | abouelen2008 | abouelen2008 | 2 2015 Abouelen | 3 2015 Abouelen | 4 2015 Abouelen | 5 2015 Abouelen | 6 2015 Abouelen | 7 2015 Abouelen | 8 2015 Abouelen | 9 2015 Abouelen | 10 2015 Abouelen | 11 2015 Abouelen | 12 2015 Abouelen |
| 18 | Коубстрат 1 | Коубстрат 1 | Видходи от | Препідготованні | Навоз ВРХ | Процо | Солома | | | | | | | | | | |
| 19 | Коубстрат 2 | Коубстрат 2 | 5 2015 Abouelen | 6 2015 Abouelen | 11 2015 Abouelen | 2 2015 Abouelen | 4 2015 Abouelen | 10 2015 Abouelen | 12 2015 Abouelen | 9 2015 Abouelen | 3 2015 Abouelen | 8 2015 Abouelen | 7 2015 Abouelen | 1 2015 Abouelen | 5 2015 Abouelen | 10 2015 Abouelen | 11 2015 Abouelen |
| 20 | Видходи от | Видходи от | 2 2012 Xiaojiao | 1999 Callaghan Co-digestion of waste organic solids: batch studies | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Навоз ВРХ | Навоз ВРХ | 1 2015 Giorgos | 2 2015 Giorgos | 3 2015 Giorgos | 4 2015 Giorgos | 5 2015 Giorgos | 6 2015 Giorgos | 7 2015 Giorgos | 8 2015 Giorgos | 9 2015 Giorgos | 10 2015 Giorgos | 11 2015 Giorgos | 12 2015 Giorgos | 13 2015 Giorgos | 14 2015 Giorgos | 15 2015 Giorgos |
| 22 | Препідготованні | Препідготованні | 1 2015 Giorgos | 2 2015 Giorgos | 3 2015 Giorgos | 4 2015 Giorgos | 5 2015 Giorgos | 6 2015 Giorgos | 7 2015 Giorgos | 8 2015 Giorgos | 9 2015 Giorgos | 10 2015 Giorgos | 11 2015 Giorgos | 12 2015 Giorgos | 13 2015 Giorgos | 14 2015 Giorgos | 15 2015 Giorgos |
| 23 | Процо | Процо | 2009 Ahm Evaluation of Biogas Production Potential by Dry Anaerobic Digestion of Switchgrass-Animal Manure Mixtures | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Солома | Солома | 1 2016 patinvoh | 2 2016 patinvoh | 3 2016 patinvoh | 1 2011 Lijun Shi | 1 2016 rajagopal | 2 2016 rajagopal | 3 2016 rajagopal | 4 2016 rajagopal | 5 2016 rajagopal | 6 2016 rajagopal | 7 2016 rajagopal | 8 2016 rajagopal | 9 2016 rajagopal | 10 2016 rajagopal | 11 2016 rajagopal |
| 25 | Мета доопджен | Мета доопджен | ВМР (Біоломічний) | Визначити вплив | Періодична метанова ферментація курячого пополу | | | | | | | | | | | | |
| 26 | Визначити вплив | Визначити вплив | 1 2014 Anaerobi | 2 2014 Anaerobi | 3 2014 Anaerobi | 4 2014 Anaerobi | 2 2014 Anaerobi | 3 2014 Anaerobi | 4 2014 Anaerobi | 5 2014 Anaerobi | 6 2014 Anaerobi | 7 2014 Anaerobi | 8 2014 Anaerobi | 9 2014 Anaerobi | 10 2014 Anaerobi | 11 2014 Anaerobi | 12 2014 Anaerobi |
| 27 | Періодична мет | Періодична мет | 1 2009 abouelen | 2 2009 abouelen | 3 2009 abouelen | 4 2009 abouelen | 5 2009 abouelen | 6 2009 abouelen | 7 2009 abouelen | 8 2009 abouelen | 9 2009 abouelen | 10 2009 abouelen | 11 2009 abouelen | 12 2009 abouelen | 13 2009 abouelen | 14 2009 abouelen | 15 2009 abouelen |
| 28 | Автор | Автор | Ahm | Callaghan | Cameron Farron | Fatma Abouelen | Giorgos Markou | JANTRANA | Lijun Shi | 2011 Sinkora, Mc | Patinvoh | Rajagopal | Sebastian Borow | Tamás Bóji | Tommi Kukkonen | Webb | Xiaojiao Wang |

Рис. 1. Таблиця Google з даними

Матеріали і методи

Онтології створювали з використанням інструментів Cognitive IT Polyhedron за допомогою редактора Ontology Editor. Для генерації графів застосовували два типи даних: xls для створення структури (ієрархія вузлів; далі — файл структури) та csv для додавання внутрішньої інформації як для числових, так і для семантичних даних (далі — файл даних). Після генерації онтології завантажувалися в сховище (якщо потрібно було використовувати специфічні функції, то їх обирали у меню завантаження). Зберігання інформації та забезпечення її спільного використання здійснювалися

за допомогою таблиці Google з подальшим перетворенням у Excel.xls і.csv (рис. 1). Загальний вигляд бібліотеки онтологій, поданий у графедиторі, показано на рис. 2.

Утворена структура відображається класично у вигляді дерева вершин з урахуванням зв'язків. Приклад відображення онтології наведено на рис. 3. Структуру інформації в онтологічній системі представлено у елементі 1 на рис. 4. Елемент 2 є частиною візуалізації структури онтології, що відображає наявні медіафайли у вигляді включеної інформації у онтології. Включена інформація в системі Grafeditor представлена елементом 3.

- + МЕДИЦИНА
- + SCENARIO
- + Ecology
- + СППР
- + Жемчужинка
- + БЕРЛИН
- + Текущие проекты
- + Класифікатор - задачі
- + Програми
- + TEMPUS
- + Кафедра медичної інформатики
- + Заочні школи МАН
- + Регіональний розвиток
- + НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
- + Банк інтелекту
- + НОРМАТИВНА БАЗА
- + УКРПАТЕНТ
- + МАНЛаб
- + Експедиційні дослідження
- + Дослідження
- + Обладнання
- + Хіміко-біологічна школа
- + Загальна фізика
- + Очищення промислових стоків
- + Визначник грибів
- + Пшениця
- + art
- + Школи
- Дослідження коливачів тіла на пружині (v3)
- Очищення стічних вод (v3)
- Підбір лабораторного обладнання (v3)
- Обладнання НУХТ (v3)
- Продукти (v3)
- + ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Рис. 2. Загальний вигляд бібліотеки онтологій

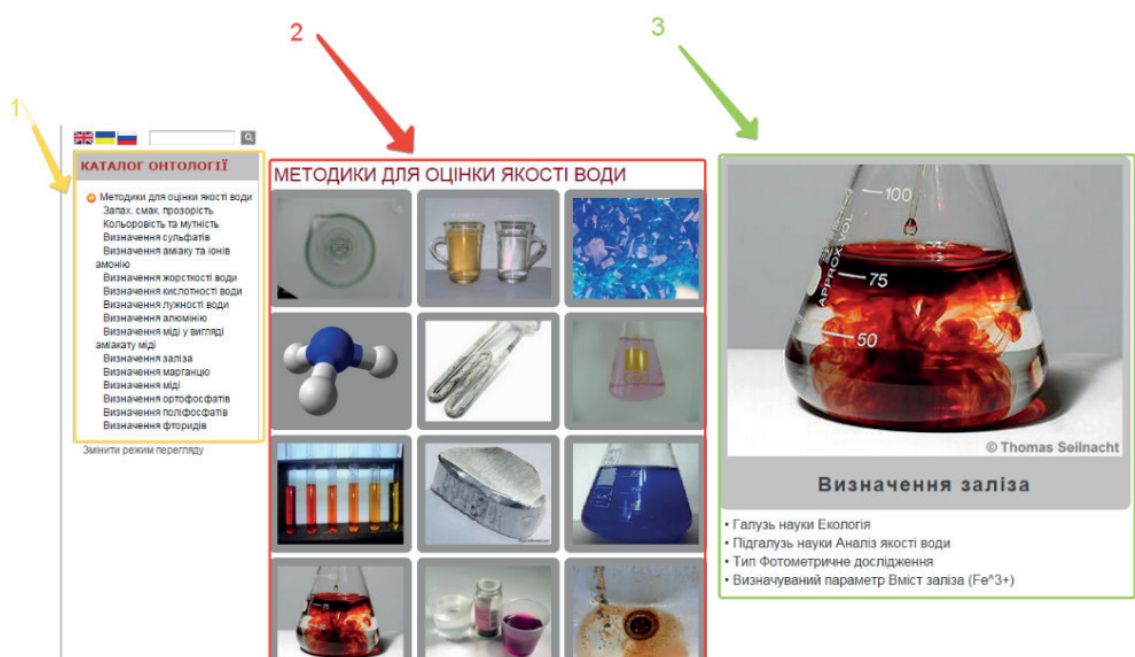


Рис. 3. Приклад відображення інформації в системі Grafeditor

Створення онтологій з вибором за допомогою модуля «Альтернатива»

Модуль «Альтернатива» може бути використаний для забезпечення фільтрації інформації [14]. Для цього необхідно було створити вузли графа, заповнені семантичними даними, згрупованими в семантичні класи. Ця функція була використана для створення загальної онтології: системи очищення стічних вод та конкретних онтологій, присвячених пошуку конкретних параметрів для цих технологій. З цією метою файли були підготовлені, як було показано раніше. Для використання функцій ранжування та аудиту застосовувалися лише числові

значення, які вибиралися під час збереження графіків у базі даних.

**Результати та обговорення
Створення онтологічних журналів**

Для систематизації дослідницьких знань пропонується використовувати онтологічні журнали. Онтологічні журнали — це вид онтології, призначений для багатофункціонального аналізу та систематизації інформації під час експедиційних досліджень. Особливістю онтологічного журналу є виділення в дослідженні семантичних характеристик (для подальшого структурування). Загальний вигляд онтологічного журналу представлений на рис. 4.



Рис. 4. Загальний вигляд онтологічного журналу

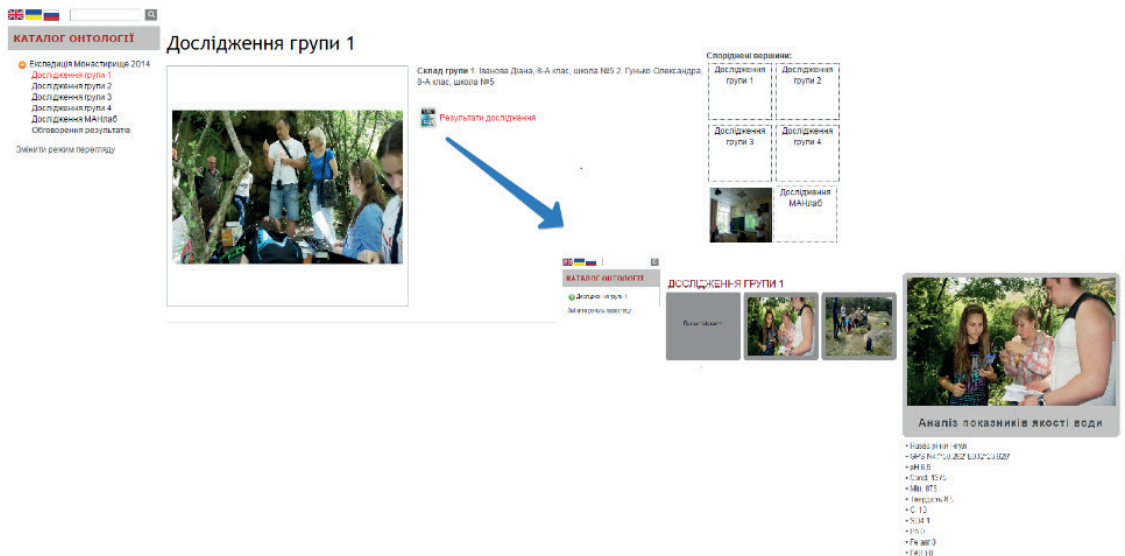


Рис. 5. Візуалізація наукових даних в онтологічному журналі

Особливістю онтологічного журналу є високий рівень структурування та візуалізації даних, можливість переходу між спорідненими вузлами, пошук семантичних зв'язків між вершинами та його елементами.

Візуалізація наукових даних у вигляді онтологічного журналу представлена на рис. 4. На ньому видно, що великі масиви інформації, отриманої під час дослідження, згруповані та структуровані, а перехід до наукових даних відбувається швидко та зрозуміло.

Вихідними даними для програми «Графедитор» є описи об'єктів, представлені багатьма їх ознаками.

Для підготовки онтологічного журналу пропонується використовувати таблиці Excel з побудовою онтологічного дерева та вкладенням в інформацію про онтологічний вузол (рис. 5).

Загальний вигляд шаблону для створення експедиційного журналу онтологій показано на рис. 6. Шаблон для створеного онтологічного журналу — це файл excel, який зберігається у форматі csv. Основними інформаційними класами є pH, Електропровідність, Мінералізація, Твердість, Cl, SO₄, Pb, Fe загальне, Fe (II), Fe (III), Cu, що відповідають показникам: кислотність, електропровідність, мінералізація, вміст хлоридів, сульфатів, свинець, загальне залізо,

The image shows an Excel spreadsheet template. The columns are labeled with headers: 'nodeproperties', 'pH', 'Cond.', 'Мін.', 'Твердість', 'Cl', 'SO4', 'Pb', 'Fe заг', 'Fe(II)', 'Fe(III)', and 'Cu'. The rows are numbered from 1 to 20. Four callouts are present: '1' points to the 'nodeproperties' header, '2' points to the first empty cell in row 10, '3' points to the 'Fe заг' header, and '4' points to the 'Мін.' header.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|----------------|----|-------|------|-----------|----|-----|----|--------|--------|---------|----|
| 1 | nodeproperties | pH | Cond. | Мін. | Твердість | Cl | SO4 | Pb | Fe заг | Fe(II) | Fe(III) | Cu |
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | |

Рис. 6. Загальний вигляд шаблону для створення онтологічного журналу

двовалентне залізо, тривалентне залізо та мідь. Назви інформаційних класів скорочені відповідно до файлу онтології порівняння. Розроблено та запропоновано до використання шаблони онтологічних журналів для різних видів екологічних досліджень. Кожному досліднику не потрібно розробляти нові шаблони, вони однакові для навчання в одній предметній області.

Розроблена екологічна карта передбачає структурування матеріалу за критеріями екологічного спрямування — аналіз повітря, водойм, ґрунтів, елементів біосфери тощо. Критерії структурування довкілля представлені у вигляді шарів у ArcGIS. Цей підхід дає змогу аналізувати матеріал та згрупувати його за максимальною кількістю аспектів дослідження.

Використання отриманих цим методом даних є актуальним у сферах прогнозування результатів. Наприклад, завдяки розробленій карті з екологічних досліджень якості ґрунтів вчений зможе продовжити дослідження щодо напрямків міграції (або навпаки — накопичення) хімічних речовин у біологічних системах. Запропонована ГІС спрямована на візуалізацію екологічних досліджень учнями позашкільних навчальних закладів по всій Україні. При цьому для проведення попередніх досліджень використовуються дані власних попередніх досліджень та дані інших досліджень, проведених на зазначеній території.

Для внесення даних на карту пропонується використовувати геоінформаційну систему

«Екологічна карта студентів Національного центру «Мала академія наук України» (МАНУ)» на базі ArcGIS. Створення онтології ГІС також потребує додаткового введення географічних координат окремо у файл даних. Отриманий графік формату xml необхідно завантажити на спеціальний ГІС-сервер платформи Polyhedron, який використовує платформу Arcgis. Щоб розмістити онтологію на карті, користувач вводить посилання на онтологію, додає геометку атрибутів під назвою «онтологія» (рис. 7). Така форма виникає після вибору місця аналізу на ГІС.

ArcGIS — це географічна платформа для організації, за допомогою якої можна створювати, керувати та обмінюватися географічною інформацією та інструментами з використанням інтерактивних вебкарт і програм. Перевагою платформи є можливість забезпечення як у локальній мережі, так і в хмарному середовищі доступу з будь-якого пристрою: персонального комп'ютера, веббраузера, смартфона або планшетного комп'ютера.

Система ArcGIS — це спосіб подання інформації з графічною візуалізацією даних, пов'язаних із географічними координатами. Візуалізація здійснюється на основі географічних карт з можливістю створення «міток» об'єктів аналізу. Загальний вигляд ГІС представлений на рис. 7.

Масштабування та керування зоною перегляду карти здійснюються за допомогою «елемента 1». Для управління масштабом

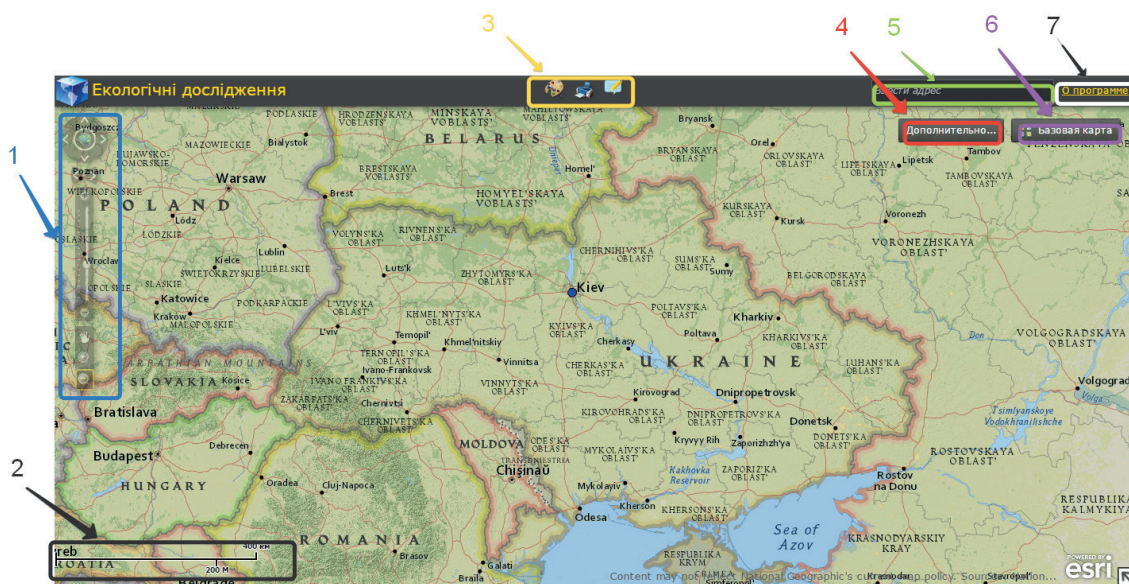


Рис. 7. Загальний вигляд ГІС

використовується: шкала, що показує масштаб за відношенням віртуального розміру до реального (наприклад, 1:100 000). Також масштаб можна змінити за допомогою інструментів збільшення і зменшення.

Управління здійснюється за допомогою інструмента «переміщення» на панелі керування зоною перегляду. Задля автоматичного керування на панелі керування є стрілки орієнтації для переміщення робочої області карти в різних напрямках.

«Елемент 2» візуалізує масштаб карти; це лінійка, яка відображає постійний відрізок у просторі (незалежно від зміни масштабу), але числове значення відрізка змінюється при зміні масштабу (наприклад, 50 км, 100 км).

Конкретні інструменти користувача «малювання», «друк», «зміна» включені до зони в елементі 3.

«Елемент 4» відповідає за відображення шарів на карті. Шари на карті відповідають типам об'єктів, які були в базі даних онтологій, що заповнюють карту.

Пошук мітки на карті здійснюється за допомогою «елементу 5». Пошук може здійснюватися як за назвами географічних об'єктів, так і за координатами.

«Елемент 6» відповідає за тип зображення, що використовується для відображення.

«Елемент 7» призначений для відображення інформації про програму. Розроблена система дає змогу аналізувати дані залежно від географічної значущості інформації шляхом інтеграції наукових знань із геоінформаційною системою. Можна структурувати матеріал шляхом систематизації інформації у вигляді онтологічних графів та здійснити перехід між інтерфейсом ГІС та онтологічними графами.

Трансдисциплінарні дослідження мають особливий потенціал у застосуванні інтегрованого підходу до ГІС та онтологій. Між природничими науками існує взаємозв'язок, який часто є важливим, але недостатньо вивченим. Іноді необхідно проводити дослідження, які пояснюють хімію фізичних процесів або коли швидкість міграції хімічних речовин пояснюється фізичними законами. Використання ГІС-технологій дає змогу провести міждисциплінарне попереднє дослідження на обрану тему учнем, базуючись на територіях/ареалах, а не лише на предметній області.

Потенціал застосування запропонованого підходу

Принцип комплексного підходу полягає у побудові онтологій на мітці ГІС із зазначенням автора та часу проведення аналізу з урахуванням достовірності результату. Розміщення інформації про географічні координати в структурованій онтологічній формі дає змогу отримати доступ до дуже актуальної інформації, пов'язаної з дослідженнями учня або дослідника.

Завдяки розробці комплексного підходу створюються бази даних досліджень у різних галузях, які виконуються різними дослідниками та науково-дослідними установами, що зберігають матеріал у структурованому вигляді, однак стосуються однієї і тієї ж самої території.

Структурування на основі ГІС надає можливість перегляду взаємопов'язаної інформації та пошуку закономірностей, пов'язаних з координатами розташування конкретних властивостей об'єктів. Подальший розвиток дасть змогу накопичити велику кількість структурованої інформації, яка не перетворюється на «інформаційне сміття».

Такі системи надзвичайно важливі для розвитку екологічної експертизи та створення системи екологічної безпеки. У майбутньому вони можуть повноцінно використовуватися як основний інструмент для функціонування системи екологічного моніторингу з можливістю проведення аналізу та прогнозування даних.

Висновки

Запропоновано використовувати комплексний підхід із застосуванням онтологій для структурування даних та ГІС для відображення геопросторової інформації та візуалізації наукових даних, що покращить структурування збереження даних учнівських та науково-дослідницьких експедицій. Також структурований матеріал значною мірою спростить їх використання для інших дослідників, що здійснюють літературний огляд.

Список використаних джерел / References

1. Sarakinos, K., Alami, J., & Konstantinidis, S. (2010). High power pulsed magnetron sputtering: A review on scientific and engineering state of the art. *Surface and Coatings Technology*, 204 (11), 1661–1684. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2009.11.013>.
2. Boote, D. & Beile, P. (2005). Scholars Before Researchers: On the Centrality of the Dissertation Literature Review in Research Preparation. *Educational Researcher*, 34 (6), 3–15. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189X034006003>.

3. Stryzhak, O. Ye. (2014). Invariant Tasks of Ontological Systems. *Information Technologies & Knowledge*, 8 (4), 356–360.
4. Fonseca, F. T., Egenhofer, M. J., Agouris, P., & Caã, G. (2002). Using Ontologies for Integrated Geographic Information Systems. *Transactions in GIS*, 6(3), 231–257.
5. Partyka, J., Alipanah, N., Khan, L., Thuraisingham, B., & Shekhar, S. (2008). Content-based ontology matching for GIS datasets. *GIS'08 : Proceedings of the 16th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*. (pp. 407–410). New York : Association for Computing Machinery.
DOI: <https://doi.org/10.1145/1463434.1463496>.
6. Frank, A. U. (2007). Data quality ontology: An ontology for imperfect knowledge. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 4736, 406–420.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-74788-8_25.
7. Schlenoff, C., Denno, P., Ivester, R., Libes, D., Szyman, S., & Thompson, K. (2000). Analysis and approach to using existing ontological systems for applications in manufacturing. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 14 (4), 257–270.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0890060400144038>.
8. Stryzhak, O. Ye., Shapovalov, V. B., & Shapovalov, Ye. B. (2018). Ontological support of educational research. S. O. Dovhyi (Ed.). *Informatsiini tekhnolohii upravlinnia ekolohichnoiu bezpekoiu, pryrodokorystuvanniam, zakhodamy v nadzvychainykh sytuatsiiah: rozrobky ta dosiahnennia do 100-richchia NAN Ukrainy — Information Technologies of Management of Ecological Safety, Nature Management, Measures in Emergency Situations: Developments and Achievements to the 100 Anniversary of the National Academy of Sciences of Ukraine* : Scientific works collection. (pp. 165–168). Kyiv : Euston.
9. Velichko, V., Popova, M., Prykhodniuk, V., & Stryzhak, O. (2017). TODOS is an IT platform for the formation of transdisciplinary information environments. *Weapons Systems and Military Equipment*, 1 (49), 10–19.
10. Volckmann, R. (2007). Transdisciplinarity: Basarab Nicolescu Talks with Russ Volckmann. *Lancet Neurology*, 6 (9), 76.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(07\)70211-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(07)70211-9).
11. Stryzhak, O., Horborukov, V., Franchuk, O., & Popova, M. (2014). Ontology of the choice problem and its application in the analysis of limnological systems. *Ecological Safety and Nature Management*, 172–183.
12. Stryzhak, O., Prykhodniuk, V., & Podlipaiev, V. (2018). Model of Transdisciplinary Representation of Geospatial Information. *Advances in Information and Communication Technologies*, 560, 34–75.
DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-12385-7>.
13. Prykhodniuk, V., & Stryzhak, O. (2017). Ontological GIS as a means of organizing geospatial information. *Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*, 2 (27), 167–174.
14. Horborukov, V., Stryzhak, O., Franchuk, O., & Shapovalov, V. (2018). Ontological representation of the problem of ranking alternatives. *Mathematical Modeling in Economics*, 4, 49–69.
DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

Ye. B. Shapovalov,
V. B. Shapovalov,
Zh. I. Bilyk,
I. M. Shapovalova

TAXONOMIZATION OF THE EXPEDITION RESEARCH RESULTS OF STUDENTS IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC EDUCATION

Abstract. The modern development of humankind, particularly in the field of information technology, has led to the existence and accumulation of a great deal of unsystematic information. This problem also concerns the point at which results are presented in the scientific method. In particular, there is a lot of documentation that links results to geographic coordinates, particularly expeditionary search results. The paper aims to propose an innovative method linked to the structuring of expositional data with ontologies for the structuring of data and GIS. The fundamental characteristics and benefits of the proposed methodology are also described in this paper. The ontological expedition journal models have been developed to streamline and distribute expeditionary search results. Google tables, where the columns represent the name of the object to be analyzed, and in the lines, the measured parameter were designed. The special rows were designed to save geographical coordinates which were used in the future to locate objects on GIS. The approbation was carried out on the example of expedition research of students of the National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine" in the field of water quality. The main information classes are pH, Electrical conductivity, Mineralization., Hardness, Cl, SO₄, Pb, Fe total, Fe (II), Fe (III), Cu, corresponding to indicators: acidity, electrical conductivity, mineralization, content of chlorides, sulfates, lead, total iron, ferrous iron, ferric iron

and copper. The ontological graphs were developed in Cognitive IT Polyhedron with the possibility of processing results using the "Audit" and "Ranking" tools, as well as presenting information in the form of an ontological prism. The proposed method will provide simplification of information collected during the review (background research) stage of the science approach.

Keywords: ontology, science, Geoinformational systems, STEM, Science education.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Шаповалов Євгеній Борисович — канд. техн. наук, старший науковий співробітник відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, sjb@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3732-9486>

Шаповалов Віктор Борисович — старший науковий співробітник відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, svb@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6315-649X>

Білик Жанна Іванівна — канд. біол. наук, старша наукова співробітниця відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, zhanna_bio@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2092-5241>

Шаповалова Ірина Миколаївна — вчителька-методистка вищої категорії СЗШ № 69, м. Київ, Україна, irinashap242@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4999-6112>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shapovalov Ye. B. — PhD in Engineering, Senior Researcher of department of education and thematic knowledge system creation, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, sjb@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3732-9486>

Shapovalov V. B. — Senior Researcher of department of education and thematic knowledge system creation, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, svb@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6315-649X>

Bilyk Zh. I. — PhD in Biology, Senior Researcher of Department of education and thematic knowledge system creation, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, zhanna_bio@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2092-5241>

Shapovalova I. M. — teacher-methodist of the highest category of school No. 69, Kyiv, Ukraine, irinashap242@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4999-6112>

Стаття надійшла до редакції / Received 22.06.2022