



## СЕРІЯ «ПЕДАГОГІКА»

## І РОЗДІЛ. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗМІСТУ ОСВІТИ

Вікторія Косик,  
Марина Попова,  
Олександр Стрижак,  
Ганна Храпач,  
м. Київ

УДК 37.011.33:004.853

ОНТОЛОГІЧНИЙ ПОСІБНИК З ГЕОГРАФІЇ  
ЯК ІНТЕРАКТИВНА СИСТЕМА ЗНАНЬ

*В статті описано онтологічний підхід до формування знання-орієнтованих учебно-пізнавальних систем знань у вигляді інтерактивних (онтологічних) посібників, технологічним базисом яких є комп'ютерні онтології, що визначають контекстне змістове наповнення посібника як певну аксіоматичну предметну теорію і відображаються у вигляді таксономій. Описано механізми формування таксономій на основі властивостей понять предметної сфери. Представлено узагальнену схему формування онтологічного посібника з географії. Приведено приклад застосування онтологічного посібника з географії як інструмента підтримки процесів взаємодії в географічній інформаційній середовищі.*

**Ключові слова:** посібник, термінополе, контекст, множественність, онтологія, таксономія.

*The article describes the ontological approach to the development of knowledge-oriented training and educational knowledge systems in the form of interactive (ontological) manuals, which are technologically based on the computer ontologies, defining the context content of manuals as a kind of axiomatic theory and displayed in the form of taxonomies. The mechanisms of taxonomies formation based on the properties of the domain concepts are described. A generalized scheme for the formation of the geography ontological manuals is present. An example of application of the ontological geography manuals as a tool for supporting cooperation processes in the geographical information environment is given.*

**Key words:** manual, termsfield, context, plurality, ontology, taxonomy.

Чинне законодавство передбачає забезпечення доступу громадян України до якісної, доступної та безоплатної загальної середньої освіти. Відомо, що якість освітніх послуг безпосередньо залежить від наявності навчально-методичного матеріалу (підручників, навчальних посібників, дидактичних матеріалів тощо), якими держава має забезпечити навчальні заклади.

Сьогодні в Україні фінансування друку навчальних матеріалів за державний коштом для задоволення реальних потреб освітньої галузі є недостатнім. Під час створення державного замовлення ігнорують розрахунки Міністерства освіти і науки (МОН) України. Натомість, закладаючи збільшення дебіторської та кредиторської заборгованості під час формування бюджету, внесення змін до затверджених законодавчих актів є майже неможливим.

Вищевказані фінансові, організаційні та інші проблеми вимагають запровадження нових форм підручників і навчальних посібників. Постійний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій впливає на номенклатуру засобів навчання і трансформацію усталених педагогічних технологій. Книга у традиційному (друкованому) вигляді як вмістилище наукових фактів і важливий дидактичний засіб здійснення навчально-виховного процесу також об'єктивно видозмінюється в умовах інформаційного суспільства як за зовнішніми ознаками, так і за можливостями взаємодії з інформацією.



Інформатизація супроводу навчально-виховного процесу на сучасному етапі є повсякденним явищем. Застосування мультимедійних засобів під час навчання дає змогу не лише привернути увагу до дисципліни, а й підвищити рівень успішності учнів. Навчальні комп'ютерні програми, системи, електронні підручники, посібники та дидактичні матеріали надають можливість кожному учню незалежно від рівня його підготовки брати активну участь у навчальному процесі, індивідуалізувати процес навчання, здійснювати самоконтроль, бути не пасивним спостерігачем, а активно отримувати знання та оцінювати власні можливості [1].

Відносно новими засобами навчання є електронні підручники та посібники. На сьогодні існує безліч дефініцій цього терміна, що мають спільні риси та деякі протиріччя. *Електронний підручник* – це програмна продукція, призначена для подання навчальної мультимедійної інформації. У різних джерелах наведено такі невід'ємні атрибути електронного підручника:

- обов'язкова відповідність державному стандарту і навчальній програмі;
- офіційне затвердження МОН України як видання, що частково замінює або доповнює паперовий варіант підручника;
- публікація на цифровому носії чи в Інтернет-ресурсі;
- сучасний дизайн та відповідність ергономічним вимогам до комп'ютерних засобів навчання тощо.

Експерти наголошують, що відтворення на екрані монітора тексту і кольорових ілюстрацій, які повністю копіюють зміст друкованого підручника, не дає права такому виду продукції називатися електронним підручником, адже це лише електронна версія звичайного підручника, яку, до того ж, значно важче читати на екрані. Використання цієї продукції за допомогою засобів ІКТ є необхідною, однак не єдиною умовою. Електронний підручник має максимально використовувати сучасні досягнення інформаційних технологій: відрізнитися високим рівнем художнього оформлення, якістю методичного інструментарію, наочністю та логічністю викладу тощо.

Більшість авторів вважає, що засвоєння навчальної інформації залежить від послідовності представлення інформації та доцільності використання електронних підручників в комплексі з іншими навчальними системами, причому не заперечуючи, а доповнюючи друкарські видання [2].

Створення електронного підручника, окрім врахування його призначення, можливості модифікації та доповнення новими даними, обмеження обсягу використовуваної пам'яті тощо, потребує сертифікованих програмних систем, інструментальних засобів і фахівців необхідного рівня зі знанням алгоритмічних мов.

Більшість розробників електронних підручників пропонують готовий продукт, що не враховує вибір використаних джерел інформації, зокрема мультимедійної, ні основи психолого-педагогічних знань. Однак загальновідомо, що у процесі створення будь-яких складних систем вирішальним є талант і майстерність авторів (учителів).

Отже, електронний підручник, зберігаючи всі можливості паперових видань, має принципово нові якості, що охоплюють елементи мультимедіа та віртуальної реальності, забезпечуючи високий рівень наочності, ілюстративності та інтерактивності структурованого подання більших обсягів інформації та знань.

Оскільки термін «електронний підручник» замінив багато інших термінів таких, як ППЗ (педагогічні програмні засоби), ПЗНП (програмні засоби навчального призначення), АНС (автоматизовані навчальні системи) тощо, але масових успішних розробок електронних підручників ще немає, то можна припустити, що цей термін скоро замінить новий.

Оскільки будь-який підручник (паперовий чи електронний) має бути складено чітко відповідно до затвердженої навчальної програми (цим він і відрізняється від навчального посібника), що може відступати, попри спільність вимог до обох, автори пропонують концепцію «онтологічного електронного посібника» – інтерактивної бази знань, що є відображенням певної дисциплінарної теорії, яка може бути узгоджена з програмою навчання.



Метою статті є представлення онтологічного підходу до формування навчально-пізнавальних систем знань у вигляді інтерактивних (онтологічних) посібників, що здатні формувати стани взаємодії учнів з інформаційними ресурсами та системами на основі таких функціональних дій, як аналіз, синтез та вибір.

У нашому дослідженні використано комплекс методів для: розроблення онтологічних моделей – системний аналіз, теорія множин, теорія графів; формалізації представлення знань – алгебро-логічний та аксіоматичний методи, теорія нечітких множин, теорія категорій; програмної реалізації інформаційної технології – шаблони проектування та об'єктно-орієнтований аналіз.

У методичному контексті онтологічні посібники є ефективним навчальним ресурсом для вивчення предметів природничо-математичного циклу і тих галузей знань, що піддаються структуруванню, для самостійної роботи учнів, дистанційного та екстернатного навчання на практичних і лабораторних заняттях, аналізу інформації та її графічній інтерпретації. Необхідність та доцільність їхнього застосування можна підтвердити курсом географії.

Завдання учителя географії вимагають вироблення в учнів картографічних вмінь та навичок, збагачення словникового запасу, володіння нормами географічного мови, набуття знань термінів, причинно-наслідкових зв'язків у процесі роботи з текстами, картами, мультимедійною інформацією.

У процесі вивчення географії вчитель та учень постійно звертаються до різних джерел інформації (енциклопедій, словників, довідників, атласів, космічних знімків тощо). Оскільки традиційна бібліотека перестала бути основним її джерелом, адже їй на зміну прийшли інформаційні ресурси на електронних носіях та в Інтернеті, то головною проблемою є не стільки швидке застарівання статистичного матеріалу посібника, скільки необхідність впорядкування, систематизації та відбору необхідного фізично та тематично поділеного знаннєвого ресурсу, що перманентно оновлюється, а обсяги – зростають. Розв'язанню цієї проблеми сприяє застосуванню онтологічного підходу до створення електронних посібників з географії, адже не вимагає спеціалізованих знань (наприклад, алгоритмічних мов) та навичок і може використовуватися будь-яким учителем.

Онтологію визначають як систему знань, представлену ієрархічною структурою понять (термінів), що описують задану тематику предметної дисципліни (географії) та формальними аксіомами, що обмежують інтерпретацію та спільне застосування цих термінів. Оскільки створення онтологічного посібника з географії потребує комплексного підходу, що міститиме підтримку взаємодії учнів із додатковими ресурсами на засадах оброблення та використання його змісту, то необхідно визначити орієнтовані на знання інструменти, спроможні забезпечити вимоги інтерактивності, інтегрованості та інтеперабельності контенту.

Онтологічний посібник з географії містить та відображає понятійну систему теорії, що визначає предметну дисципліну, елементи якої представлено певними поняттями – *простими* та *складними*. Прості є іменами конкретних географічних об'єктів, ознакою яких є неможливість їх розкладання на більш прості об'єкти в межах навчання дисципліни (наприклад, річка Дніпро, гора Говерла тощо). Складні поняття є композиціями з простих об'єктів та можуть бути представлені певною фразою з декількох слів, чи мати власне ім'я, що визначає категорію або клас об'єктів (наприклад, Україна складається з областей, а Карпати – система гір) [3]. Далі в статті прості елементи понятійної системи онтологічного посібника іменуватимемо *концептами* ( $x$ ), а складні – *множиною концептів* ( $X$ ).

Поняття «концепти» предметної дисципліни зображені в посібнику у вигляді глосарію [5]. Однак головну роль у будь-якому текстовому документі, зокрема в посібнику, відіграють контексти, що визначають властивості ( $r$ ) та функціональність ( $f$ ) концептів, які становлять його понятійну систему. Концепти, визначеннями яких є множина контекстів, іменуватимемо *термінополем посібника* ( $T$ ) та розумітимемо множину взаємопов'язаних дефініцій (контекстів) концептів (термінів), що складають і визначають зміст дисципліни (географії), що відображає



в посібнику положення певної теорії ( $Th$ ). Термінополе  $T$  є понятійною основою взаємодії учнів з інформаційним середовищем онтологічного посібника та з іншими знаннєвими ресурсами (атласами, контурними картами, мультимедійними матеріалами тощо) під час вивчення положень географічної теорії  $Th$ . Взаємозв'язки між концептами, задані множиною властивостей концептів ( $R$ ) та їхньою функціональністю ( $F$ ), визначають в контекстах концептів, що в традиційних посібниках вивчають у строгому лінійному порядку [7; 8].

Таким чином, множини концептів, відношень між ними, відповідні інтерпретуючі функції теорії, що визначають базові положення науки географії, –  $X$ ,  $R$ ,  $F$  та  $Th$  – є інструментами формування термінополя  $T$  онтологічного посібника, що постає інструментом забезпечення взаємодії учнів з поділеними навчальними ресурсами. Отже, концептуальна схема предметної дисципліни, що конструктивно визначає інформаційну систему онтологічного посібника з географії, – це  $O_{geotb}$  [7; 9; 10]:

$$O_{geotb} = (X, R, F, Ath), \quad (1)$$

де  $F=X \times R$ ;  $Ath$  – базові аксіоми  $A$  теорії  $Th$  географії, положення якої викладено у посібнику; індекс  $geotb$  є скороченням слова *geotextbook*.

Одним із головних завдань навчально-пізнавального процесу є дослідження та вивчення учнями властивостей і відношень об'єктів реального світу, описаних у посібниках, та формування навичок їхнього використання на функціональному рівні, тобто під час розв'язання прикладних задач. Таким чином, включення до операціонального простору [11; 12] можливих дій учнів предметних функцій онтологічного посібника конструктивно задає напрям вивчення теоретичних і практичних положень географії, а також формування в учнів предметних компетенцій [4]. Ці функції є якісним відображенням властивостей концептів, викладених у посібнику. Тоді онтологічний посібник  $O_{geotb}$  виду (1) є якісною складною моделлю відображення станів взаємодії концептів теорії  $Th$ , положення якої викладають у посібнику з географії у вигляді певної множинної часткової впорядкованості цих контекстів [3; 8; 13].

Зазначену множинну впорядкованість визначимо як гіпервідношення  $G$  [8], що відображає зв'язки між контекстами концептів онтологічного посібника. Їх можна передати простою моделлю бінарних відношень виду «об'єкт – об'єкт», «група об'єктів – об'єкт» та «група об'єктів – група об'єктів» [8; 14]. Однак множина цих бінарних відношень частково впорядкована та ще й має множинні властивості [3; 8]. Відношення між контекстами, що містять зміст посібника, будемо розглядати як гіпервідношення  $G$  виду –  $Y \times G \times x$ , де  $Y$  – множина можливих множин концептів  $X$  термінополя  $T$  онтологічного посібника  $O_{geotb}$ , а  $x$  – один із концептів цієї множини. Категорія множинності визначає наявність рівнозважених альтернатив активізації взаємозв'язків між контекстами під час використання учнями у процесі розв'язання проблемних задач.

Гіпервідношення  $G$  як множина множинних бінарних відношень між контекстами концептів термінополя онтологічного посібника задає процедуру формування множини таксономій  $\tilde{T}$ , що визначають різні рівні ієрархій, наявних між концептами за умови, що вони мають відповідні контексти. Зрозуміло, що вищевказана множина бінарних відношень «об'єкт – об'єкт», «група об'єктів – об'єкт» та «група об'єктів – група об'єктів», може бути представлена у множинному гіпервідношенні  $G$ . Інакше кажучи, довільна множина таксономій  $\tilde{T}$  онтологічного посібника  $O_{geotb}$  може бути подана у такому вигляді:

$$\tilde{T} = Y \times G \times X. \quad (2)$$

Кожна таксономія  $\tilde{T}$  має ієрархічне розташування концептів-понять онтологічного посібника та часткове або лінійне впорядкування. Тобто кожна таксономічна структура може бути представлена у вигляді графа без циклів, над вузлами якого може бути задано множинну



бінарну часткову впорядкованість, що графічно передано як вхідні та вихідні стрілки. Такі графи також називають пірамідальними мережами [3; 9; 10]. Таксономія формується на засадах застосування до усіх концептів термінополя та їх контекстів, що є певними дефініціями, правилами редукції:

$$\tilde{T} = Y \times G \times X \Rightarrow \langle Y \times G \times x_p, Y \times G \times x_2, \dots, Y \times G \times x_i | 1 \leq i \leq, \text{card}(T) \rangle \quad (3)$$

Редукція, що є певним бінарним відношенням, та виділена з гіпервідношення множинного часткового впорядкування, забезпечує виділення класів та створення ієрархічних ланцюгів у структурному представленні взаємодії концептів онтологічного посібника між собою. Множинність визначається альтернативністю вибору певних бінарних ланцюгів таксономічної структури. Так, головним завданням таксономії є утворення множинної ієрархії концептів термінополя онтологічного посібника [17–19].

У процесі створення онтологічного посібника з географії  $O_{geob}$ , семантичну основу якого, як зазначено вище, становлять термінополе, таксономія та гіпервідношення множинної часткової впорядкованості, концепти поділяться на класи  $K$  згідно з визначеними властивостями та відношеннями між ними, що й інтерпретують множину дій, які можуть бути застосовані до концептів, як об'єктів певної географічної теорії [7].

Таксономія онтологічного посібника формується на основі множини класів, на які можливо розбити його термінополе. Кожен такий клас є підмножиною концептів, що мають певну спільну властивість. Окрім того, ім'я кожного класу містить складний концепт. Відповідно до визначення онтологічного посібника (1) та спільної властивості, за якою концепти об'єднуються у певні класи, можна визначати їхню функціональність –  $f^i(x_1, \dots, x_n, x_{n+1}) \in F_k$ . Ці підмножини класів можуть перетинатися, адже певні концепти можуть бути елементами різних класів термінополя, що визначається множинністю гіпервластивості термінополя онтологічного посібника (рис. 3).

Оскільки вивчення географії неможливо уявити без візуалізації понять та об'єктів, що вивчаються, у вигляді тематичних карт і атласів, обов'язковим функціоналом онтологічного посібника має бути інструмент забезпечення взаємодії з інформаційними географічними системами (ГІС). Таким інструментом є таксономія  $\tilde{T}$ , що визначає групування концептів онтологічного посібника за класами з певною властивістю. Концепти посібника  $x$  відповідають реальним географічним об'єктам, а класи  $K$ , в які концепти об'єднані таксономією, – шарами тематичної карти ГІС. Таксономія концептів онтології відповідає легенді об'єктів карти, що формується на засадах встановлення відношень між концептами та класами «частина – ціле». Тобто, відповідно до декларування приналежності концепта до класу таксономії, встановлюється приналежність об'єкта до тематичного шару карти на основі зв'язування концептів класів таксономії, що мають імена географічних об'єктів. Таким чином, легенда карти містить тематичні шари, аналогічні за назвою класам таксономії та об'єкти шарів, аналогічні іменам концептів.

Опис об'єкта на карті обмежено полями атрибутивної інформації, а сервіс вкладень дає змогу прикріпити лише ту інформацію, що фізично наявна у користувача. Завдяки агрегації фізично та просторово поділених даних в онтологічному посібнику атрибути географічних об'єктів може бути представлено не у вигляді таблиці, або у текстовому форматі, а також у вигляді гіперпосилань в мережі інформаційних ресурсів.

Інструментарій онтологічного посібника надає можливість розширювати та доповнювати інформаційні описи концептів-об'єктів карти на базі мережевих інформаційних ресурсів, поділених в Інтернеті, що значно розширює уявлення про тематику предметної дисципліни.

У середовищі ГІС в легенді карти символи об'єктів (шаблони) тематичних шарів залишаються незмінними, а отже, дізнатися, що об'єкт  $n$  належить до множини об'єктів  $N$ , ми можемо після перегляду атрибутивної інформації. Таксономія може гнучко доповнюватися новими класами та концептами, зберігаючи наочність сприйняття учнем взаємозв'язків між елементами [20; 21].



## Онтологічний посібник з географії як інструмент підтримки процесів взаємодії в географічному інформаційному середовищі

Розглянемо процес використання онтологічного підручника географії під час вивчення учнями теоретичних і практичних положень природних умов та ресурсів України (Тема 1. «Геологічна будова, тектонічні структури, рельєф, мінеральні ресурси») на основі вимог, визначених навчальною програмою для 8-го класу (учень називає і показує на карті басейни і родовища мінеральних ресурсів).

Онтологічний посібник є інтерактивною системою знань. Методики та процедури перетворення пасивної системи знань, поданої в різних книгах та інформаційних масивах, на активну онтологію, що забезпечує предметний супровід освітніх програм, описано у працях [15; 16]. Так, на рисунку 1 представлено фрагмент результатів формування класів концептів-об'єктів на базі встановлення відношень між ними «частина – ціле» у вигляді таблиці-основи таксономії (рис. 2), що візуалізується у вигляді графа, вершинами якого є поняття-концепти, що розкривають зміст міжнародної кристалохімічної класифікації мінералів. Граф відображає термінополе, що містить імена мінералів, які вивчають учні; а також таксономію, що визначає множинні бінарні відношення між концептами термінополя. Множинні бінарні відношення подано у вигляді відповідних стрілок – ребер графу, що визначають ієрархічні рівні таксономії, яка описує розділ онтологічного посібника. Спрямування стрілок вказує до якого підкласу і класу належить мінерал (рис. 1).

КЛАСИ МІНЕРАЛІВ						
	В	С	Д	Е	Ф	
1	КЛАСИФІКАЦІЯ ММА-КНМНК	КЛАСИ В КЛАСИФІКАЦІЇ ММА-КНМНК	01 Самородні елементи, інтерметалічні сполуки	02 Сульфіди і Сульфосоли	03 Галогеніди	04 Оксиди, Гідроксиди і Арсеніти
2	01 Самородні елементи, інтерметалічні сполуки	Представники класу 01 Самородні елементи, інтерметалічні сполуки	Самородний кобальт	Самородний нікель	Самородна мідь	Самородне золото
3	02 Сульфіди і Сульфосоли	Представники класу 02 Сульфіди і Сульфосоли	02.А — 02.Г Сульфіди, Селеніди, Телуриди	02.Н — 02.М Сульфосоли	<b>ПРЕДСТАВНИКИ КЛАСІВ МІНЕРАЛІВ</b>	
4	02.А — 02.Г Сульфіди, Селеніди, Телуриди	Представники підкласу 02.А — 02.Г Сульфіди, Селеніди, Телуриди	Галеніт	Сфалерит	Сфалерит (клеюфан)	Сфалерит (бурштин)
5	03 Галогеніди	Представники класу 03 Галогеніди	Віоміт	Кріоліт	Галіт	Сильвіт
6	04 Оксиди, Гідроксиди і Арсеніти	Представники класу 04 Оксиди, Гідроксиди і Арсеніти	Кварц	Гірський криштал	Аметист	Цитрин
7	05 Карбонати та Нітрати	Представники класу 05 Карбонати та Нітрати	05.А — 05.Е Карбонати	05.Н Нітрати		
8	05.А — 05.Е Карбонати	Представники підкласу 05.А — 05.Е	Кальцит	Ісландський шпат	Травертин	Вітерит
9	06 Борати	Представники класу 06 Борати	Гідроборазит			
10	07 Сульфати, Селенати, Хромати, Телурати, Молібдати і Вольфрамати	Представники класу 07 Сульфати, Селенати, Хромати, Телурати	07.А — 07.І Сульфати	07.Ф Хромати	07.Г Молібдати, Вольфрамати і Ніобати	

Рис. 1. Таблиця класів концептів-об'єктів термінополя

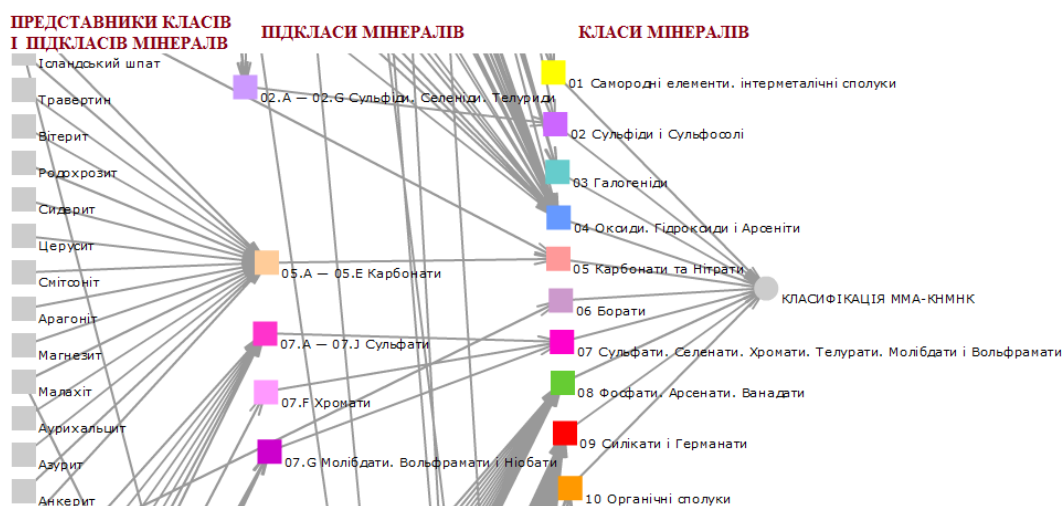


Рис. 2. Фрагмент таксономії класифікації мінералів

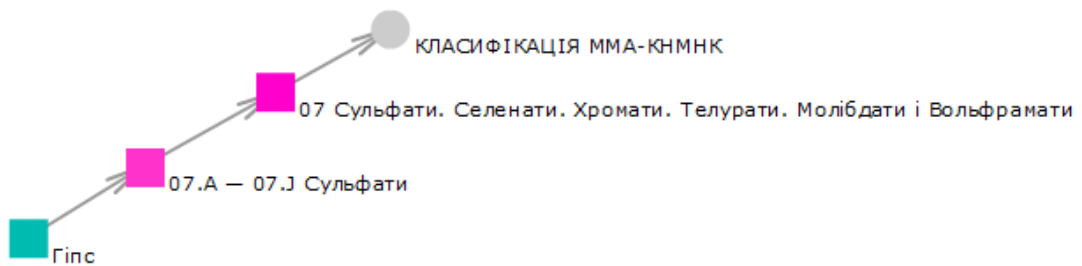


Рис. 3. Ребра графу, що об'єднують вершини і є зв'язками між концептами, підкласами та класами таксономії термінополя

Окрім кристалохімічної класифікації мінералів існують інші типи класифікацій. В онтологічному посібнику презентована класифікація мінералів за спільними ознаками, що містить такі класи як руди, коштовне каміння, монокристали та небезпечні мінерали. Оскільки один і той самий мінерал може належати до різних класів (наприклад, кіновар належить до класу сульфідів кристалохімічної класифікації та до класу руд і небезпечних мінералів класифікації за спільними ознаками, а топаз є силікатом за кристалохімічною класифікацією та коштовним камінням і монокристалом за класифікацією відповідно до спільних ознак), то граф містить перетини ребер у вигляді вершин, які позначають символом \$ та порядковим номером (рис. 4).

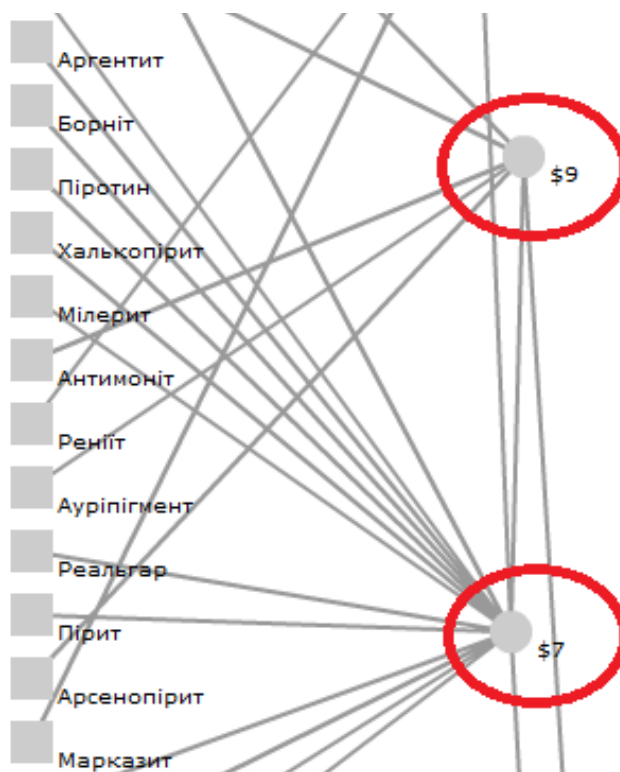


Рис. 4. Перетин підмножин класів концептів термінополя

Функціонал онтологічного посібника дає змогу дізнатися, які мінерали належать до невизначеного підкласу, позначеного символом \$ та порядковим номером. Наприклад, обираємо режим фільтрації «Сусідні вершини» з кроком фільтрації 1 (такий крок фільтрації означає, що сусідні до обраної вершини розташовані на відстані одного ребра), виділяємо лівою клавішею миші досліджувану вершину \$7 та натискаємо кнопку «Для виділеної вершини» (рис. 5).

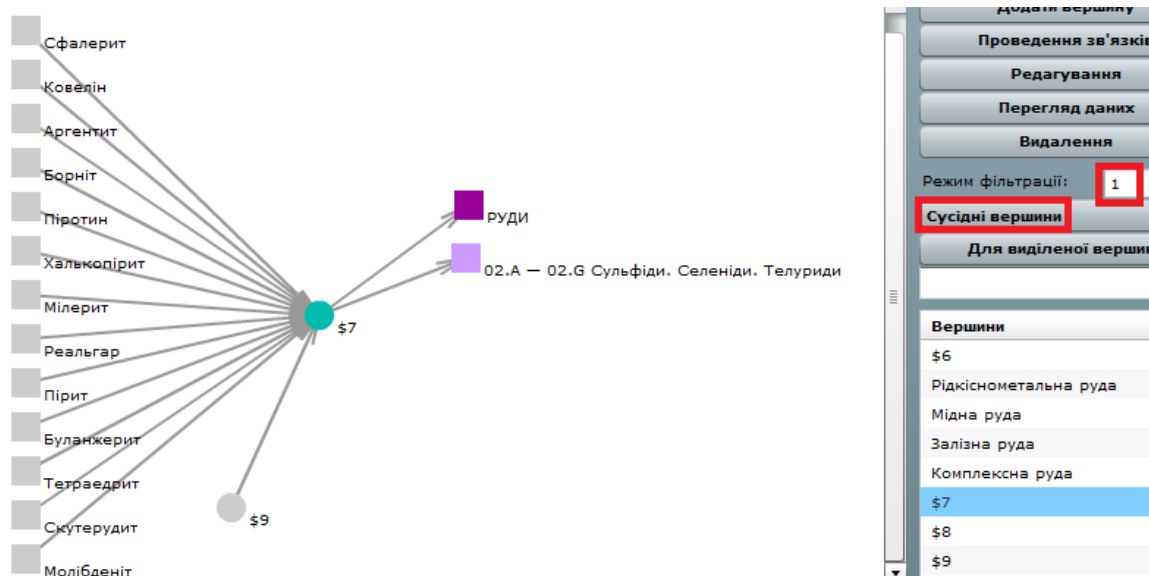


Рис. 5. Приклад визначення нового підкласу концептів

Нам відомо, що сульфіди сфалерит, ковелін, аргентит, борніт, піротин, халькопірит, мілерит, реальгар, пірит, буланжерит, тетраедрит, скутерудит та молібденіт є рудами. Для подальшого дослідження необхідно порівняти ознаки та властивості перелічених мінералів з точки зору їх приналежності як до класу сульфідів, так і до класу руд. Проміжна неозначена вершина, що представляє підклас концептів термінополя, може бути визначена як клас, наприклад, рудних сульфідів (або сульфідних руд).

Аналогічно можна визначити до якого класу належить мінерал і чи належить він до проміжного невизначеного підкласу. Обираємо режим фільтрації «Супермножина вершини» з кроком фільтрації, наприклад, 6 (оскільки в цій онтології немає сенсу обирати більше значення). Виділяємо лівою клавішею миші досліджувану вершину «Рубін» та натискаємо «Для виділеної вершини» (рис. 6).

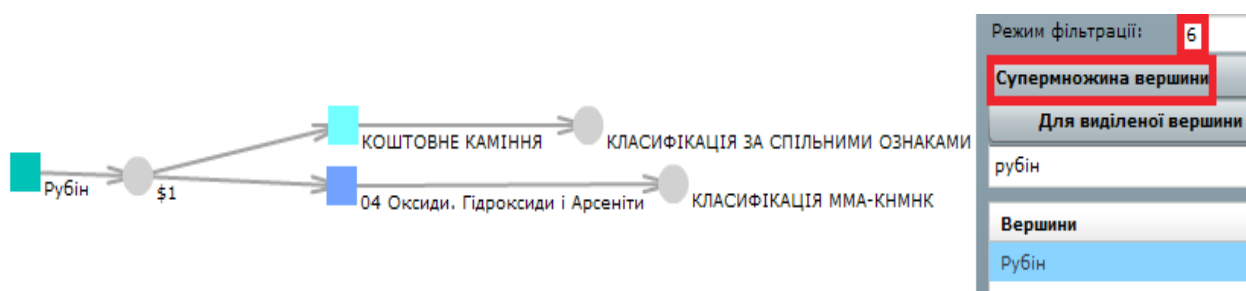


Рис. 6. Приналежність концепту класу таксономії термінополя

Таким чином, рубін належить до класу оксидів та коштовного каміння, отже, проміжний неозначений підклас можна визначити як «оксиди, що використовують в ювелірній промисловості».

Наведений інструментарій онтологічного посібника дає учням змогу ознайомитися з кристалохімічною та іншими класифікаціями мінералів, визначити приналежність мінералів до певних класів і дослідити можливі комбінації класів, до яких належать мінерали.

Оскільки родовища мінеральних ресурсів розміщені на Землі нерівномірно через особливості тектонічної будови земної кори, їх вивчення та дослідження потребує відображення на тематичній карті. Онтологічний посібник з географії надає учням можливість взаємодії з матеріалом, що вивчається у середовищі геоінформаційної системи.



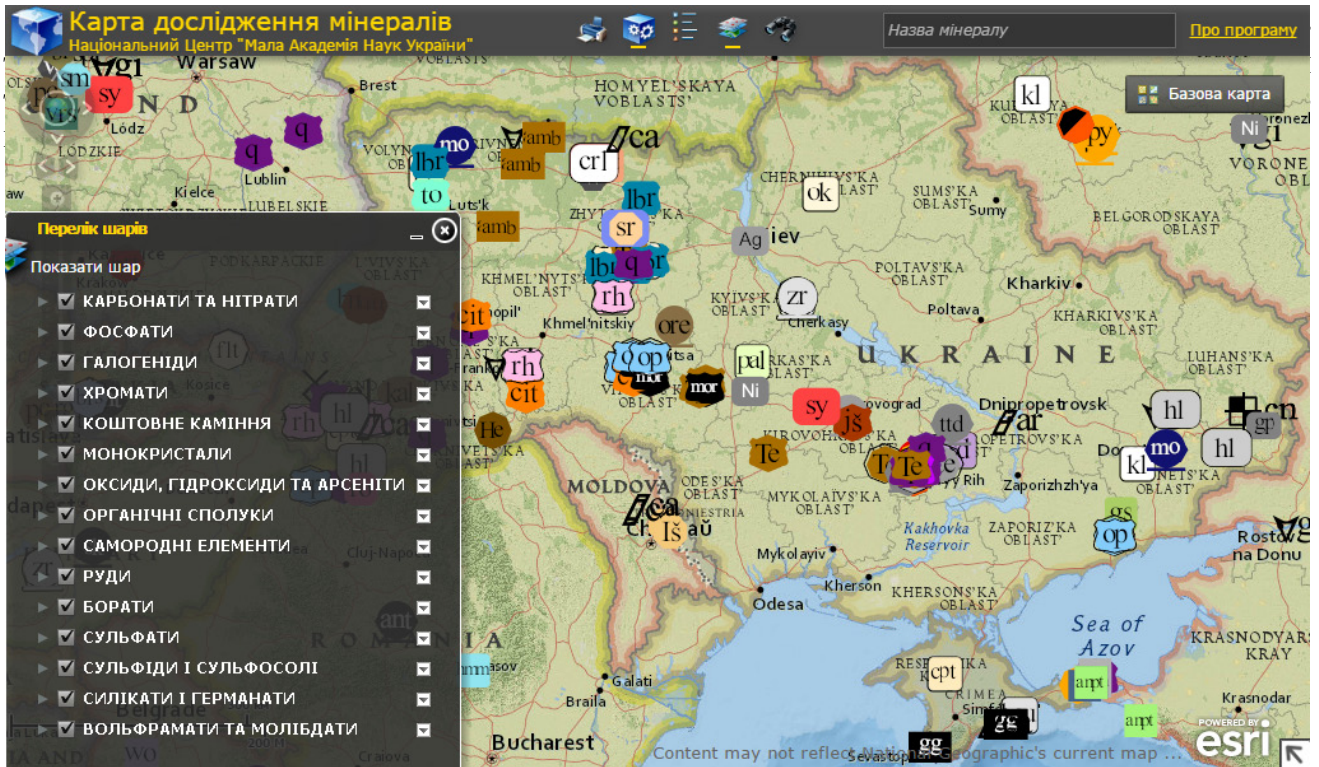


Рис. 7. Взаємодія з таксономіями онтологічного посібника в середовищі географічної інформаційної системи

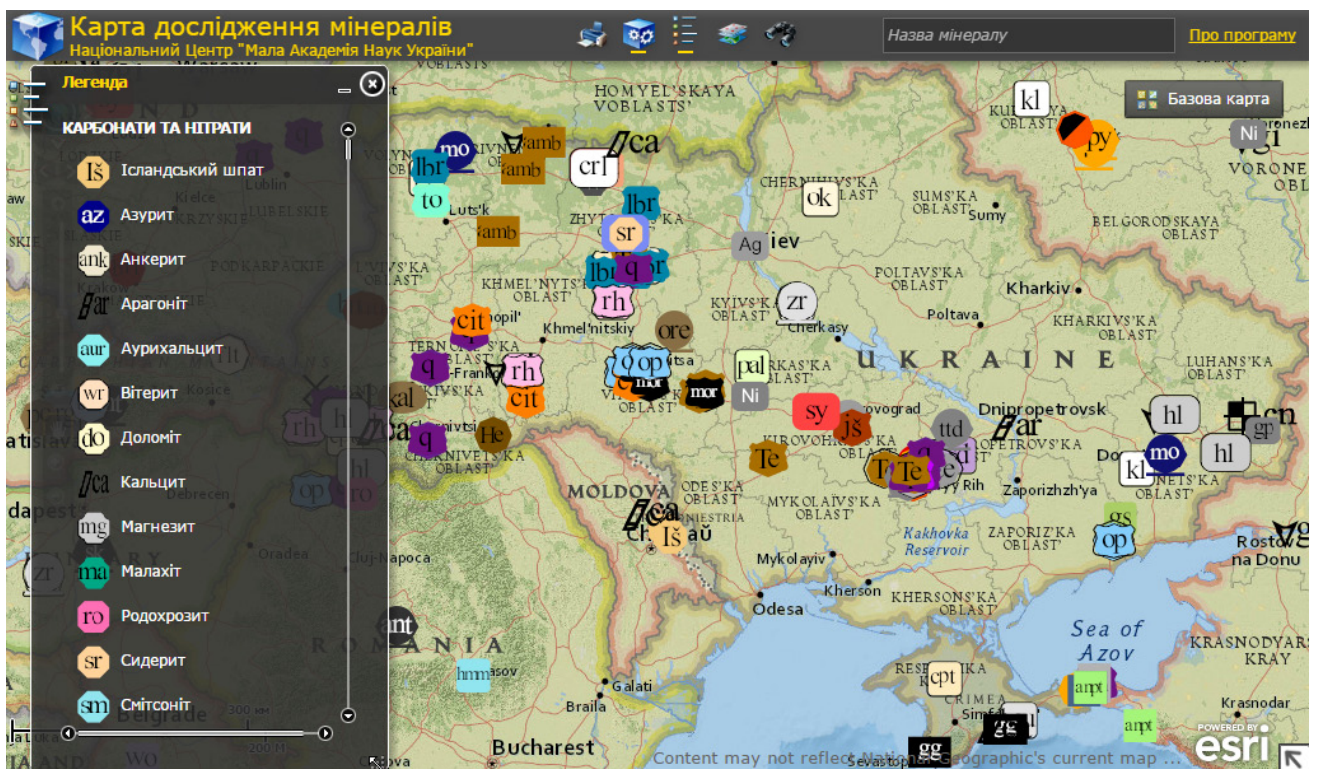


Рис. 8. Взаємодія з концептами онтологічного посібника в середовищі географічної інформаційної системи

Після вибору конкретного символу на карті відкривається вікно з описом мінералу, що містить назву класу класифікації, до якого той належить (якщо він належить до декількох



класів, їхні назви можна переглянути, натискаючи стрілку), його назву, додаткову інформацію, зображення, а також перейти до апікаційного відображення онтологічного посібника за допомогою напису «Галерея» (рис. 9).

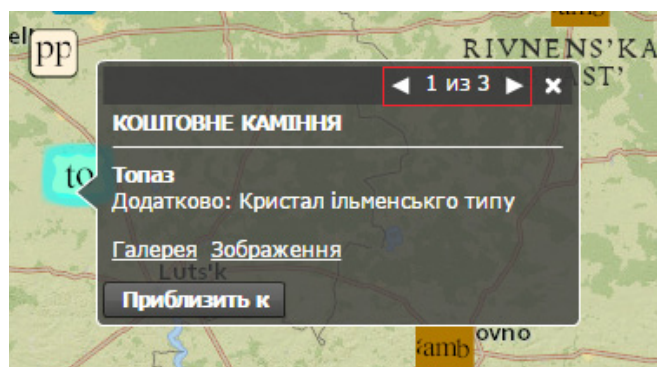


Рис. 9. Взаємодія з обраним концептом онтологічного посібника в середовищі географічної інформаційної системи

Завантажиться «сторінка» онтологічного посібника, що відображає зображення мінерала, стислий опис та посилання на зовнішні джерела (за наявності) (рис. 10).

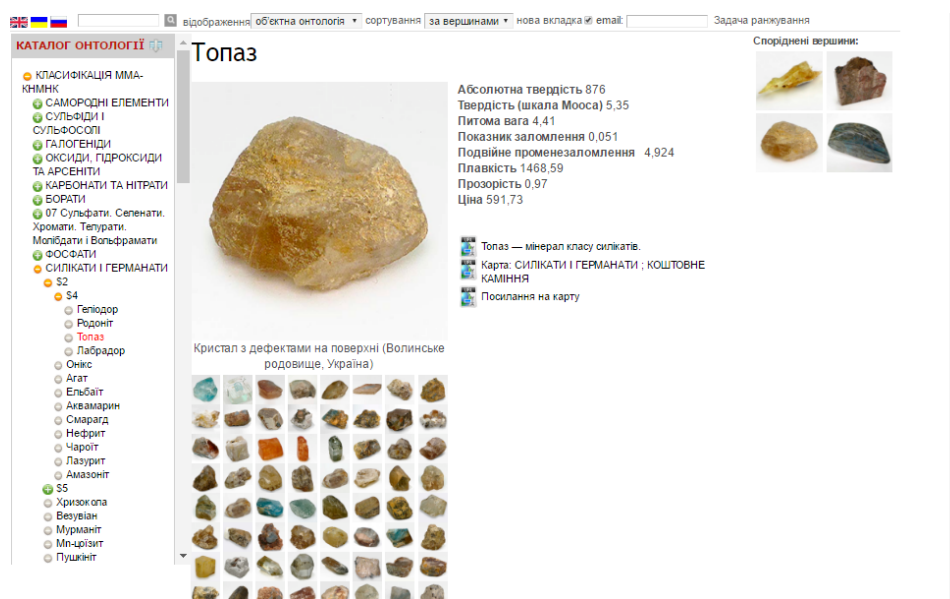


Рис. 10. Апікаційна форма взаємодії з концептом онтологічного посібника

Розділ «Каталог онтології» (лівий фрейм сторінки) відображає ієрархію концептів термінополя (таксономію), що описує класифікацію мінералів. Досліджуваний концепт відображено в класах таксономії, до яких він належить, червоним кольором.

Розділ «Споріднені вершини» (правий фрейм сторінки) містить концепти, пов'язані з обраним за певними властивостями (ознаками) (наприклад, мають той самий хімічний склад).

Розділ «Супермножина» відображає клас таксономії, до якого належить досліджуваний концепт.

Виділення тексту і натиснення на значок лупи запускає механізм пошуку додаткової інформації за виділеним пошуковим запитом в інформаційній базі за рахунок редукції («електронна бібліотека», «корпоративне середовище», «лінгвістичний корпус» тощо) (в ролі інформаційної бази зовнішнього пошуку постає пошукова система Google, внутрішнього – бібліотека онтологій НЦ «МАН України») (рис. 11).



## Топаз



Абсолютна твердість 876  
Твердість (шкала Мооса) 5,35  
Питома вага 4,41  
Показник заломлення 0,051  
Подвійне променезаломлення 4,924  
Плавкість 1468,59  
Прозорість 0,97  
Ціна 591,73

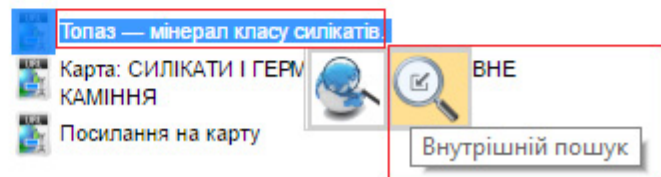


Рис. 11. Взаємодія з інформаційними ресурсами за процедурою внутрішнього пошуку, забезпеченої редуцією

Результати редуції (внутрішнього пошуку) відображено у вигляді комплексу концептів онтологій бібліотеки («сторінок» онтологічних посібників), де в імені або описі міститься пошуковий запит. Для перегляду об'єкта і більш поглибленого вивчення дисципліни необхідно натиснути на нього лівою кнопкою миші (рис. 12).



Рис. 12. Взаємодія з розподіленими інформаційними ресурсами, забезпечена таксономією онтологічного посібника з географії

Змінити спосіб відображення концептів термінополя онтологічного посібника можна за допомогою вибору варіанта зі списку в рядку «відображення» у верхній частині екрана.



Таким чином, отримуємо відображення концептів у вигляді таблиці з набором фільтрів у правій частині екрану, що дають змогу відібрати досліджувані об'єкти за заданим значенням критеріїв (рис. 13).

Змінити режим перегляду

**ФІЛЬТРУВАТИ** ✕

▼ АНАЛІЗ

Властивості об'єктів:

▼ Прозорість

0

0.01

0.03

0.04

0.05

0.06

0.07

0.08

0.11

0.12

0.14

0.15

0.16

0.17

**Дослідження мінералів**



№	НАЗВА	АБСОЛЮТНА ТВЕРДІСТЬ	ТВЕРДІСТЬ (ШКАЛА МООСА)	ПИТОМА ВАГА	ПОКАЗНИК ЗАЛОМЛЕННЯ	ПОДВІЙНЕ ПРОМЕНЕЗАЛОМЛЕННЯ	ПЛАВКІСТЬ	ПРОЗОРИСТЬ	ЦІНА	ARCGIS_LINK
1 0	Серпентиніт 	1432	7,78	3,24	0,051	4,088	1225,3	0,28	307,98	Карта: СИЛІКАТИ І ГЕРМАНАТИ
2 0	Воробійовіт 	1424	4,85	2,98	0,006	2,733	1807,31	0,86	208	Карта: СИЛІКАТИ І ГЕРМАНАТИ

Рис. 13. Вивчення властивостей концептів онтологічного посібника

Отже, рисунки 1–13 відображають стани взаємодії учнів з інструментами та відповідними інформаційними ресурсами онтологічного посібника, що описують певні поняття-концепти географічної теорії. В процесі взаємодії з онтологічним посібником формується ланцюг із концептів, що на основі редуктора зв'язуються між собою бінарними відношеннями.

Отже, інструменти формування онтологічного посібника з географії створюють навчально-інформаційне середовище вивчення положень теорії, що подана у базовому посібнику. Онтологія забезпечує динамічну агрегацію доступних джерел на засадах інтеграції таксономій, контексти концептів яких пов'язані між собою редуктором множинних бінарних відношень, що визначаються у процесі навчально-пізнавальної діяльності учнів. Тобто онтологія перетворює посібник з пасивної системи відображення знань на інтерактивну систему засвоєння та використання знань, розширюючи операціональний простір навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Таким чином, онтологічний підхід, завдяки системоутворювальним інструментам електронних освітніх ресурсів, забезпечує формування нової парадигми навчальних матеріалів, що, не порушуючи цілісності та повноти навчання предметній дисципліні, забезпечують динамічне представлення змісту за допомогою перевпорядкування послідовності відображення понять, які вивчаються, на відміну від друкованого підручника чи посібника. Функціональні властивості онтологічного посібника визначають множинним відношенням часткової впорядкованості, що мають властивість редукції, а це формує його операціональне середовище та набір навчальних завдань. Онтологічний посібник забезпечує аналіз і синтез інформаційних масивів, що використовують на основі застосування методу конверсії їх таксономій, а також допомагають визначити умови актуалізації конкретних концептів, їх класів та властивостей.

Отже, онтологічний посібник з географії, зберігаючи властивості паперових видань, має принципово нові якості – елементи взаємодії з мультимедіа та геоінформаційними системами, що забезпечують високий рівень наочності, ілюстративності та інтерактивності структурованого подання значно більших обсягів інформації і знань.

Плануємо імплементувати результати досліджень у навчально-дослідницьку діяльність учнівської молоді для реалізації проектів із застосуванням ГІС-орієнтованого прикладного програмного забезпечення, що сприятиме зміщенню акцентів із пасивних методів отримання знань, орієнтованих на прийом/передачу інформації, до ширшого застосування активних методів аналізу проблем та пошуку рішень, співпраці один з одним шляхом уніфікації розуміння предметної сфери.

**Використані літературні джерела**

1. Корбут О. Г. Електронний підручник як елемент освітнього середовища [Електронний ресурс] / О. Г. Корбут // Новітні освітні технології : наук.-практ. конф. – 2012. – Режим доступу: <http://confesp.fl.kpi.ua/ru/node/1087>. – Назва з екрана.
2. Пенкін Ю. М. Електронний підручник [Електронний ресурс] / Ю. М. Пенкін, В. А. Жук // Фармацевтична енциклопедія. – 2016. – Режим доступу: <http://www.pharmacencyclopedia.com.ua/article/2335/elektronnij-pidruchnik>. – Назва з екрана.
3. Стрижак О. Є. Трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів [текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / Стрижак Олександр Євгенійович ; Нац. акад. наук України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – Київ, 2014. – 47 с.
4. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения [текст] : пер. с англ. / Г. Буч. – М. : Конкорд, 1992. – 519 с.
5. Коршунова С. О. Роль тезаурусного моделирования в организации терминополья «ТЕХТ-ТЕКСТ» [Електронний ресурс] / С. О. Коршунова // Вестник Иркутского Государственного Лингвистического Университета. – 2009. – № 1. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/rol-tezaurnogo-modelirovaniya-v-organizatsii-terminopolyatext-tekst>. – Назва з екрана.
6. Котюрова М. П. Стилистика научной речи [текст] / М. П. Котюрова. – Академия, 2010. – 240 с.
7. Клини С. К. Введение в метаматематику [текст] / С. К. Клини. – М. : Иностранная литература, 1957. – 526 с.
8. Малишевский А. В. Качественные модели в теории сложных систем [текст] / А. В. Малишевский. – М. : Наука. Физматлит, 1998. – 528 с.
9. Гладун В. П. Процессы формирования новых знаний [текст] / В. П. Гладун. – София : Педагог 6, 1994. – 192 с.
10. Величко В. Ю. Автоматизированное создание тезауруса терминов предметной области для локальных поисковых систем [текст] / В. Величко, П. Волошин, С. Свитла // «Knowledge – Dialogue – Solution» International Book Series «INFORMATION SCIENCE & COMPUTING». – FOI ITHEA Sofia, Bulgaria. – 2009. – № 15. – P. 24–31.
11. Рубінштейн С. Л. Про мислення і шляхи його дослідження [текст] / С. Л. Рубінштейн. – М., 1958. – 142 с.
12. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность [текст] / А. Н. Леонтьев. – М. : Политиздат, 1975. – 304 с.
13. Guarino N. Formal Ontology and Information Systems / N. Guarino // Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. – Vol. 46. – Amsterdam : IOS Press, 1998. – 347 p.
14. Шаталкин А. И. Таксономия. Основания, принципы и правила [текст] / А. И. Шаталкин. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 600 с.
15. Попова М. А. Методика формування та використання комп'ютерних онтологій в галузі екологічної освіти [текст] : [монографія] / М. А. Попова. – Київ : СІПІПРІНТ, 2013. – 200 с.
16. Комп'ютерні онтології та їх використання у навчальному процесі. Теорія і практика [текст] : монографія / [С. О. Довгий, В. Ю. Величко, Л. С. Глоба та ін.]. – Київ : Інститут обдарованої дитини, 2013. – 310 с.
17. Стрижак О. Є. Онтологічний підручник – парадигма формування інтерактивної системи знань у навчальному процесі [текст] / О. Є. Стрижак // Комп'ютер у школі та сім'ї: наук.-метод. журн. – 2016. – № 7 (135). – С. 7–16.
18. Стрижак О. Є. Управління знаннями – головна парадигма сучасної освіти [текст] / О. Є. Стрижак // Комп'ютер у школі та сім'ї: наук.-метод. журн. – 2016. – № 5 (133). – С. 9–11.
19. Стрижак О. Є. Онтологічний підручник – системна складова трансферу знань [текст] / О. Є. Стрижак // Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи : зб. наук. праць. – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2016. – Вип. 2 (17). – С. 22–27.
20. Стрижак О. Є. Формування таксономій шарів карт в ГІС-середовищах на основі онтологій натуральних систем [текст] / О. Є. Стрижак, М. А. Попова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2013. – № 4 (63). – С. 6–54.
21. Попова М. А. Онтологія взаємодії в середовищі геоінформаційної системи [текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / М. А. Попова; НАН України, Ін-т телекомунікацій і глоб. інформ. простору. – Київ, 2014. – 20 с.



## Bibliography

1. *Korbut O. H.* Elektronnyi pidruchnyk yak element osvithnoho seredovyschcha [Elektronnyi resurs] / O. H. Korbut // Novitni osvithni tekhnolohii : nauk.-prakt. konf. – 2012. – Rezhym dostupu: <http://confesp.fl.kpi.ua/ru/node/1087>. – Nazva z ekrana.
2. *Pienkin Yu. M.* Elektronnyi pidruchnyk [Elektronnyi resurs] / Yu. M. Pienkin, V. A. Zhuk // Farmatsevychna entsyklopediia. – 2016. – Rezhym dostupu: <http://www.pharmacencyclopedia.com.ua/article/2335/elektronnij-pidruchnik>. – Nazva z ekrana.
3. *Stryzhak O. Ye.* Transdystyplinarna intehratsiia informatsiinykh resursiv [tekst] : avtoref. dys. ... d-ra tekhn. nauk : 05.13.06 / Stryzhak Oleksandr Yevheniiovych ; Nats. akad. nauk Ukrainy, In-t telekomunikatsii i hlobal. inform. prostoru. – Kyiv, 2014. – 47 s.
4. *Buch H.* Obektno-oryentyrovannoe proektyrovanye s prymeramy prymerenyya [tekst] : per. s anhl. / H. Buch. – M. : Konkord, 1992. – 519 s.
5. *Korshunova S. O.* Rol tezaurusnogo modelyrovanyia v orhanyzatsyyi termynopolia «TEXT-TEKST» [Elektronnyi resurs] / S. O. Korshunova // Vestnyk Yrkutskoho Hosudarstvennogo Lnhvystycheskoho Unyversyteta. – 2009. – № 1. – Rezhym dostupu: <http://cyberleninka.ru/article/n/rol-tezaurusnogo-modelirovaniya-v-organizatsii-terminopolyatext-tekst>. – Nazva z ekrana.
6. *Kotiurova M. P.* Stylystyka nauchnoi rechy [tekst] / M. P. Kotiurova. – Akademyia, 2010. – 240 s.
7. *Klyny S. K.* Vvedenye v metamatematyku [tekst] / S. K. Klyny. – M. : Ynostrannaia lyteratura, 1957. – 526 s.
8. *Malyshevskiy A. V.* Kachestvennye modeli v teoryi slozhnykh system [tekst] / A. V. Malyshevskiy. – M. : Nauka. Fyzmatlyt, 1998. – 528 s.
9. *Hladun V. P.* Protsessy formyrovanyia novykh znanyi [tekst] / V. P. Hladun. – Sofyia : Pedahoh 6, 1994. – 192 s.
10. *Velychko V. Yu.* Avtomatyzirovannoe sozdanye tezaurusna termynov predmetnoi oblasti dlia lokalnykh poyskovykh system [tekst] / V. Velychko, P. Voloshyn, S. Svytla // «Knowledge – Dialogue – Solution» International Book Series «INFORMATION SCIENCE & COMPUTING». – FOI ITHEA Sofia, Bulgaria. – 2009. – № 15. – R. 24–31.
11. *Rubinshtein S. L.* Pro myslennia i shliakhy yoho doslidzhennia [tekst] / S. L. Rubinshtein. – M., 1958. – 142 s.
12. *Leontev A. N.* Deiatelnost. Soznanye. Lychnost [tekst] / A. N. Leontev. – M. : Polytyzdat, 1975. – 304 s.
13. *Guarino N.* Formal Ontology and Information Systems / N. Guarino // Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. – Vol. 46. – Amsterdam : IOS Press, 1998. – 347 p.
14. *Shatalkyn A. Y.* Taksonomyia. Osnovanyia, pryntsyipy y pravyla [tekst] / A. Y. Shatalkyn. – M. : Tovaryshchestvo nauchnykh yzdanyi KMK, 2012. – 600 s.
15. *Popova M. A.* Metodyka formuvannia ta vykorystannia komp'yuternykh ontolohii v haluzi ekolohichnoi osvity [tekst] : [monohrafiia] / M. A. Popova. – Kyiv : SITIPRINT, 2013. – 200 s.
16. Komp'yuterni ontolohii ta yikh vykorystannia u navchalnomu protsesi. Teoriia i praktyka [tekst] : monohrafiia / [S. O. Dovhyi, V. Yu. Velichko, L. S. Hloba ta in.]. – Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny, 2013. – 310 s.
17. *Stryzhak O. Ye.* Ontolohichni pidruchnyk – paradyhma formuvannia interaktyvnoi systemy znan u navchalnomu protsesi [tekst] / O. Ye. Stryzhak // Komp'yuter u shkoli ta sim'yi: nauk.-metod. zhurn. – 2016. – № 7 (135). – S. 7–16.
18. *Stryzhak O. Ye.* Upravlinnia znanniamy – holovna paradyhma suchasnoi osvity [tekst] / O. Ye. Stryzhak // Komp'yuter u shkoli ta sim'yi: nauk.-metod. zhurn. – 2016. – № 5 (133). – S. 9–11.
19. *Stryzhak O. Ye.* Ontolohichni pidruchnyk – systemna skladova transferu znan [tekst] / O. Ye. Stryzhak // Pedahohichni innovatsii: idei, realii, perspektyvy : zb. nauk. prats. – Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy, 2016. – Vyp. 2 (17). – S. 22–27.
20. *Stryzhak O. Ye.* Formuvannia taksonomii shariv kart v HIS-seredovyschchakh na osnovi ontolohii naturalnykh system [tekst] / O. Ye. Stryzhak, M. A. Popova // Radioelektronni i komp'yuterni systemy. – 2013. – № 4 (63). – S. 6–54.
21. *Popova M. A.* Ontolohiia vzaiemodii v seredovyschchi heoinformatsiinoi systemy [tekst] : avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.13.06 / M. A. Popova; NAN Ukrainy, In-t telekomunikatsii i hlob. inform. prostoru. – Kyiv, 2014. – 20 c.