

сферу, а отже, і себе як невід'ємну частину біосфери на межі повної деградації. Швидке зростання чисельності населення на Землі, стрімке збільшення обсягів використання природних ресурсів ставлять перед людством нові завдання, які полягають в освоєнні космічного простору, пошуках життя на сусідніх планетах та їх освоєння в майбутньому. Шлях еволюції, який пройшла планета Земля від початку формування, тривалий процес зародження і розвитку життя, недостатня вивченість Всесвіту дають підставу припускати, що аналогічні фізико-хімічні процеси можуть відбуватися і на інших планетах. Постають запитання: "Чи можливе позаземне життя

у Всесвіті? Чи може бути повторений шлях еволюції, який пройшла Земля, на інших планетах?" Криза біосфери порушує питання необхідності використання науково-технічного потенціалу людства для пошуків виходу з цієї ситуації.

На основі знань, якими володіє людство сьогодні, одним із варіантів вирішення цієї проблеми є пошук планет, придатних для освоєння людиною. В основу наших прогнозів покладено модель формування життя на Землі від прокариотів до людини, тобто від простого до складного за період понад 3,8 млрд років.

### Література

1. *Еськов К.* История Земли и жизни на ней: от хаоса до человека. – М.: ИЦ ЭНАС, 2004. – 312 с.
2. *Розанов А.Ю.* История становления скелетных фаун // Соросовский образовательный журн. – 1996. – № 12. – С. 62–68.
3. *Wickramasinghe N.C., Wallis J., Wallis D.H et al.* Fossil diatoms in a new carbonaceous meteorite // *J. of Cosmology.* – 2013. – 21, N 37. – P. 9560–9571.
4. *Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин Н.И., Захарова Е.Т.* Биология. 11 класс. Профильный уровень. М.: Изд-во Дрофа, 2007. – 283 с.
5. *Розанов А.Ю., Федонкин М.А.* Проблема первичного биотопа эукариот. Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. – М.: Недра, 1994. – С. 25–32.
6. *Марков А.В.* Проблема происхождения эукариот. // Палеонтолог. журн. – 2005. – № 2. – С. 3–12.
7. *Penny A.M., Wood R., Curtis A., et al.* Ediacaran metazoan reefs from the Nama Group, Namibia. *Science* 27 June 2014 – 344, N 6191. – P. 1504–1506 Doi:10.1126/science.1253393.
8. *Заварзин Г.А., Жилина Т.Н.* Содовые озера – природная модель древней биосферы континента // *Природа.* – 2000. – № 2. – С. 45–55.
9. *Кутриянова Е.В., Пронина Н.А.* Карбоангидраза – фермент, преобразивший биосферу. // *Физиология растений.* – 2011. – 58, № 2. – С. 163–176.
10. *Рудько Г.І., Адаменко О.М.* Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі. – К.: Академпрес, 2009. – 512 с.
11. *Семенов Ю.* Происхождение человека в свете современных данных науки // *Вестн. АН СССР.* – 1987. – № 7. – С. 120–130.
12. *Реймерс Н.Ф.* Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология. – М.: Россия молодая, 1992. – 367 с.
13. *Стетин В.С.* Эпоха перемен и сценарии будущего, 1996: Сокращенный вариант статьи автора "Философская мысль на рубеже двух столетий", опубликованной в сб. "Философия в современном мире" // *Философия и жизнь.* Науч.-поп. сер. – 1990. – № 11.
14. *Тетиор А.Н.* Устойчивое развитие города. – М.: Комитет по телекоммуникациям и средствам массовой информации правительства Москвы, 1999. – 173 с.
15. *Краснощечков Г.П., Розенберг Г.С.* Экология "в законе" (теоретические конструкции современной экологии в цитатах и афоризмах). – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. – 248 с.

УДК 005.94 + 004.9 + 502.3

## ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНІСТЬ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Стрижак О. Є.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,  
Чоколівський б-р, 13, 03186, м. Київ.  
sae953@gmail.com

Розглядається проблематика інтегрованого використання розподіленої екологічної інформації. Описується методологія трансдисциплінарного відображення станів екологічних процесів. Визначаються властивості трансдисциплінарності. Описуються принципи інтеграції екологічних систем на основі використання таксономічних структур, що відображають ієрархічні стани їх взаємодії. Наводиться приклад формування трансдисциплінарної онтології лімнологічних систем. *Ключові слова:* онтологія, таксономія, трансдисциплінарність, лімносистема, множинна упорядкованість

**Трансдисциплінарність екологічних досліджень.** Рассматривается проблематика интегрированного использования распределенной экологической информации. Описывается методология трансдисциплинарного отображения состояний экологических процессов. Определяются свойства трансдисциплинарности. Описываются принципы интеграции экологических систем на основе использования таксономических структур, отражающих иерархические состояния их взаимодействия. Приводится пример формирования трансдисциплинарных онтологий лимнологических систем. *Ключевые слова:* онтология, таксономия, трансдисциплинарность, лимносистема, множественная упорядоченность

**Environmental Research Transdisciplinarity.** The article is focused on integrated distributed environmental information. A methodology of transdisciplinary display states of ecological processes. Determined by the properties of transdisciplinarity. The principles of integration of ecological systems through the use of taxonomic structures reflecting the hierarchical status of their interaction. An example of the formation of trans-disciplinary ontology limnological systems. *Keywords:* ontology, taxonomy, transdistsyplinary, limnosystem, multiple ordering

Екологічні процеси являють собою взаємодію складних систем в оточуючому природному середовищі з характерними властивостями, якими не володіє жодна з складових їх підсистем. Вони мають складну ієрархічну організацію, структура якої постійно змінюється за рахунок утворення новітніх зв'язків через хаотичний, невірніважний стан їх складових підсистем сусідніх рівнів [1,2]. Міждисциплінарний характер

взаємодії складових процесів має прояв у різноманітних властивостях, що характеризують їх предметну функціональність. При дослідженні екологічних процесів формується певний інтерпретаційний простір, який описується в рамках існуючих природознавчих теорій, що відображають певні предметні області. І це ускладнює їх інтегративне вивчення та дослідження, адже виникають технологічні проблеми, які пов'язані з

інтероперабельністю, смисловими конфліктами між інформаційними одиницями та використанням різних форматів надання даних.

Для інтегрованого використання одержаних результатів екологічних досліджень необхідне встановлення формального взаємозв'язку розуміння окремих дисциплін. Для цього треба сформулювати певні логічні мета-рамки, за допомогою яких стає можливим інтегроване використання екологічної інформації, яка може бути інтегрована на більш високому рівні абстракції, ніж це відбувається на рівні міждисциплінарної взаємодії екологічних систем.

Методологічно цю проблему інформаційної інтегрованості частково можна вирішити за допомогою категорії трансдисциплінарності [3,4], яка забезпечує можливість коректного інтерпретування одержаної політематичної екологічної інформації за рахунок множинної упорядкованості ієрархічних структур екологічних систем.

**Мета та основні завдання роботи** – Визначення трансдисциплінарного характеру екологічних досліджень на основі онтологічного опису властивостей тематичних інформаційних одиниць, що використовуються при відображенні їх результатів; демонстрація технології побудови трансдисциплінарного онтологічного середовища на основі формування таксономічних структур як термінологічних систем з відношенням множинної бінарної упорядкованості.

### 1. Ієрархічні структури екологічних систем

В основі методології трансдисциплінарності лежить категорія

множинної упорядкованості [4,5]. Це дозволяє створювати, при дослідженні певних природознавчих процесів так звану узагальнену «картину світу» [4], яка формується на основі ієрархій між системами, що складають досліджувані екологічні процеси. Найявність такої трансдисциплінарної картини світу дозволяє створювати інтерпретаційний простір об'єктів дослідження, формувати операційне поле дослідження та класифікувати екологічні процеси. Множинна упорядкованість, яка задається над об'єктами, дозволяє динамічно складати ієрархічні структури пов'язаних між собою екологічних систем. На основі такої упорядкованості можуть бути визначені певні методи дослідження екологічних об'єктів.

Фактично трансдисциплінарність забезпечує відображення одержаних в ході проведення досліджень інформаційних масивів у формі інтерпретування знань про екологічні системи. При цьому трансдисциплінарне відображення дозволяє виявити новітні властивості об'єктів екологічних систем, які не завжди можуть бути представлені в термінах тематик предметних теорій. Трансдисциплінарна онтологія [3, 4, 6] дозволяє відобразити екологічні процеси як єдину систему з узагальненою структурою і ієрархічними та функціональними властивостями.

Безпосереднє відображення результатів екологічних досліджень повинне відповідати умовам повноти. Категорія повноти при дослідженні екологічних процесів покликана відображати якомога більше факторів їх впливу один на навколишнє середовище. Перманентність цієї категорії очевидна. Технологічні форми

екологічних процесів постійно вдосконалюються і розвиваються, змінюються чинники їх впливу і природно збільшується обсяг інформації, що характеризує ці результати. Стає очевидним, що для забезпечення повного екологічного дослідження необхідно розробляти інструменти, які спроможні оперативно класифікувати одержану інформацію, визначати її підпорядкованість та певним чином інтерпретувати властивості процесів взаємодії об'єктів, які складають екологічні системи.

Одним із таких інструментів може бути трансдисциплінарна онтологія [3, 4, 6], яка у своїй інформаційній основі має механізм динамічного формування та використання ієрархій у вигляді певних таксономій [7]. Під таксономією, у контексті застосування трансдисциплінарної онтології, у процесі дослідження екологічних систем розглядатимемо певну множинну концептів онтології, над якими задано множинне гіпервідношення бінарної упорядкованості [5]. Множина гіпервідношень упорядкованості задається над концептами екологічної системи. В якості концептів виступають поняття-терміни, які визначають конкретні об'єкти предметних областей. Об'єднання концептів у вигляді певних непустих таксономічних структур на основі використання гіпервідношень упорядкованості можуть мати такі властивості:

- мати у своїй структурі частину самого себе, тобто бути *рефлексивним*;
- не бути частиною своїх частин, тобто бути *антисиметричним*;
- бути частиною цілого, тобто бути *транзитивним*.

Отже, на основі множинних гіпервідношень упорядкованості може бути утворено множинне бінарне відношення *частина-ціле*. Це відношення є одним з типів бінарних відношень. Безпосереднє відношення *частина-ціле* становить основу тематичної класифікації об'єктів екологічної системи. Однак, через існування об'єднання концептів у вигляді певних непустих таксономічних структур, які мають спільні не тільки тематичні властивості, воно може бути поширено до асоціативного на основі включення до множинних гіпервідношень упорядкованості.

Множинне бінарне відношення «частина-ціле» може бути розширено до множинного відношення «група об'єктів-об'єкт» і далі до «бути елементом класу» та / або «бути елементом категорії». Відмінність між поняттями «клас» і «категорія» полягає в повноті відображення предметної області. Поняття «категорія» досить повно відображає семантичні можливості предметної області, а поняття «клас» визначається просто відібраною множиною концептів із загальними семантичними властивостями. Тому поняття «таксономія» не є еквівалентом поняття «таксономічна категорія».

Розширене множинне відношення *частина-ціле* не є комутативним, але воно може бути проінтерпретоване як властивість *бути елементом певного класу*. Причому з цих концептів, якими воно утворено, також можливе утворення впорядкованої множини, елементи якої також мають бінарну некомутовативну властивість *бути елементом певної онтології*. На основі множинного відношення *частина-*

ціле можуть бути утворені такі таксономічні структури [8,9]:

- тип (phylum) – <ім'я складного концепту>;
- підтип (subphylum) – <ім'я складного концепту>;
- клас (classis) – <ім'я складного концепту>;
- підклас (subclassis) – <ім'я складного концепту>;
- ряд (у рослин – порядок) (ordo) – <ім'я складного концепту>;
- підряд (subordo) – <ім'я складного концепту>;
- родина (familia) – <ім'я складного концепту>;
- підродина (subfamilia) – <ім'я складного концепту>;
- рід (genus) – <ім'я складного концепту>;
- підрід (subgenus) – <ім'я складного концепту>;
- вид (species) – <ім'я складного концепту>;
- підвид (subspecies) – <ім'я складного концепту>;
- різновид (varietas) – <ім'я складного концепту>;
- форма (forma) – <ім'я складного концепту>.

Наведені таксономічні структури відображають певні категорії систем знань і агрегують множини об'єктів екологічних систем, які взаємодіють одна з одною. Описи цих таксономій як елементів систем екологічних знань можуть бути представлені у вигляді певних множин висловлювань. Самі висловлювання описуються у вигляді предикативних виразів і приймають значення *один* чи *нуль*.

Предикативне представлення відношення *частина–ціле* таксономічних структур має властивість

індуктивності. Тобто, можна сформулювати певне рекурсивне предикативне правило, яке повністю описує процес формування таксономічних структур. Це має свій вигляд за умови існування таксономії, яке дозволяє визначити ряд їх конструктивних властивостей як упорядкованих множинних бінарних структур. Така індуктивність накладає ряд умов на вхідно-вихідні стани екологічних систем, які описуються у вигляді онтологій на основі концептів, що формують таксономічну структуру. Оскільки вхідно-вихідні стани онтологічної системи екологічного процесу визначають стійкість формування їх таксономічних структур, то регулювати їх взаємодію на підсистемному рівні можна за дотримання ряду умов, які визначаються типом множинних відношень бінарної упорядкованості і забезпечують незалежність власне таксономій від послідовності контекстів об'єктів індуктивного вибору. В складних екологічних системах, які відображаються у вигляді онтологій, виділяють умови стійкості – *успадкування, незалежність від невиключених до таксономії концептів, узгодженість*.

Ці властивості таксономічних структур дозволяють певною мірою проінтерпретувати інтуїтивні міркування при виборі конкретних властивостей концептів, на підставі яких реалізується вибір переваг за їх включенням у таксономічну структуру екологічної системи. Так, умова *успадкування* забезпечує включення концептів, що мають еквівалентні властивості-критерії. Умова *незалежності* дозволяє задати набір аксіом для онтології, що виключають виникнення протиріч при виборі. Умова *узгодженості* забезпечує коректність розбиття множини

концептів предметної області екологічної системи на класи. При цьому згідно досліджень [5,11] забезпечується формування класу функцій, що визначають досить повно множинність бінарних відношень упорядкованості. Більше того, можна стверджувати, що умови стійкості: *успадкування, незалежність від невиключених до таксономії концептів* та *узгодженість* досить точно визначають саму систему формування таксономії.

## 2. Формування екологічних трансдисциплінарних онтологій

Формування множини трансдисциплінарних онтологій екологічних систем забезпечує більш об'єктивне оцінювання результатів їх моніторингу та створює умови інтегрування інформаційних масивів, що відображають стани екологічних процесів. Це забезпечить об'єктивне управління інформаційними потоками та інформаційними процесами, які безпосередньо забезпечують вирішення завдань моніторингу. Управління процесами обробки інформації реалізується на основі використання певних ієрархій, які відображають властивості інформаційних процесів, що складають операційне середовище трансдисциплінарної онтологічної системи. Від оптимального визначення та динаміки формування ієрархій взаємодії компонентів екологічних систем певним чином залежить ефективність її функціонування.

Розглянемо процес формування трансдисциплінарної онтології на прикладі дослідження екологічного стану взаємодії лімносистем [9, 12]. Лімносистема – це екосистема озера (ставка, водосховища, кар'єрної водой-

ми), яка характеризується збалансованістю біотичних та абіотичних чинників (компонентів) і гармонією їх на всіх стадіях свого розвитку. 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.

Трансдисциплінарне онтологічне, системне відображення наземно-водного утворення дає можливість цільового, цілісного 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. Як конструктивний напрям геоекології 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 тенденцій

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 реально – 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. Трансдисциплінарність забезпечує розгляд лімнологічної системи як єдиної, цілісної картини відображення її станів.

У загальному випадку трансдисциплінарна онтологія лімносистем повинна включати структуровану і класифіковану інформацію, яка відображає наступне:

- 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 лімносис-

темах, 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, органіко-мінеральних, зокрема сапропелевих, рекреаційних тощо) для сучасних потреб економіки; одержання еколого-лімнологічних оцінювальних характеристик водойм; встановлення закономірностей та особливостей просторово-часових змін сучасних станів головних лімнологічних показників водойм регіону (як індикаторів стану, спрямованості розвитку і функціонування ландшафтних лімноконплексів) 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 [9, 12].

Трансдисциплінарність екологічного дослідження лімносистем забезпечує єдність інтерпретування одержаної інформації при проведенні різноматематичних досліджень. Об'єктивність оцінки якості води ведеться на основі певної 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, зумовлені місцевими природними умовами, а також особливостями ан-

тропогенного впливу на водний об'єкт). Ці об'єкти можуть утворювати системи істинних висловлювань і тверджень, тому на їх основі можуть бути сформульовані таксономічні структури.

Так, спираючись на Наказ Міністерства екології та природних

ресурсів України № 99 від 18.03.2013 «Про затвердження Порядку розроблення паспорта водного об'єкта» формується таксономічна структура лімнологічної підсистеми, яка певним чином відображає екологічний паспорт озера (Рис.1).

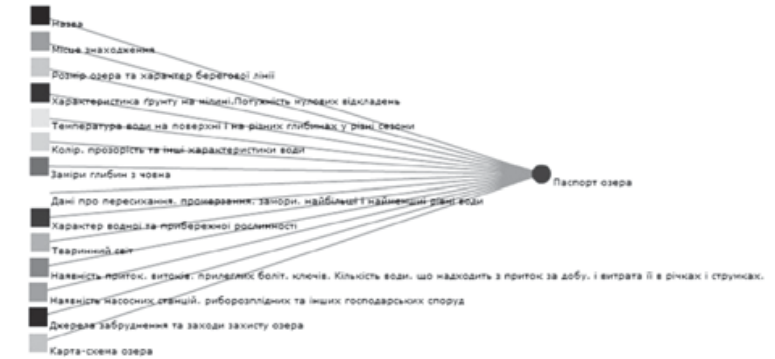
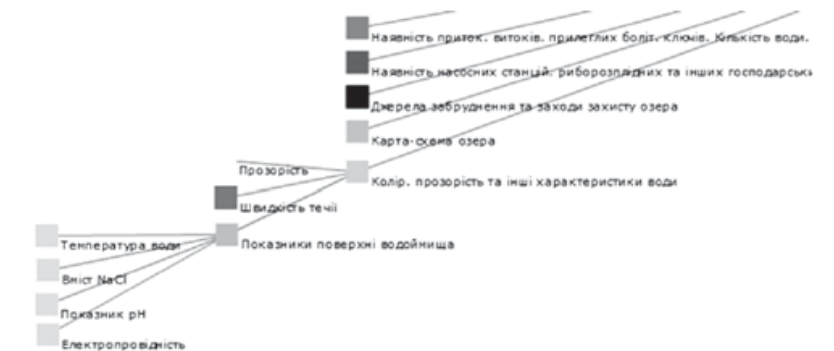


Рис. 1. Таксономічна структура лімнологічної підсистеми онтології паспорту озера



Відповідно до умов стійкості таксономічних структур екологічної системи (успадкування, незалежності від не включених до таксономії концептів та узгодженості) можна розширити множину об'єктів онтології нашої лімносистеми і отримати наступну таксономічну структуру її онтологічного паспорту (Рис. 2).

Рис. 2. Таксономія онтологічного паспорту озера

При цьому може бути забезпечено одночасне наповнення онтології об'єктивно існуючої інформацією щодо

стану кожного об'єкта лімнологічної екосистеми. Відповідна інформація заноситься до комірки стовпчика В



таблиці інформаційного наповнення онтології у вигляді гіперпосилання (Рис. 3). Причому, гіперпосилання може бути

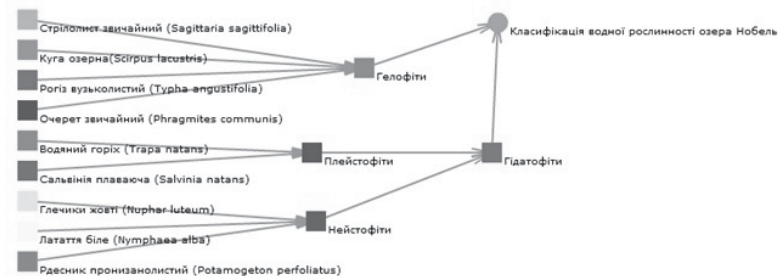
на будь-які зовнішні джерела, які містять текстові, фото-, відео-, мультимедіа матеріали тощо.

№	Імена вершин структури онтології	Текстова інформація або назва гіперпосилання	Гіперпосилання та системні дії	
1	A	B	C	D
1	noefedata			
2	Паспорт озера	Порядок розроблення паспорту водного об'єкту спрямовано на встановлення технічних параметрів водних	text	text
3	Паспорт озера	Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 99 від 18.03.2015 Про затвердження Порядку	href	href
4	Паспорт озера	Великий кодекс України	http://zakoni	href
5	Паспорт озера	Закон про аквакультуру	http://zakoni	href
6	Паспорт озера	лого	http://edino	href
7	НОБЕЛЬ	НОБЕЛЬ	http://2.bp	href
8	Назва	Дуже давно, коли ще людей було мало, послав Бог ангела на Полісся. Завдав мороз 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://edino	href
11	Місце знаходження	Заручинський район, Рівненська область на кордоні з Білоруссю: 51°52'00" пн. ш. 25°45'42" сх. д. в районі	text	text
12	Місце знаходження	Озеро знаходиться на шляху Північ – Південь до Чорного моря та далі до Середземного моря – так званої	http://www	href
13	Місце знаходження	Місце знаходження (за даними Google Map)	http://edino	href
14	Розмір озера та характер	За даними Вікіпедії довжина оз. Нобель становить 3,2 км, ширина — до 2,5 км, площа — 4,90 км². Розмір	http://uk.wi	href
15	Розмір озера та характер	За результатами обробки космонавіки станом на 2008р. оз. Нобель має площу водного дзеркала 5,07 км²	text	text

Рис. 3. Фрагмент таблиці інформаційного наповнення онтології паспорту озера

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 новітньою інформацією.

Трансдисциплінарний підхід дозволяє постійно розширювати інформаційний простір відображення станів лімнологічної екосистеми та її взаємодії з іншими екосистемами. Як було відмічено, умови стійкості таксономічних структур екологічної системи дозволяють інкапсулювати до її середовища таксономічні структури інших об'єктів (Рис. 4).



Конструктивним тут є той факт, що розширити інформаційний простір відображення екосистеми може будь-який дослідник, який опрацює інформацію щодо її складу та взаємодії її складових підсистем.

Рис. 4. Таксономія онтології «Класифікація водної рослинності озера Нобель»

За рахунок властивості асоціативності кожен концепт наведених таксономій може бути змістовно визначений і певним чином проінтерпретований. Проекцію

відображення групи об'єктів трансдисциплінарної онтології лімнологічної екосистеми наведено на рис. 5-7.

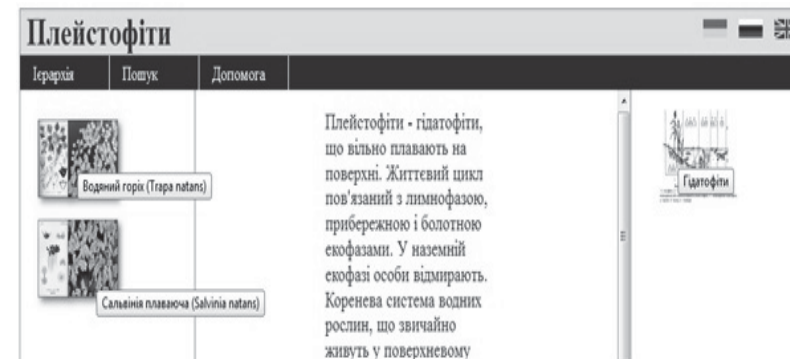


Рис. 5. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Класифікація водної рослинності озера Нобель». Клас «Плейстофіти»

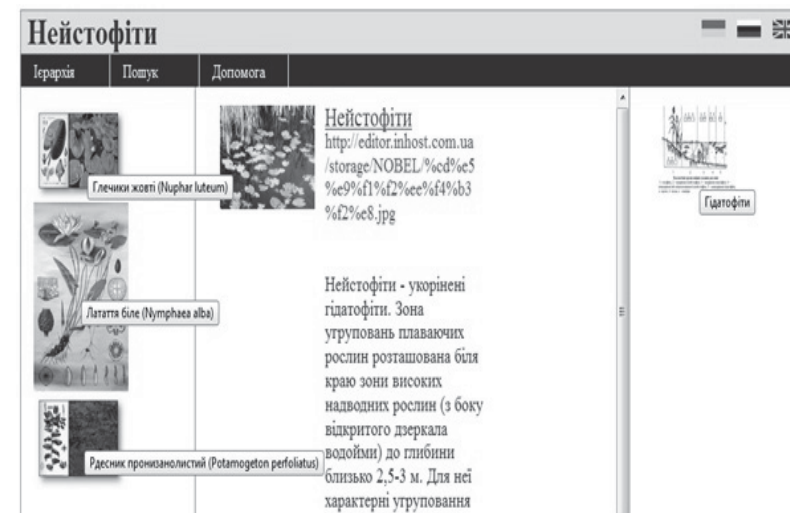


Рис. 6. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Класифікація водної рослинності озера Нобель». Підклас «Нейстофіти»

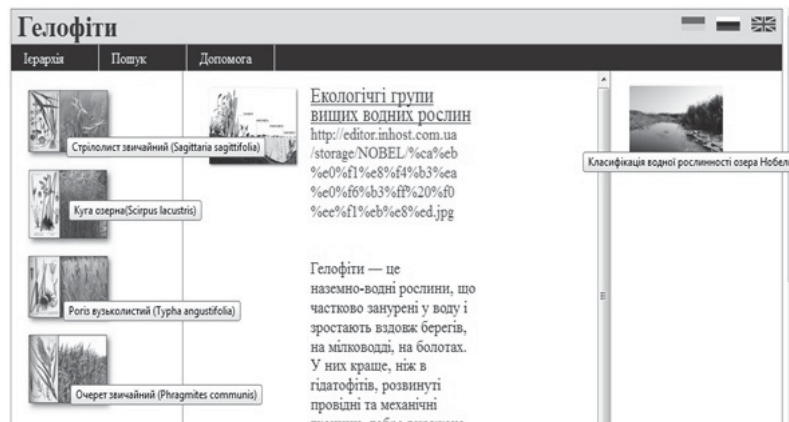


Рис. 7. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Класифікація водної рослинності озера Нобель». Підклас «Гелофіти»

Наведені таксономічні структури також можуть бути розширені за рахунок використання відношень асоціативності та умов їх стійкості, як множинних відношень упорядкованості. Розширимо нашу онтологічну систему таксономією тваринний світ (Рис. 8).

Трансдисциплінарний онтологічний підхід дозволяє перетворювати інформаційну базу результатів дослідження складної, лімнологічної екологічної системи озера Нобель на динамічне інформаційне середовище, яке перманентно поповнюється новітніми таксономічними структурами. Ці таксономічні структури як термінологічні множини з множинним бінарним гіпервідношенням упорядкованості між ними забезпечують розширення інформаційного відображення як ієрархії станів окремих екосистем, так і ієрархії станів взаємодії між ними.

Фактично таксономічні структури трансдисциплінарної онтології еко-

стем є інформаційною платформою онтологічного інтерфесу [9], який забезпечує взаємодію між ними та дослідниками екологічних процесів. Тобто кожен розділ онтологічного екологічного паспорту може бути гармонійно уточнений, розширений, доповнений і синхронізований зі змістом інших розділів. Завдяки візуальному відображенню таксономічної структури у вигляді онтографу [6, 9] стають зрозумілими взаємозв'язки між елементами як в середині кожної екосистеми, так і між окремими підсистемами. Безпосередньо таксономічна структура за рахунок інтерпретування її функціональності у вигляді онтологічного інтерфесу дозволяє поширити новітню інформацію щодо стану екосистем у формі активного відображення певних екологічних тематичних знань. Ці знання можуть бути доступні широкому колу користувачів.

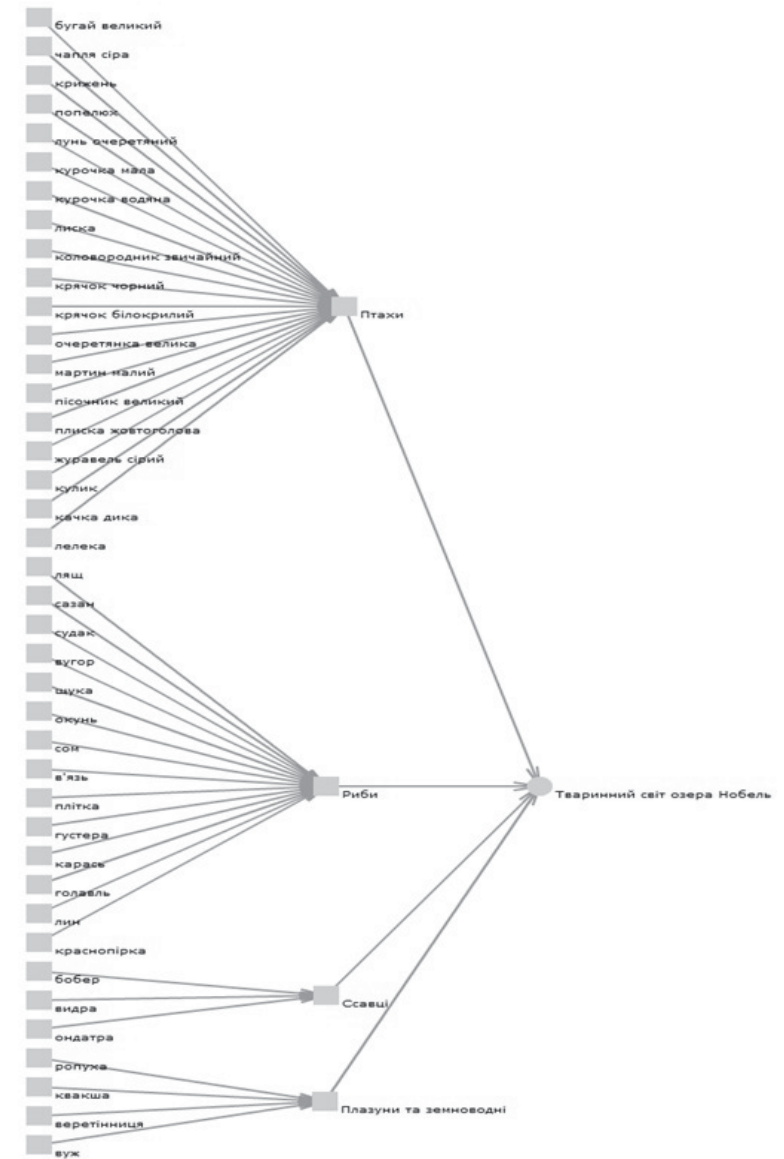


Рис. 8. Таксономія онтології «Тваринний світ озера Нобель» на основі таблиці структури онтології

Приклад відображення стану екосистеми щодо певних видів тварин, які її складають (рис. 9).

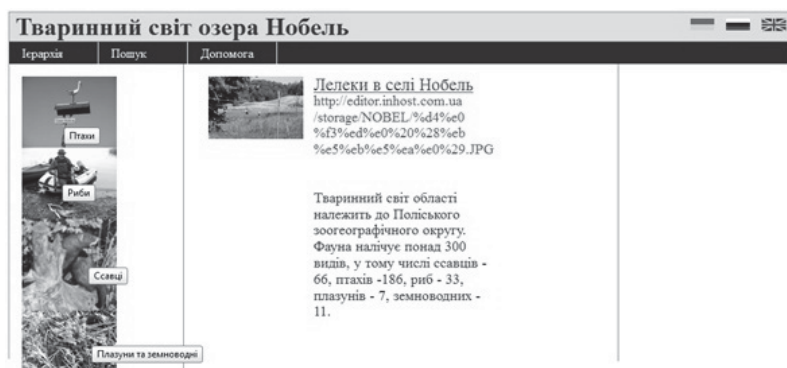


Рис. 9. Інтерфейс комп'ютерної онтології «Тваринний світ озера Нобель»

Як бачимо з наведених міркувань та прикладів таксономічних структур, множинні гіпервідношення *упорядкованості* та їх властивості *стійкості* забезпечують інкапсулювання будь-якої непустиї таксономічної структури за умові, що хоча б один об'єкт екосистеми мав спільні властивості з іншими об'єктами. Це дозволяє формувати єдину картину онтологічного опису екологічних процесів та систем. Більш того, можна стверджувати, що трансдисциплінарна онтологія екосистеми визначає детерміноване упорядкування хаотичності у взаємодії екологічних об'єктів як синергетичної системи [12]. Тобто, будь-яка екологічна система може бути представлена у вигляді взаємодії організованих макро- та мікросистем, які характеризуються нерівноважністю – станом, далеким від абсолютної стабільності та незмінності, відкритістю – здатністю обмінюватися з довкіллям речовиною,

енергією та інформацією, нелінійністю – розвитком системи під впливом багатьох факторів. І ця хаотичність може бути визначена станами множинної упорядкованості взаємодії між цими мікро- та макро-системами.

**Висновки.** Існуюча на сьогодні проблема інтегрованого використання розподіленої екологічної інформації являє собою комплекс складних технологічних задач. Об'єднання засобів вирішення задач щодо забезпечення інтеграції екологічних систем потребує узгодження та синхронізації відповідних форматів інформаційних масивів, які відображають їх стани. Таке узгодження можливе при врахуванні множинної упорядкованості станів взаємодії екологічних систем.

Тому використання методології трансдисциплінарного відображення станів взаємодії екологічних процесів спроможна забезпечити роз'язування проблем інтегрованого використання

розподіленої екологічної інформації. Одним із головних інструментів трансдисциплінарного відображення інформації, яка характеризує стани взаємодії екологічних систем, є таксономічні категорії, які за рахунок множинних гіпервідношень упорядкованості між об'єктами та процесами

екологічних систем забезпечують їх часткову семантичну інтеграцію. Таксономії володіють властивостями стійкості щодо їх семантичного поширення і тому спроможні забезпечити коректну трансдисциплінарну інтерпретацію екологічних процесів.

## Література

1. Хакен, Г. Информационная и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам / Г. Хакен. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
2. Лоскутов, А. Ю. Основы теории сложных систем / А. Ю. Лоскутов, А. С. Михайлов. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и стохастическая динамика», 2007. – 612 с.
3. Князева, Е. Н. Трансдисциплинарные стратегии исследований / Е. Н. Князева // Вестник ТГПУ, 2011. – №10. – с. 193-201.
4. Мокий, М. С. Трансдисциплинарная методология в экономических исследованиях: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра эконом. наук: спец. 08.00.01 «Экономическая теория» / М. С. Мокий; Российская экономическая академия им. Г. В. Плеханова. – М., 2010 – 50 с.
5. Малишевский, А. В. Качественные модели в теории сложных систем / А. В. Малишевский. – М.: Наука. Физматлит, 1998. – 528 с.
6. Палагин, А. В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний / А. В. Палагин, С. Л. Крывий, Н. Г. Петренко. – Луганск: Изд-во ВГУ им. В. Даля, 2012. – 323 с.
7. Шаталкин, А. И. Таксономия. Основания, принципы и правила / А. И. Шаталкин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 600 с.
8. Фолта, Я. История естествознания в датах: хронологический обзор / Я. Фолта, Л. Новы // Jaroslav Folta, Luboš Nový. Dejiny prírodných vied v dátach. Chronologický prehľad. - Bratislava, Smena, 1981 / Пер. со словац. З. Е. Гельмана; Предисл. и общ. ред. А. Н. Шамина. — М.: Прогресс, 1987. — 496 с.
9. Попова М. А. Методика формування та використання комп'ютерних онтологій в галузі екологічної освіти / М. А. Попова. – К.: «СІТІПІНТ», 2013. – 200 с.
10. Справочная книга по математической логике. В 4-х частях / под ред. Дж. Барвайса. – Ч. III. Теория рекурсии: Пер. с англ. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 360 с.
11. Миркин, Б. Г. Проблема группового выбора / Б. Г. Миркин. – М.: Наука, 1974. – 256 с.
12. Лы́н Л. В. Лімнокомплекс Українського Полісся. У 2 т. Т. 1: Природничо-географічні основи дослідження та регіональні закономірності; за ред. В. М. Пашенка / Л. В. Лы́н. – Луцьк: Ред.-вид. відд. «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 316 с.
13. Князева, Е. Н. Основания синергетики // Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. – СПб.: Алтейя, 2002. — 414 с.