

УДК 005.94 + 004.9

© О.Є. Стрижак<sup>1</sup>, канд. техн. наук;  
В.В. Горборуков<sup>2</sup>, аспірант;  
О.В. Франчук<sup>2</sup>, канд. техн. наук;  
М.А. Попова<sup>1</sup>, мол. наук. співробітник

<sup>1</sup>Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ;

<sup>2</sup>Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ

## **ОНТОЛОГІЯ ЗАДАЧІ ВИБОРУ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ АНАЛІЗІ ЛІМНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

*У статті розглядаються проблеми інформаційно-аналітичного дослідження лімнологічних систем на основі використання онтології задачі вибору та підтримки на її основі прийняття рішень щодо оптимального розвитку екосистем. Описана методика формування онтології та створення на її основі бази даних за результатами досліджень якості води.*

**Ключові слова:** онтологія, задача вибору, таксономія, лімнологічна система.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Стратегічною метою проведення досліджень лімнологічних систем України є прийняття відповідних рішень щодо оптимального використання, охорони та збереження природно-ресурсного потенціалу лімнокорекцій [1] регіону, розробки довгострокових планів ефективного його використання, обґрунтування стратегії та плану дій щодо захисту унікальних лімносистем, зокрема для збереження ландшафтного та біотичного різноманіття водойм. Як еталонний полігон моніторингу лімносистем для заозерених територій Східноєвропейської рівнини розглядатимемо Українське Полісся, яке ще залишається найкраще збереженим серед рівнинних ландшафтів Європи. Екосередовищу Українського Полісся приділяється значна увага і науковців, і громадськості. Природний комплекс регіону має особливе екосередовищне значення для України та Європи загалом. Дослідження водойм регіону є складовими реалізації Національної стратегії охорони природи та Водного кодексу України, її міжнародної природоохоронної політики [2, 3].

Отримані в процесі досліджень матеріали мають екосередовищну, економічну і соціальну ефективність на національному й міжнародному рівнях та необхідні для вирішення господарських проблем природокористування, обліку, планування, прогнозування, регулювання, оцінювання станів лімносистем та екстраполяції їх у просторі й часі. Достовірні дослідження забезпечують з'ясування природної та антропогенної складової в ході сучасного розвитку лімнопроцесів, здійснення міжрегіональних кореляцій та порівняльно-лімнологічних оцінювань, розробки положень національного законодавства з урахуванням лімнологі-

екологічних знань та для відомчого вдосконалення системи регулювання й управління. Все це дозволить забезпечити своєчасне прийняття відповідних рішень у процесі моніторингу за станом ліснокомплексів при оцінюванні ефективності, раціонального використання, реабілітації, заповідання та охорони.

**Мета та основні завдання.** Одним з ефективних підходів накопичення отриманої за результатами моніторингу ліносистем інформації є формування її у вигляді певної сукупності знань [4]. Для цього отримані різними спеціалістами в різний час результати досліджень треба агрегувати в онтологію [4, 5] лінологічних систем України, яка є своєрідним тематичним банком знань, що дає змогу зберігати, редагувати, аналізувати і постійно поновлювати дані досліджень, та може бути основою для автоматизованої інформаційно-аналітичної системи [6] фахівців державних, виробничих, природокористувальницьких і природоохоронних установ для оцінювання природно-ресурсного потенціалу регіону.

**Об'єкти і методи.** Формування онтології лінологічних систем України дозволить більш об'єктивно оцінювати результати моніторингу та створює умови щодо використання широкого спектру інформаційно-аналітичних систем (ІАС) [6, 7]. Використання ІАС забезпечить, у свою чергу, управління інформаційними потоками та інформаційними процесами, які безпосередньо забезпечують вирішення завдань моніторингу. Управління процесами обробки інформації у середовищі ІАС реалізується на основі використання певних ієрархій, які відображають властивості інформаційних процесів, що складають операційне середовище системи. Від оптимального визначення та динаміки формування ієрархій взаємодії компонентів операційного середовища ІАС певним чином залежить ефективність її використання. Тому дуже важливо мати певні інструменти, за допомогою яких можна досить ефективно спроектувати та реалізувати механізми управління ієрархією, яка відображає взаємодію усіх компонентів ІАС.

Одним з таких інструментів може бути онтологічна модель [4, 5, 7], яка у своїй інформаційній основі має механізм динамічного формування та використання ієрархій у вигляді певних таксономій [8]. Онтологія деякого операційного середовища в загальному випадку формально представляється впорядкованою трійкою:

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

де  $\mathbf{X}, \mathbf{R}, \mathbf{F}$  – кінцеві множини відповідно:

$\mathbf{X}$  – концептів (понять, термінів) предметної області (ПрО), на основі яких формується предметна складова операційного середовища ІАС;

$\mathbf{R}$  – відношень та властивостей між ними (будемо вважати, що властивості є інтерпретацією відношень, тобто існує перетворення, яке кожному відношенню встановлює відповідність певної властивості);

$\mathbf{F}$  – функцій інтерпретації (визначень)  $\mathbf{X}$  та/або  $\mathbf{R}$ , які складають функціональну частину операційного середовища ІАС.

Тоді певна таксономія може бути створена певною непустою множиною відношень упорядкованості  $R_t$ , де  $R_t \subset R$ .  $| R_t \neq \emptyset$

$$R_t = \{t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_n \mid t_i = \prod_1^n x_k * x_m \mid x \in X, k \neq m, k \leq n, m \leq n\} \quad (2)$$

Причому множина  $\prod_1^n x_k * x_m$  має властивість асоціативності [8].

Тоді під таксономією у контексті застосування множин онтологій у процесі створення ІАС можна розглядати певну множину концептів онтології, які завжди мають бінарне не комутативне відношення, яке можливо інтерпретувати як властивість **бути елементом певного класу**. Причому з цих онтологій також можливе утворення упорядкованої множини, елементи якої також мають бінарну не комутативну властивість **бути елементом певної онтології**.

У формалізованому вигляді це буде виглядати наступним чином:

$$\begin{aligned} & (\exists(x_i \times x_j = t_k) \mid \forall x_{1..n} \in X \rightarrow \exists t_{1..m} \in R_t) \Rightarrow \\ \Rightarrow & (\exists O_l \subset \prod_1^k O_l \mid O_i \times O_j = t_k) \end{aligned} \quad (3)$$

Це твердження можливо представити у наступній інтерпретації – множини тавтологій і тверджень створюють певні категорії [4, 5] з властивостей концептів, які створюють ці тавтології і твердження. Онтології, які створюються цими концептами та властивостями, також створюють певну категорію.

До категорій, які забезпечують формування певних систем знань і агрегують множини об'єктів розподілених інформаційних ресурсів, ми будемо відносити наступні:

- 1 множини висловлювань;
- 2 множини класів;
- 3 множини векторних просторів;
- 4 множини бінарних відношень (декартових добутків);
- 5 множини таксономій як множини топологій.

Найбільш цікавою з точки зору застосування ІАС є множина таксономій, яка будується на основі об'єктів, що є також елементами множин висловлювань та класів. За результатами виконання завдань моніторингу лімнологічних систем на основі визначення категорій висловлювань, класів та таксономій можливе створення множини певних альтернатив, що є технологічною основою застосування онтології задач вибору з метою забезпечення прийняття найбільш ефективних рішень.

Серед задач теорії прийняття рішень, що особливо часто виникають на практиці, актуальними є задачі вибору (ранжування) альтернатив [9]. Математично такі задачі описуються набором альтернатив  $x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}$ , для кожної з яких задаються значення  $m$  певних показників (критеріїв). Розв'язком такої задачі вважається альтернатива, яка має найкращі (за сукупністю) значення критеріїв, які на практиці, як правило, відрізняються різною важливістю (ваговими коефіцієнтами). Причому множини вказаних альтернатив безпосередньо

створюються з множин таксономій, які були сформовані на основі елементів множин висловлювань за тематикою проблеми прийняття відповідного рішення.

У загальному випадку критерієм можна вважати деяку функцію  $(f_j(x), j \in J = \{1 \dots m\})$ , визначену на множині альтернатив. Значення цієї функції належать або до наперед визначеної множини (наприклад, бальна шкала, лінгвістична шкала), або обраховуються у відповідності з певними математичними правилами (наприклад, метод аналізу ієрархій). Нехай  $Q_j$  – множина впорядкованих за не зростанням значень  $j$ -го критерія:

$$Q_j = \{f_j(A_{i_1}), f_j(A_{i_2}), \dots, f_j(A_{i_n})\}, \quad f_j(A_{i_1}) \geq f_j(A_{i_2}) \geq \dots \geq f_j(A_{i_n}), \quad (4)$$

де  $i_1, i_2, \dots, i_n \in \{1, 2, \dots, n\}$ . Найкращим вважається результат, що відповідає максимальному значенню функції  $f_j(x), j \in J$ . Далі будемо вважати, що для кожної множини  $Q_j$  існує певне взаємно-однозначне відображення у числовий інтервал  $[q_{min}; q_{max}] \subset \mathbb{R}$  – множина дійсних чисел. Необхідність такого відображення виникає для коректного застосування математичних методів розв'язку задачі вибору. Слід зауважити, що інтервал  $[q_{min}; q_{max}]$  фактично є тією числовою шкалою, в межах якої будуть відображені всі значення критеріїв  $f_j(x), j \in J = \{1 \dots m\}$ . Як прийнято у більшості випадків, при розгляді багатокритеріальних задач вводиться вектор  $W = (\omega_1, \dots, \omega_m)$ , кожна компонента якого  $\omega_j$  характеризує важливість  $j$ -го критерія, причому  $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1, \omega_j > 0$ .

Задача ранжування альтернатив  $x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}$  за сукупністю показників  $f_j(x), j \in J$  полягає у встановленні певного порядку на основі обчислення значень деякого узагальненого показника  $G(x)$  для кожного елемента множини  $X$  і формально може бути представлена так. Встановити порядок

$$A_{i_1} \succcurlyeq A_{i_2} \succcurlyeq \dots \succcurlyeq A_{i_n}, \quad i_1, i_2, \dots, i_n \in \{1, 2, \dots, n\}, \quad (5)$$

в якому місце альтернативи залежить від значення показника  $G$ , тобто  $G(A_{i_1}) \geq G(A_{i_2}) \geq \dots \geq G(A_{i_n})$ , самі значення  $G(A_i)$  обчислюються за певним правилом (алгоритмом), яке визначається математичним методом, що використовується в кожному конкретному випадку, і залежать також від вагових коефіцієнтів критеріїв:

$$G(x) = G(f(x), W) = G(f_1(x), \dots, f_m(x), \omega_1, \dots, \omega_m), x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}. \quad (6)$$

Найкращою вважається альтернатива  $A_{i_1}$ , яка у порядку (5) займає перше місце, відповідно, найгіршою – альтернатива  $A_{i_n}$ . Далі будемо говорити, що альтернатива  $A_{i_k}, k = \overline{1, n}$  в порядку (5) знаходиться на  $k$ -му місці.

У теорії прийняття рішень для розв'язування задачі (4)–(6) найбільш відомими та поширеними є метод ідеальної точки, лінійно-адитивна згортка, степеневно-адитивна згортка та деякі інші [9–12].

Слід зауважити, що яким би методом не розв'язувалась задача, що розглядається, достовірність отриманого результату суттєво залежить від способу перетворення значень  $Q_j$ ,

$j \in J$  (1) в єдину шкалу для всіх критеріїв. Так, на практиці достатньо часто застосовують формулу

$$f'_j(x) = q_{min} + (q_{max} - q_{min}) \left( \frac{f_j(x) - \inf Q_j}{\sup Q_j - \inf Q_j} \right), x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}, \quad (7)$$

проте, вона може не зовсім коректно відображувати «суттєвість» переваги однієї альтернативи над іншою після переведення початкових значень  $f_j(x)$  у шкалу  $[q_{min}; q_{max}]$ . В результаті при використанні отриманих значень  $f'_j(x)$  в узагальненому показнику (4) розв'язок задачі (4)–(5) може бути хибним. Тому виникає необхідність у розробленні інших підходів, які більш адекватно враховують реальне співвідношення вагомості альтернатив по кожному критерію.

Пропонується підхід, що базується на інтегральній оцінці функції  $f_j(x)$ ,  $x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}$ , яку можна задати на декартовій площині (рис. 1).

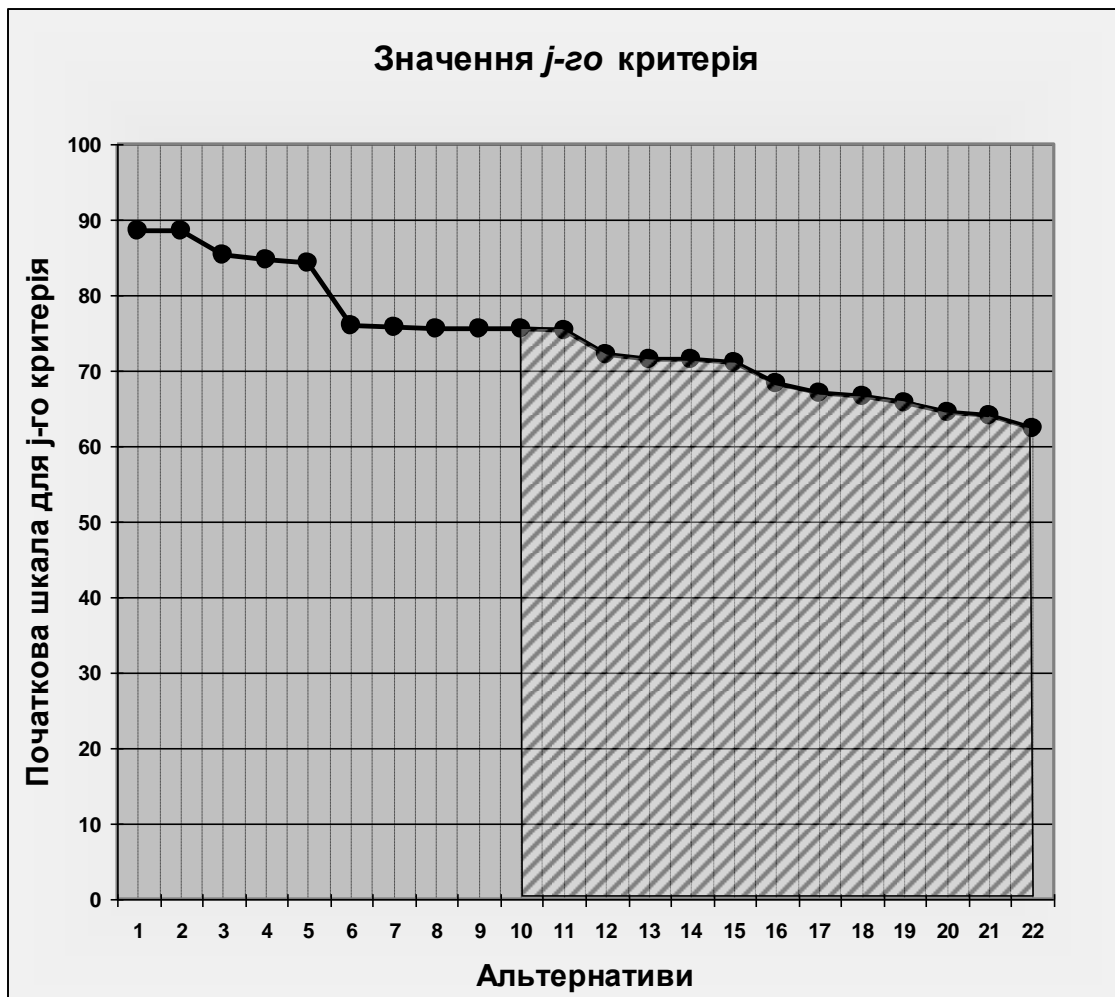


Рис. 1 – Геометрична інтерпретація інтегрального перетворення

Будемо вважати, що по осі абсцис відкладені номери індексів альтернатив,  $i_1, i_2, \dots, i_n \in \{1, 2, \dots, n\}$  (в нашому прикладі  $n = 22$ ), а по осі ординат – шкала значень

критерія (від 0 до 100). На рис. 1 альтернативи впорядковані за не зростанням значення  $f_j(x)$ . Ціком природно оцінювати ступінь переваги кожної альтернативи площею відповідного багатокутника. На рис. 1 такий багатокутник зображений для альтернативи з індексом  $i_{10}$ . Якщо взяти до уваги геометричну інтерпретацію визначеного інтегралу, формально перетворення, що пропонується, можна задати формулою  $S_{i_k} = \int_{i_k}^n f_j(x) dx$ , де  $f_j(x)$  – неперервна функція, задана на інтервалі  $[1; n]$ , що в точках  $1, 2, \dots, n$  приймає значення  $f_j(A_{i_1}), f_j(A_{i_2}), \dots, f_j(A_{i_n})$ .

**Результати досліджень та їх обговорення.** Згідно з Водним кодексом України [3] якість води є характеристикою складу та властивостей води, яка визначає її придатність для конкретного виду водокористування. Оскільки не існує єдиного показника, який характеризував би весь комплекс характеристик води, оцінка якості води ведеться на основі системи показників. Показники якості води поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні. Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні (показники, характерні для будь-яких водних об’єктів) та специфічні (показники, обумовлені місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об’єкт).

На рис. 2 представлено таксономічну структуру Водного кодексу України.

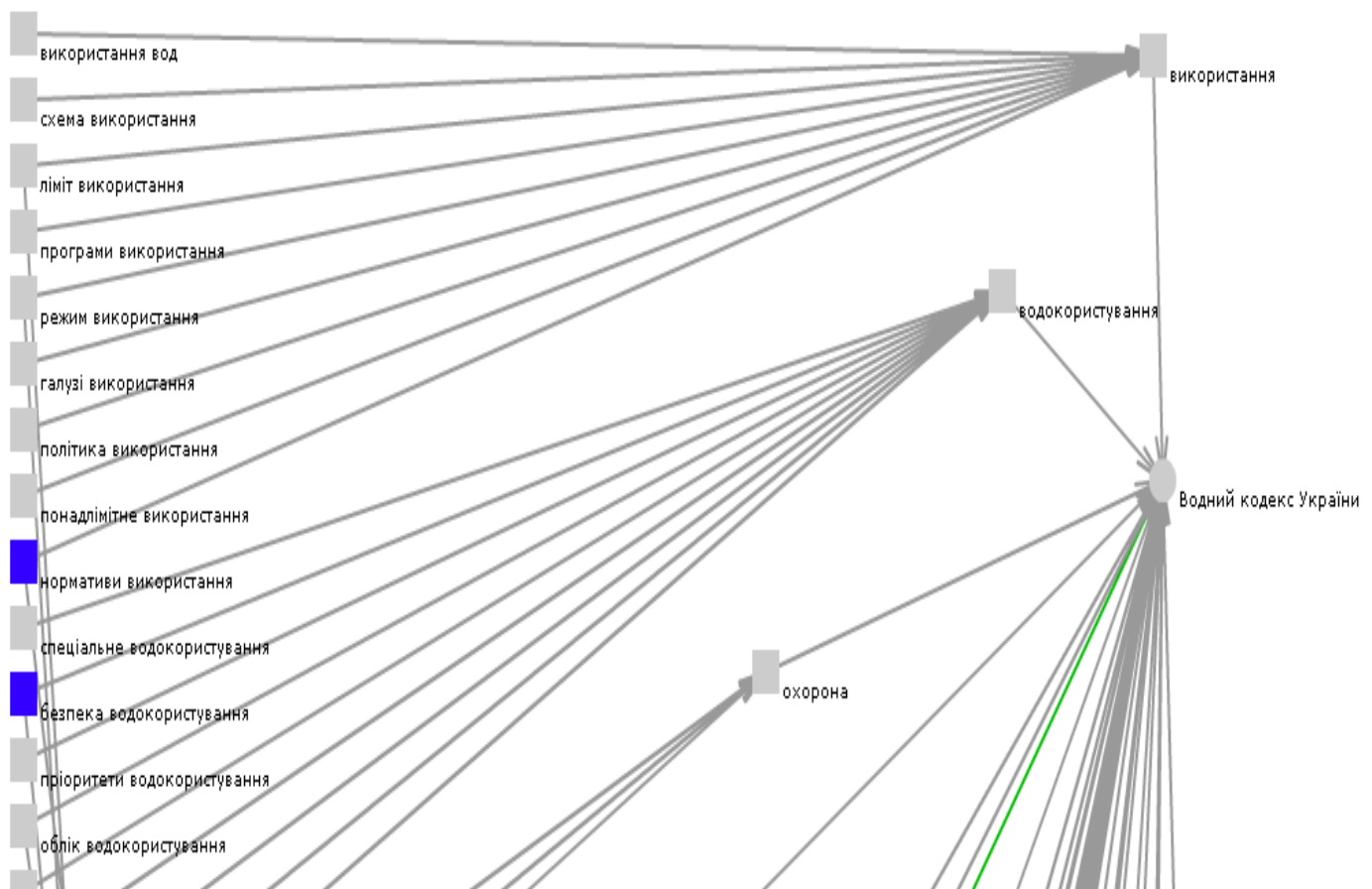


Рис. 2 – Таксономія тексту (тверджень - висловлювань) Водного кодексу України

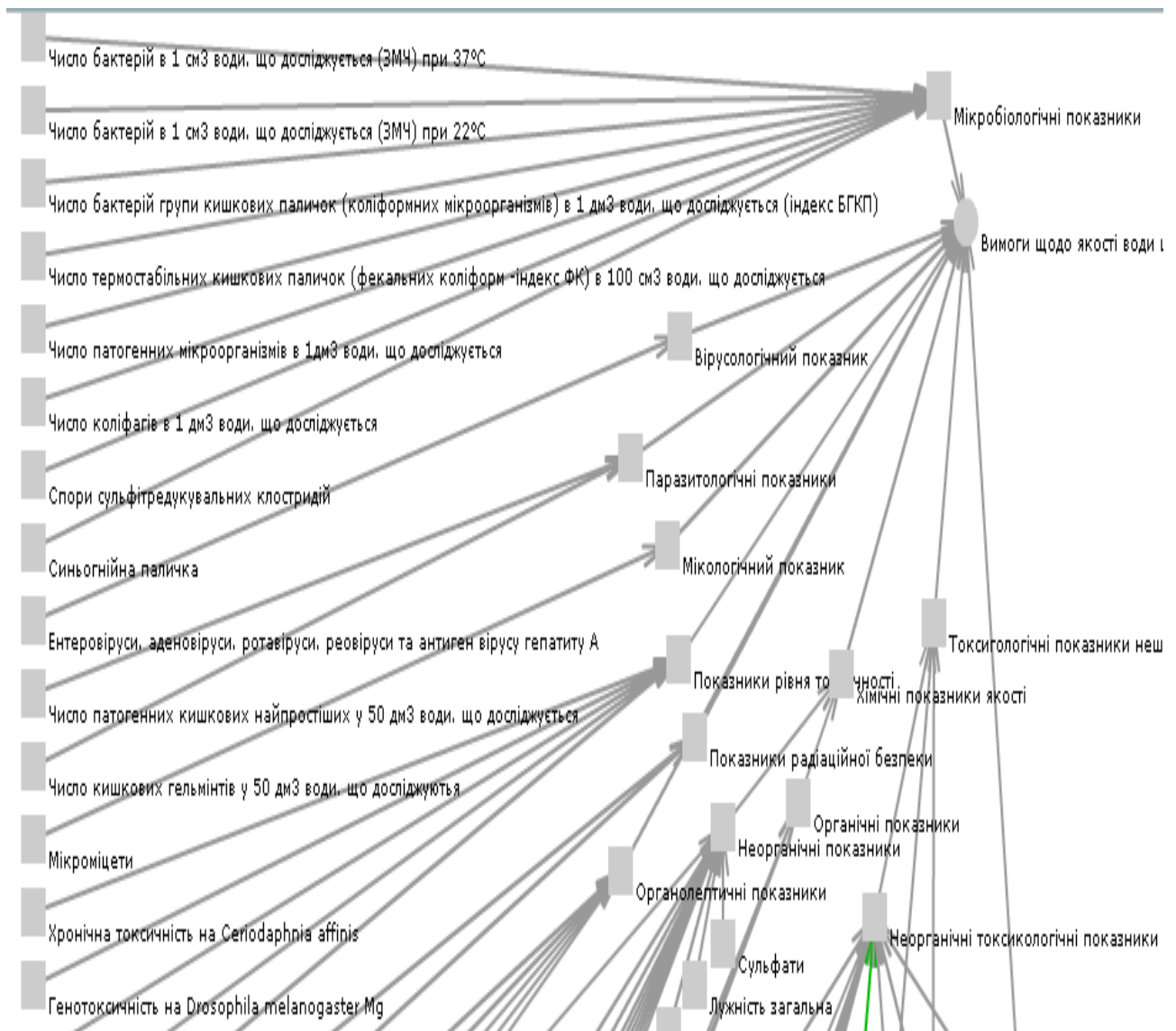
Таксономія Водного кодексу відображає зв'язність концептів множини висловлювань, які дозволяють формулювати певні твердження щодо оцінювання стану водних ресурсів і створюють класи таксономій-альтернатив щодо проведення заходів з оцінювання якості води та прийняття на основі отриманих результатів рішень. Для цього існує певна чисельність методів та засобів. Так, при контролі забруднення водного середовища методами та засобами біотестування можливо забезпечити вирішення цілого ряду задач:

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

Розглянемо твердження, яке поєднує наступні концепти – **Водний кодекс – водокористування – безпека водокористування** і може бути сформульоване у наступному вигляді – **Водний кодекс регулює безпеку водокористування**. У свою чергу, для визначення істинності цього твердження необхідно розкрити концепт **безпека водокористування**. Для цього ми представимо цей концепт у вигляді таксономії – **вимоги щодо якості води** (рис. 3). Вона включає в себе певні класи альтернатив-таксономій, які складають концепти, із значеннями яких і можливе визначення якості води та прийняття рішення щодо її використання у певних цілях. Значення критеріїв, за якими отримуються певні значення якості та приймаються рішення щодо її використання, наведено на рис. 4. Для визначення онтології задачі вибору найбільш підходящих альтернатив на основі сформованих з тверджень Водного кодексу таксономій декларуються певні властивості-критерії (колонка – **ім'я** у таблиці на рис. 4).

Результати обробки даних вимірювань води за певними критеріями (рис. 4) наведено на рис. 5. Червоним кольором виділені значення властивостей-критеріїв, які перевищують гранично допустимі норми за шкідливістю. При обробці значень критеріїв враховуються їх вагові коефіцієнти, ранги та рівні важливості за лінгвістичною шкалою. Це забезпечує агреговане врахування усіх значень властивостей води при виборі найбільш якісного її стану.

**Висновки.** Формування онтології задачі вибору для визначення якісних характеристик води певної лімнологічної системи дозволяє використовувати широкий спектр баз даних результатів її дослідження. Це створює певне динамічне інформаційно-аналітичне середовище, яке постійно поповнюється доробками територіально розподілених дослідників різних напрямків екологічної галузі. Поповнення виконується у вигляді створення новітніх таксономій, які синхронізуються зі вже створеними. Кожна таксономія-альтернатива може бути уточнена, розширена та доповнена. Завдяки візуальному відображенню кожної таксономії, стають зрозумілими взаємозв'язки між концептами, що складають множину таксономій в середовищі ІАС, а визначення певного методу їх ранжування дозволяє поширити застосування онтології задачі вибору для забезпечення прийняття оптимальних рішень щодо зберігання та розвитку лімнологічних систем України.



*Рис. 3 – Таксономія тексту (тверджень - висловлювань) вимог щодо якості води*



**Оцінка якості води (оптимізація)**  
(Оптимізація)

Враховуються властивості

Обробити

Вибір	Ім'я	Ваг. Коеф.	Опт (max/min)	Способи задання вагових коефіцієнтів		
				Бальна шкала (10)	Лінгвістична шкала	Ранжування
<input checked="" type="checkbox"/>	Загальне мікробне число при t 37° C - 24 год	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Загальне мікробне число при t 22° C - 72 год	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Загальні колиформи	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	E. coli	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Ентерококи	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Синьогнійна паличка (Pseudomonas aeruginosa)	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Патогенні ентеробактерії	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Коліфаги	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Ентеровіруси. аденовіруси.	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Патогенні кишкові найпростіші	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Кишкові гельмінти	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Сумарна альфа-активність	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Сумарна бета-активність	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Загальна жорсткість	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Загальна лужність	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Йод	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Калій	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Кальцій	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Магній	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Натрій	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Сухий залишок	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Фториди	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Сумарна активність природної суміші ізотопів U	0.012	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Питома активність 226Ra	0.012	max	5	Середня важливість	1

*Рис. 4 – Перелік критеріїв щодо оцінювання якості води згідно з положеннями Водного кодексу України*

## Розділ 3. Інформаційні ресурси та системи

Пошук

### Оцінка якості води (аудит) (Аудит)

#### Враховуються властивості

#	Показники	Одиниця виміру	ГОСТ	Зразки		
				Зразок води №1	Зразок води №2	Зразок води №3
<b>Мікробіологічні показники</b>						
1	Число бактерій в 1 см <sup>3</sup> води, що досліджується (ЗМЧ) при 37°С	КУО/см <sup>3</sup>	100 1) Перевищення нормативу не допускають для 95 % проб води у водопостачальній мережі, що досліджують протягом року.	3.929	0.266	2.443
2	Число бактерій в 1 см <sup>3</sup> води, що досліджується (ЗМЧ) при 22°С	КУО/см <sup>3</sup>	100 1) Перевищення нормативу не допускають для 95 % проб води у водопостачальній мережі, що досліджують протягом року.	0.99	5.458	9.32
3	Число бактерій групи кишкових паличок (копільформних мікроорганізмів) в 1	КУО/дм <sup>3</sup>	3 2) Перевищення нормативу не допускають для 98 % проб води у водопостачальній мережі, що досліджують протягом року. У разі перевищення індекс БГКП на етапі ідентифікації колоній, що	7.705	11.84	7.22
4	Число термостабільних кишкових паличок (фекальних копільформ - індекс ФК) в 100 см <sup>3</sup> води, що досліджується	КУО/ 100 см <sup>3</sup>	відсутність	0.542	0.253	0.548
5	Число патогенних мікроорганізмів в 1 дм <sup>3</sup> води, що досліджується	КУО/дм <sup>3</sup>	відсутність	0	0.59	0
6	Число копільформ в 1 дм <sup>3</sup> води, що досліджується	БУО/дм <sup>3</sup>	відсутність	0	0	0
7	Спори сульфитредукувальних клостридій	"наявність (чисельність)/20 3"	відсутність	0.612	0	0
8	Синьогнійна паличка (Pseudomonas aeruginosa)	БУО/дм <sup>3</sup>	не визначають	2.196	7.882	7.737
<b>Вірусологічний показник</b>						
9	Ентеровіруси, аденовіруси, ротавіруси, реовіруси та антиген вірусу гепатиту А	БУО/дм <sup>3</sup>	відсутність	0	0	0
<b>Паразитологічні показники</b>						
10	Число патогенних кишкових найпростіших у 50 дм <sup>3</sup> води, що досліджується	(Клітини, цисти)/ 50 дм <sup>3</sup>	відсутність	0	0.63	0
11	Число кишкових гельмінтів у 50 дм <sup>3</sup> води, що досліджуються	"(Клітини, яйця, личинки)/ 50 дм <sup>3</sup> "	відсутність	0	0.638	0
<b>Мікологічний показник</b>						
12	Мікроміцети	КУО/ 100 см <sup>3</sup>	відсутність	0	0	0

Рис. 5 – Таблиця відображення значень певних альтернатив щодо якості води для прийняття рішень

## Екологічна безпека та природокористування

Показники рівня токсичності						
13	Хронічна токсичність на <i>Ceriodaphnia affinis</i>	Кількість загинув особин і (або) зменшення кількості новонароджених особин у досліді в порівнянні з контролем за 7 ± 1 діб	не визначають	0.814	5.027	5.495
14	Генотоксичність на <i>Drosophila melanogaster</i> Mg	Частота виникнення домінуючих летальних мутацій у досліді в порівнянні з контролем за 72 год.	не визначають	0.617	1.847	1.672
15	Токсичність на <i>Tetrahymena pyriformis</i>	Зниження коефіцієнта приросту кількості інфузорій у досліді порівняно з контролем за встановлений час — 24 год. (короткострокове біотестування) або 96 год. (довгострокове біотестування)	не визначають	1.599	0.392	0.886
16	Токсичність на <i>Vibrio fischeri</i>	Зниження рівня люмінесценції бактерій у досліді порівняно з контролем за 30 хв.	не визначають	4.796	4.811	6.414
17	Генотоксичність на <i>Salmonella typhimurium</i>	Відхилення сумарної мутагенної активності <i>umuC</i> -гена у бактерій <i>Salmonella typhimurium</i> у досліді порівняно з контролем за 4 год.	не визначають	0.151	0.264	0.158
Показники радіаційної безпеки						
18	Сумарна об'ємна активність $\alpha$ -випромінювачів (Е $\alpha$ -активність)	Бк/дм <sup>3</sup>	0.1 1) У разі перевищення рівнів Е $\alpha$ - та ЕР-активності треба контролювати радіонуклідний склад води щодо його відповідності зазначеним у нормах радіаційної безпеки.	0.286	0.294	0.234
19	Сумарна об'ємна активність $\beta$ -випромінювачів (Е $\beta$ -активність)	Бк/дм <sup>3</sup>	1.2)	0.236	1.174	0.634
Органолептичні показники						
20	Запах за 20 °С	бали	2	1.916 95.8%	0.592 29.6%	1.478 73.9%
21	Запах під час нагрівання до 60 °С	бали	2	0.729 36.45%	1.33 66.5%	2.962 148.1%
22	Смак і присмак	бали	2	0.89 44.5%	0.502 25.1%	0.081 4.05%
23	Кольоровість	градуси	20	18.194 90.97%	1.568 7.84%	24.108 120.54%
24	Каламутність	НОМ	2,5	0.62 24.8%	2.621 104.84%	3.334 133.36%

Рис. 5 – Таблиця відображення значень певних альтернатив щодо якості води для прийняття рішень (продовження)

### Список використаної літератури

1. Ільїн Л.В. Лімноккомплекси Українського Полісся: моногр.: у 2 т. Т. 1: Природничо-географічні основи дослідження та регіональні закономірності; за ред. В.М. Пашенка / Л.В. Ільїн. – Луцьк: Ред.-вид. відд. “Вежа” Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 316 с.
2. Дорогунцов С.І., Коценко К.Ф., Аблова О.К. та ін. Екологія: навчально-методичний посібник. – К.: КНЕУ, 1999, – С. 152.
3. Водний кодекс України: за станом на 18 січня 2009 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 2009. – 105 с. – (Бібліотека офіційних видань).
4. Gruber T.R. A translation approach to portable ontology specifications / Gruber T.R. – Knowledge Acquisition, 5 (2), 1993. – PP. 199–220.

5. Стрижак О.Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів. – Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору; редкол.: О.С. Волошкіна, О.М. Трофимчук (голов. ред.) [та ін.]. – К., 2013. – Вип. 12. – 198 с.: іл. – Бібліогр. в кінці ст.
6. Стрижак, О.Є. Комп'ютерні онтології та їх використання у навчальному процесі. Теорія і практика. [Текст]: Монографія / [С.О. Довгий, В.Ю. Величко, Л.С. Глоба, О.Є. Стрижак, Т.І. Андрущенко і др.]. – К. : Інститут обдарованої дитини, 2013. – 310 с.
7. Белов В.С. Информационно-аналитические системы. Основы проектирования и применения: учебное пособие, руководство, практикум / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2005. – 111 с.
8. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. – М. Наука, 1971. – 320 с.
9. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. – М.: Наука, 1979.
10. Емельянов С.В., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений. – М.: Знание, 1985.
11. Гафт М.Г. Принятие решений при многих критериях. – М.: Знание, 1979.
12. Ларичев О.И., Петровский А.В. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – Т. 21. М.: ВИНТИ, 1987, С. 131–164.

*Стаття надійшла до редакції 17.02.14 українською мовою*

**© А.Е. Стрижак, В.В. Горборуков, О.В. Франчук, М.А. Попова  
ОНТОЛОГИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ  
ПРИ АНАЛИЗЕ ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*В статье рассматриваются проблемы информационно-аналитического исследования лимнологических систем на основе использования онтологии задачи выбора и поддержки на ее основе принятия решений относительно оптимального развития экосистем. Описана методика формирования онтологии и создание на ее основе базы данных по результатам исследований качества воды.*

**© O.Ye. Stryzhak, V.V. Horborukov, O.V. Franchuk, M.A. Popova  
ONTOLOGY SELECTION PROBLEM AND ITS APPLICATION  
TO THE ANALYSIS OF LIMNOLOGICAL SYSTEMS**

*This paper addresses the problem of information-analytical study limnological systems through the use of ontology selection and support tasks on the basis of decisions on the optimal development of ecosystems. We describe a method of forming an ontology and creation of a database on research in water quality.*