

ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНО-АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ ЯК ІНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Ольга Черба

аспірант, науковий співробітник лабораторії досліджень екологічної стійкості об'єктів довкілля та природних територій особливої охорони

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», вул. Бакуліна, 6, Харків, Україна, 61166, o.cherba@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8600-1319

Курс України на європейську інтеграцію призвів до оновлення моделі соціально-економічного розвитку держави. Гармонізація законодавства, реформування систем державних служб, залучення до міжнародних ініціатив, упровадження європейських підходів, норм і директив вимагають високої ефективності в роботі органів влади. Експертно-аналітичні методи є одним з інструментів забезпечення якості роботи системи прийняття рішень. У природоохоронній сфері першочерговими завданнями, які потребують використання експертно-аналітичних процедур, є оптимізація використання природних ресурсів, розробка ефективних стратегій природокористування, управління екосистемами, контроль рівня антропогенного навантаження тощо.

У статті викладено основні сфери використання експертно-аналітичних методів дослідження. Визначено, що для вирішення багатокритеріальних екологічних завдань широко застосовується метод аналізу ієрархій Томаса Сааті. Розглянуто основні положення методу аналізу ієрархій, а саме: розбиття проблеми на частини; ієрархічна структура; парний порівняльний аналіз; розрахунок вагових коефіцієнтів, узагальнення результатів. Сформульовано вимоги до вибору експертів для забезпечення високої якості й ефективності їхньої роботи. Здійснено аналіз основних помилок, які можуть виникнути під час експертної роботи. Розглянуто принцип проведення парного порівняльного аналізу та оцінювання рівня неузгодженості думок експертів.

Наведено приклад застосування експертно-аналітичних процедур під час комплексного оцінювання антропогенного впливу відходів на навколишнє природне середовище. Покроково показано етапи роботи методу аналізу ієрархій під час визначення значущості кожного складника оцінювання.

Наприкінці наведено перелік завдань, які можна вирішити із застосуванням експертно-аналітичних методів дослідження.

Ключові слова: експертно-аналітичні методи, метод аналізу ієрархій, комплексне оцінювання, екологічна безпека, відходи.

Актуальність роботи. Експертно-аналітичні методи дослідження вже давно використовуються в різних галузях для розв'язання складних неструктурованих або слабоструктурованих задач, які вимагають знань і досвіду висококваліфікованих спеціалістів із великим практичним досвідом. Особливо це стосується таких випадків, коли доступ до даних є обмеженим і необхідно якісно структурувати інформацію й прийняти оптимальне рішення.

Найчастіше експертів залучають для здійснення таких процедур [1; 2]:

- діагностика – визначення першопричин на основі наявних параметрів;
- планування – визначення послідовності дій для досягнення мети розробка ефективних стратегій;
- прогнозування – передбачення можливих наслідків і визначення майбутніх ризиків;

– проектування – визначення конфігурації системи, що відповідає поставленій меті й усім проєктним обмеженням;

– інтерпретація – формування висновків з набору первинних даних;

– моніторинг – відстеження поведінки будь-якої системи в часі й/або територіально й аналіз змін;

– експертиза – оцінювання фактів, аналіз технічних аспектів і результатів висновку.

В останнє десятиріччя експертно-аналітичні методи все частіше застосовують для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, у тому числі в природоохоронній сфері. Поштовхом до цього став активний процес євроінтеграції, який розпочався у 2014 році після підписання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом і поставив перед владою велику кількість завдань, що вимагають системного підходу

та чітко організованої взаємодії з експертним науковим середовищем. Експертна робота дає можливість урахувати безліч факторів, складнощів взаємозв'язків і невизначеностей, що дає змогу суттєво підвищити ефективність роботи державних структур.

За допомогою експертно-аналітичних методів оцінюють діяльність державних службовців чи окремих структурних підрозділів, стан і перспективи реалізації різноманітних проєктів; створюють плани реалізації вигід від упровадження урядових ініціатив; проводять аудит офіційних сайтів органів виконавчої влади; установлюють привабливість різноманітних урядових програм; прогнозують можливі наслідки реалізації альтернативних управлінських чи нормативно-правових рішень, можливий борг чи обсяги надходжень до бюджетів тощо. Результати експертизи найчастіше надають у вигляді інформування та рекомендавання.

Залежно від конкретного об'єкта дослідження, експертні методи можуть використовуватися як основний інструмент або в поєднанні з іншими методами для досягнення більш повного розуміння проблеми. Безперервний розвиток технологій і методологій забезпечує постійне вдосконалення експертних методів і їх адаптацію до змін. Сучасні технології, такі як інтернет і мобільні програми, дають змогу проводити експертні дослідження дистанційно, залучаючи експертів з усього світу. Це забезпечує різноманітність думок і покращує якість прийнятих рішень.

Останніми роками для вирішення складних екологічних завдань усе частіше використовують метод аналізу ієрархій (далі – МАІ), розроблений Томасом Сааті [3; 4]. МАІ створено для вирішення завдань зі складною ієрархічною структурою, і він часто застосовується для вибору оптимального варіанта досягнення мети (альтернативи) в умовах багатокритеріального вибору [5; 6; 7]. Метод сприяє підвищенню якості прийняття рішень, зменшенню ризиків і підвищенню ефективності процесу прийняття рішень. Його часто використовують у роботах, пов'язаних з оцінюванням впливу на довкілля, у дисертаційних дослідженнях, що стосуються оптимального вибору в умовах багатоальтернативності [8–11].

Основні етапи МАІ:

– розбиття проблеми на частини: складна багатокритеріальна проблема розбивається на менші компоненти, що дає змогу розглядати її більш детально й точно;

– ієрархічна структура: проблема подається у вигляді деревоподібної структури. Така струк-

тура дає можливість розглядати проблему на різних рівнях деталізації та додатково враховувати взаємозв'язки між компонентами проблеми;

– парний порівняльний аналіз: для отримання вагових коефіцієнтів застосовується метод парного порівняльного аналізу. Експерт оцінює важливість одного елемента стосовно іншого за допомогою шкали, після чого отримується матриця парних порівнянь;

– розрахунок вагових коефіцієнтів: із матриці парних порівнянь розраховують вагові коефіцієнти для кожного компонента проблеми. Вагові коефіцієнти відображають відносну важливість кожного елемента проблеми, що дає змогу враховувати нерівномірний внесок кожного компонента в загальну проблему;

– узагальнення результатів: після розрахунку вагових коефіцієнтів проводять агрегацію результатів для отримання остаточного оцінювання проблеми.

Для парного порівняння критеріїв використовують шкалу відносної значимості (таблиця 1).

Аналогічно визначають обернені величини шкали відносної значимості 1/3, 1/5, 1/7, 1/9 і проміжні значення 1/2, 1/4, 1/6, 1/8.

Визначення пріоритетності критеріїв здійснюється за формулами:

$$W_x = \sqrt[n]{\prod_{y=1}^n a_{xy}}, \quad (1)$$

$$W_{\text{норм}} = W_x / \sum_{x=1}^n W_x, \quad (2)$$

де W_x – середнє значення оцінок пріоритетності; a_{xy} – середнє геометричне за стовбцем матриці; n – кількість критеріїв;

$W_{\text{норм}}$ – нормоване середнє геометричне значення попарних порівнянь за рядком матриці.

Правильний вибір експертів забезпечує високу якість та ефективність оцінювання, що сприяє досягненню поставлених цілей. Критеріями для вибору експертів під час виконання робіт у природоохоронній сфері можуть бути такі:

1. Досвід роботи в галузі екології (не менше ніж десять років), розуміння складності поставлених перед ним проблем.

2. Науковий ступінь не нижче за кандидата наук або доктора філософії.

3. Розуміння принципу роботи методу аналізу ієрархій, а також досвід його застосування.

4. Високий рівень аналітичних і критичних навичок, уміння проводити дослідження й аналіз даних, системність мислення.

Таблиця 1

Шкала для попарного порівняння елементів ієрархії

Ступінь значимості	Визначення	Пояснення
1	Рівна значимість	Два критерії мають однаковий внесок
3	Помірна перевага одного над іншим	Існують недостатньо переконливі міркування на користь переваги одного з критеріїв
5	Істотна перевага одного над іншим	Є надійні дані для того, щоб показати перевагу одного з критеріїв
7	Значна перевага одного критерію над іншим	Переконливе свідчення на користь одного з критеріїв
9	Безумовна (абсолютна) перевага одного над іншим	Незаперечні переконливі свідчення на користь переваги одного критерію перед іншим
2, 4, 6, 8	Проміжні значення між двома сусідніми судженнями	Ситуація, коли необхідне компромісне рішення

Таблиця 2

Середнє значення індексу узгодженості

Кількість експертів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Середнє значення індексу узгодженості (I_{cc})	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Найпоширенішими помилками, які можуть виникнути під час використання МАІ, є такі:

- неправильне визначення ваги критеріїв: недостатньо чітке визначення критеріїв, нерозумінням їх внеску в загальну проблему, надання недостатньої або надмірної ваги певним критеріям може призвести до помилкових результатів;

- ефект експертної розмірності: велика кількість експертів, задіяних у процесі прийняття рішень, може призвести до великої розбіжності між результатами оцінювання;

- неспроможність оцінити складність: оцінювання складних систем може викликати труднощі у вузькопрофільних експертів, що може призвести до недостовірних результатів;

- суб'єктивність: експерти можуть уносити особисті переконання, що може вплинути на їх оцінку.

Щоб запобігти цим помилкам, здійснюється оцінка узгодженості думок експертів за формулами:

$$\lambda = \sum_{x=1}^n a_{xy} \cdot W_{норм}, \quad (3)$$

$$I_c = \frac{\lambda - n}{n - 1} \leq 0,2, \quad (4)$$

$$OC = \frac{I_c}{I_{cc}} \leq 0,1, \quad (5)$$

де λ – значення матриці;

I_c – індекс узгодженості;

I_{cc} – середнє значення індексу узгодженості експертів;

OC – відношення узгодженості.

Середнє значення індексу узгодженості експертів залежить від кількості залучених експертів і подано в таблиці 2.

Значення індексу узгодженості менше за 0,2 та відносної узгодженості менше за 0,1 свідчить про узгодженість думок експертів. Матриця, яка складається з двох елементів, є автоматично узгодженою й, відповідно, індекс і відношення узгодженості думок експертів також є автоматично узгодженими й дорівнюють 0.

МАІ дає гарні результати в процесі ухвалення відповідних рішень з управління забрудненням. Експерти допомагають визначити пріоритетні параметри, на які варто звернути увагу під час оцінювання якості води, повітря або земельних ресурсів. Це дає змогу ефективно спрямувати зусилля з контролю за впливом різних забруднювачів і мінімізувати їхні наслідки. Важливу роль при цьому відіграють комплексні оцінки, оскільки вони дають можливість обробити й узагальнити великі масиви екологічних даних. Розглянемо застосування МАІ на прикладі комплексного оцінювання антропогенного впливу відходів на навколишнє природне середовище, оскільки питання поводження з відходами є одним із важливих завдань природоохоронної сфери сьогодення.

Матеріал і результати досліджень. *Перший крок* під час комплексного оцінювання впливу

відходів на довкілля – побудувати якісну модель дослідження у вигляді ієрархії, що містить елементи: A_i – екологічні показники – характерні екологічні дані, за якими можна судити про зміни певних факторів впливу на навколишнє природне середовище; A_i^j – статистичні показники – офіційні статистичні дані, за допомогою яких здійснюється оцінювання; K – критерії, з позиції яких розглядається вплив відходів на довкілля.

Відповідно до рекомендацій Організації економічного співробітництва та розвитку [12], Європейської економічної комісії ООН [13; 14] та українських звітних матеріалів щодо стану довкілля [15; 16], як екологічні показники обрано:

A_1 – утворення відходів;

A_2 – кінцеве видалення відходів.

Як статистичні показники використано:

A_1^1 – загальні обсяги утворення відходів;

A_1^2 – утворення відходів на одиницю ВВП;

A_1^3 – утворення твердих побутових відходів у розрахунку на одну особу;

A_1^4 – утворення відходів I–III класів небезпеки в розрахунку на один км²;

A_1^5 – утворення відходів I–III класів небезпеки в розрахунку на одну особу;

A_2^1 – загальний обсяг видалених, знешкоджених і захоронених відходів;

A_2^2 – частка обсягу видалених, знешкоджених і захоронених відходів від загального обсягу утворення відходів;

A_2^3 – площі під твердими побутовими відходами;

A_2^4 – накопичено відходів протягом експлуатації в місцях видалення відходів на кінець року.

Як критерії, з позиції яких розглядається вплив відходів, використано:

K1 – вплив на здоров'я людини;

K2 – вплив на флору;

K3 – вплив на фауну.

Другим кроком під час оцінювання впливу відходів на довкілля є створення експертної групи

з п'яти осіб, які відповідають вищеперерахованим критеріям.

На третьому кроці здійснено експертне попарне порівняння критеріїв K й побудовано матриці попарних порівнянь a_{xy} за умови, що a_{xy} – відношення критерію x до критерію y , $a_{yx}=1/a_{xy}$, $a_{xx}=1$.

$$K_{\text{експерт}1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

$$K_{\text{експерт}2} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$K_{\text{експерт}3} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$K_{\text{експерт}4} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$K_{\text{експерт}5} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1/3 \\ 1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

Після нормування матриць отримано локальні пріоритети елементів матриці по кожному експерту та їх середні значення (таблиця 3).

Четвертим кроком є експертне попарне порівняння екологічних показників щодо кожного критерію й побудова матриці попарних порівнянь.

$$EP_{\text{експерт}1} = \left(\begin{matrix} 1 & 6 \\ 1/6 & 1 \end{matrix} \right)_{K1}; \left(\begin{matrix} 1 & 2 \\ 1/2 & 1 \end{matrix} \right)_{K2}; \left(\begin{matrix} 1 & 1/5 \\ 5 & 1 \end{matrix} \right)_{K3}$$

$$EP_{\text{експерт}2} = \left(\begin{matrix} 1 & 3 \\ 1/3 & 1 \end{matrix} \right)_{K1}; \left(\begin{matrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{matrix} \right)_{K2}; \left(\begin{matrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{matrix} \right)_{K3}$$

$$EP_{\text{експерт}3} = \left(\begin{matrix} 1 & 3 \\ 1/3 & 1 \end{matrix} \right)_{K1}; \left(\begin{matrix} 1 & 1/3 \\ 3 & 1 \end{matrix} \right)_{K2}; \left(\begin{matrix} 1 & 3 \\ 1/3 & 1 \end{matrix} \right)_{K3}$$

Таблиця 3

Локальні пріоритети критеріїв

Критерій	Локальний пріоритет					Середнє значення
	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5	
K1	0,4778	0,4905	0,5889	0,4905	0,3206	0,4737
K2	0,3500	0,3119	0,2519	0,1976	0,2254	0,2674
K3	0,1722	0,1976	0,1593	0,3119	0,4540	0,2590
λ	3,16	3,06	3,07	3,06	3,06	
Ic	0,08	0,03	0,04	0,03	0,03	
OC	0,07	0,03	0,04	0,03	0,03	

$$EP_{\text{експерт4}} = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 1/4 & 1 \end{pmatrix}_{K1}; \begin{pmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}_{K2}; \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1/2 & 1 \end{pmatrix}_{K3}$$

$$EP_{\text{експерт5}} = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 1/4 & 1 \end{pmatrix}_{K1}; \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}_{K2}; \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 1/3 & 1 \end{pmatrix}_{K3}$$

Після нормування матриць отримано відповідні локальні пріоритети її елементів по кожному експерту та їх середні значення (таблиця 4).

Для узгодження між собою локальних пріоритетів, отриманих щодо кожного з трьох критеріїв, визначено глобальні пріоритети екологічних показників. Для цього локальні пріоритети перемножуються на пріоритети відповідних критеріїв і додаються (таблиця 5).

На *n'ятому кроці* аналогічним чином отримано глобальні пріоритети всіх статистичних показників. Таким чином, завдяки використанню методу аналізу ієрархій ураховано різну значимість і нерівний внесок усіх складників оцінювання в кінцевий результат, що підвищує його точність і допомагає забезпечити систему при-

йняття рішень комплексною, якісною і достовірною інформацією щодо впливу відходів на довкілля після подальших обчислень.

Висновки. Експертно-аналітичні методи широко використовують у всіх галузях, у тому числі природоохоронній, і слугують таким цілям: підвищення ефективності роботи системи прийняття управлінських рішень; формування завдань державної політики; обґрунтування цілей, планів, прогнозів; вибір оптимального варіанта розвитку подій; експертиза нормативно-правових актів; відповідність матеріалів нормам тощо.

Метод аналізу ієрархій дає змогу підвищити якість прийняття рішень за рахунок об'єктивності й точності експертних оцінок, урахування взаємозв'язків між компонентами проблеми та визначення ваги їх внеску в кінцевий результат. Його перевагою є легкий механізм розширення кількості критеріїв у структурі проблеми, що дає змогу враховувати нові фактори й вимоги під час прийняття рішень.

Таблиця 4

Локальні пріоритети екологічних показників щодо критеріїв K1-K3

Екологічний показник	Локальний пріоритет				
	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5
K 1 (0,4737)					
A ₁	0,8571	0,7500	0,7500	0,8000	0,8000
A ₂	0,1429	0,2500	0,2500	0,2000	0,2000
λ	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Ic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OC	Автоматично узгоджена матриця				
K 2 (0,2674)					
A ₁	0,6667	0,3333	0,7500	0,6667	0,5000
A ₂	0,3333	0,6667	0,2500	0,3333	0,5000
λ	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Ic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OC	Автоматично узгоджена матриця				
K 3 (0,2590)					
A ₁	0,1667	0,3333	0,7500	0,6667	0,7500
A ₂	0,8333	0,6667	0,2500	0,3333	0,2500
λ	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Ic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OC	Автоматично узгоджена матриця				

Таблиця 5

Значення глобальних пріоритетів екологічних показників

Екологічний показник	Глобальний пріоритет					Середнє значення
	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5	
A ₁	0,6275	0,5307	0,6164	0,6408	0,7069	0,6245
A ₂	0,3726	0,4694	0,3837	0,3593	0,2932	0,3756

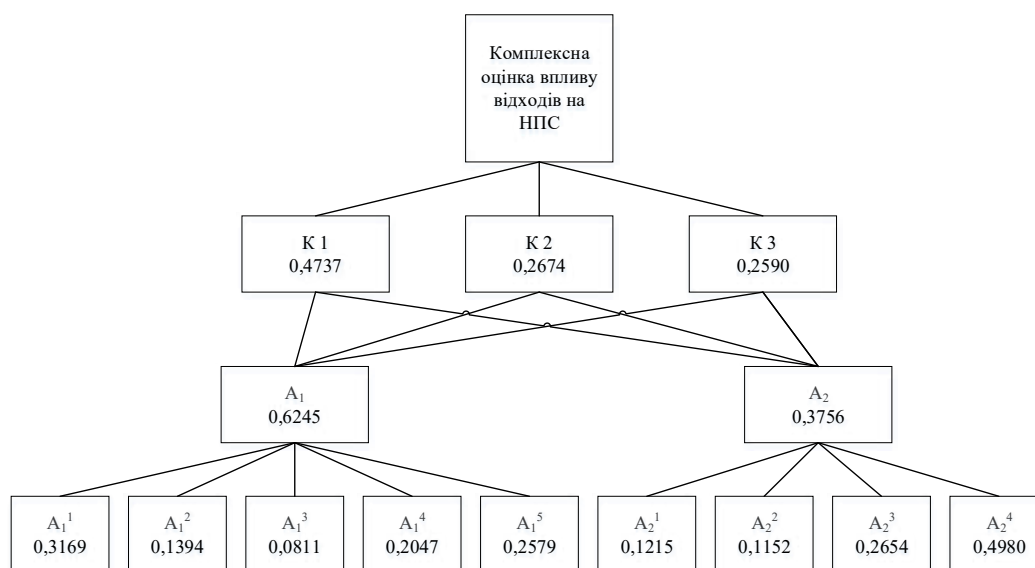


Рис. 1. Глобальні пріоритети всіх елементів ієрархії

На прикладі оцінювання впливу відходів на довкілля показано використання експертно-аналітичних процедур для врахування різної значимості й нерівного внеску кожного елемента в загальну оцінку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Новосад В.П., Селіверстов Р.Г., Артим І.І. Кількісні методи експертного оцінювання : науково-методична розробка. Київ : НАДУ, 2009. 36 с.
2. Петренко І.І. Типи, функції, інструментарій та принципи експертно-аналітичної діяльності / Київський національний університет ім. Тараса Шевченка. Рада молодих вчених. URL: <http://rmn.knu.ua/wp-content/uploads/2014/11/Petrenko2.pdf>.
3. Saaty L.T, Kevin P. Kearns Analytical planning: The organization of systems. RWS Publications, 1991. 208 p.
4. Saaty L.T, Peniwati K. Group Decision Making: Drawing Out and Reconciling Differences. RWS Publications, 2013. 385 p.
5. Saaty L.T., Luis G. Vargas Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. Springer Science & Business Media, 2012. 333 p.
6. Multicriterial analysis of the choice of waste utilization technology using pair comparisons / Т. Нребениук, N. Remez, V. Prokopenko, V. Bronytskyi. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2020. Вип. 4 (123). С. 34–41. DOI: 10.30929/1995-0519.2020.4.34-41.
7. Гордєєва І.О. Оцінка адаптивності управління організацією методом аналізу ієрархій за критеріями ефективності та своєчасності прийняття рішень. Ефективна економіка : електронне наукове фахове видання. 2021. № 7. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9073> DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.7.88> (дата звернення: 20.11.2023).

8. Anisichenko L. Mathematical modeling of biogas lifting from the municipal solid waste polygon. *ScienceRise : Scientific Journal*. 2018. № 9 (50). P. 39–42.

9. Гончаренко І.О. Підвищення екологічної безпеки об'єктів поводження з твердими побутовими відходами : дис. канд. техн. наук : 21.06.01. Харків : УКРНДІЕП, 2020. 228 с.

10. Телюра Н.А. Підвищення екологічної безпеки евтрофованих водних об'єктів шляхом впровадження пріоритетних технологій водовідведення в населених пунктах : дис. канд. техн. наук : 21.06.01. Харків : УКРНДІЕП, 2019. 190 с.

11. Палагута О.В. Оцінка впливу на навколишнє природне середовище за екологічними індикаторними показниками : дис. ... канд. техн. наук : 21.06.01. Харків: УКРНДІЕП, 2014. 275 с.

12. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. United Nations, New York, 2007. 99 p. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/guidelines.pdf>.

13. Керівництво із застосування екологічних показників у країнах Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії: Робоча нарада щодо застосування екологічних показників та підготовки оціночних доповідей щодо навколишнього середовища. Донецьк, 2006. 82 с.

14. Екологічні показники та засновані на них оціночні доповіді. Східна Європа, Кавказ і Центральна Азія / І. Атамурадова та ін. Нью-Йорк, Женева : Видання Організації Об'єднаних Націй, 2007. 120 с.

15. Довкілля України : статистичний збірник / Державна служба статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_dov_zb.htm.

16. Національні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mep.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/natsionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-prirodno-goseredovyshha-v-ukrayini>.

USE OF EXPERT AND ANALYTICAL METHODS AS A TOOL FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE DECISION-MAKING SYSTEM

Olga Cherba

PhD Student, Researcher at the Laboratory for the Study of Ecological Stability of Environmental Objects and Natural Territories of Special Protection

Scientific Research Institution “Ukrainian Scientific Research Institute of Environmental Problems”, 6 Bakulina str., Kharkiv, Ukraine, 61166, o.cherba@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8600-1319

Ukraine’s course towards European integration has led to the renewal of the model of socio-economic development of the state. Harmonization of legislation, reform of public service systems, involvement in international initiatives, implementation of European approaches, norms and directives require high efficiency in the work of public authorities. Expert analytical methods are one of the tools for ensuring the quality of the decision-making system. In the field of environmental protection, the priority tasks that require the use of expert and analytical procedures are the optimization of the use of natural resources, the development of effective strategies for nature management, ecosystem management, control of the level of anthropogenic load, etc.

The article describes the main areas of use of expert-analytical research methods. It is determined that in order to solve multi-criteria environmental problems, the method of analysis of hierarchies by Thomas Saaty is widely used. The main provisions of the hierarchy analysis method are considered, namely: breaking the problem into parts; hierarchical structure; pairwise comparative analysis; calculation of weighting coefficients, generalization of results. The requirements for the selection of experts to ensure the high quality and efficiency of their work are formulated. An analysis of the main errors that may arise during expert work is carried out. The principle of conducting a paired comparative analysis and assessing the level of inconsistency of experts’ opinions is considered.

An example of the use of expert-analytical procedures in the integrated assessment of the anthropogenic impact of waste on the environment is provided. The stages of the hierarchy analysis method in determining the significance of each component of the assessment are shown step by step.

The article concludes with a list of tasks that can be solved with the use of expert-analytical research methods.

Key words: expert-analytical methods, hierarchy analysis method, integrated assessment, environmental safety, waste.

REFERENCES

- Novosad V.P., Seliverstov R.Gh., Artym I.I. (2009). Kiljiskisni metody ekspertnogho ocinjuvannja [Quantitative methods of expert evaluation]. K: NADU [in Ukrainian].
- Petrenko I.I. (2014). Typy, funkciji, instrumentarij ta pryncypy ekspertno-analitychnoji dijajlnosti [Types, functions, tools and principles of expert and analytical activity]. [Electronic resource] URL: <http://rnm.knu.ua/wp-content/uploads/2014/11/Petrenko2.pdf> (Access date 20.11.2023) [in Ukrainian].
- Saaty L.T., Kevin P. (1991). Kearns Analytical planning: The organization of systems. RWS Publications [in English].
- Saaty L.T., Peniwati K. (2013). Group Decision Making: Drawing Out and Reconciling Differences. RWS Publications [in English].
- Saaty L.T., Luis G. Vargas (2012). Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. Springer Science & Business Media [in English].
- Hrebenuk T., Remez N., Prokopenko V., Bronytskyi V. (2020). Multicriterial analysis of the choice of waste utilization technology using pair comparisons. *Visnyk Kremenuchukjogho nacionaljnogho universytetu imeni Mykhajla Ostrohradskjogho*, 4 (123), 34–41. DOI: 10.30929/1995-0519.2020.4.34-41 [in English].
- Ghordjejeva I.O. (2021). Ocinka adaptyvnosti upravlinnja orghanizacijeju metodom analizu ijerarkhij za kryterijamy efektyvnosti ta svojechasnosti pryjnattja [Organization adaptability management assessment by the analysis method of hierarchies according to the criteria of efficiency and timeliness of decision making]. *Efektivna ekonomika*. [Electronic resource] URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9073>. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.7.88 (Access date 20.11.2023) [in Ukrainian].
- Anischenko L. (2018). Mathematical modeling of biogas lifting from the municipal solid waste polygon. *ScienceRise*, 9 (50), 39–42 [in English].
- Ghoncharenko I.O. (2020). Pidvyshhennja ekologichnoji bezpeky ob’ektiv povodzhennja z tverdymy pobutovymy vidkhodamy [Increasing environmental safety of solid household waste management objects]. *Dys. na zdobuttja naukovogho stupenja candidate of tekhnichnykh sciences*. URL: <http://www.nieep.kharkov.ua/node/2761> [in Ukrainian].
- Teljura N.A. (2019). Pidvyshhennja ekologichnoji bezpeky evtrofovanykh vodnykh ob’ektiv shljakhom vprovadzhenja priorytetnykh tekhnologhij vodovidvedennja v naselenykh punktakh [Increasing of an ecological safety of eutrophic water bodies via the implementation of priority water disposal technologies in settlements]. *Dys. na zdobuttja naukovogho stupenja candidate of tekhnichnykh sciences*. URL: <http://www.nieep.kharkov.ua/node/2761> [in Ukrainian].

11. Palaghuta O.V. (2014). Ocinka vplyvu na navkolyshnje pryrodne seredovyshe za ekologichnymi indykatornymi pokaznykami [Assessment of technogenic impact on the natural environment using environmental indicators]. Dys. na zdobuttja naukovogho stupenja candidate of tekhnichnykh sciences. URL: <http://www.niep.kharkov.ua/node/2761> [in Ukrainian].

12. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies (2007). United Nations, New York. [Electronic resource] URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/guidelines.pdf> [in English].

13. Kerivnyctvo iz zastosuvannja ekologichnykh pokaznykiv u krajinakh Skhidnoji Jevropy, Kavkazu ta Centraljnoji Aziji: (2006). [Guidelines for the application of environmental indicators in Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia]. Donecjk [in Ukrainian].

14. Iryna Atamuradova ta in. (2007). Ekologichni pokaznyky ta zasnovani na nykh ocinochni dopovidi.

Skhidna Jevropa, Kavkaz i Centraljna Azija [Environmental indicators and assessment reports based on them. Eastern Europe, Caucasus and Central Asia]. Njju-Jork, Zheneva: Vydannja Orghanizaciji Ob'jednanykh Nacij [in Ukrainian].

15. Statystychni zbirnyky «Dovkillja Ukrainy». Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [State Statistics Service of Ukraine]. [Elektronic resource]. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_dov_zb.htm. (Access data 12.10.2023) [in Ukrainian].

16. Nacionaljni dopovidi pro stan navkolyshnjogho pryrodnogho seredovyssha v Ukraini. Ministerstvo zakhystu dovkillja ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. [Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine]. [Elektronic resource]. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/natsionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-pryrodnogo-seredovyssha-v-ukraini>. (Access data 12.10.2023) [in Ukrainian].

Стаття надійшла 27.09.2023