

УДК 519.816:519.237.8

Т.Г. Ємел'яненко

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
**ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТЯ РІШЕНЬ ПІД ЧАС ОЦІНКИ СТАНУ
ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ**

Запропоновано використовувати підхід аналітичної ієрархії для побудови вектора оцінок техногенно небезпечних об'єктів на територіях гірничо-збагачувальних комбінатів.

Ключові слова: вектор оцінок техногенно небезпечних об'єктів, екологічна оцінка, індекс узгодженості, підхід аналітичної ієрархії

Предложено использовать подход аналитической иерархии для построения вектора оценок техногенно опасных объектов на территориях горно-обогатительных комбинатов.

Ключевые слова: вектора оценок техногенно опасных объектов, экологическая оценка, индекс согласования, подход аналитической иерархии

It is offered to use the approach of analytical hierarchy for construction of a vector of estimations dangerous objects in territories of mountain-concentrating industrial complexes.

Keywords: vector of estimations dangerous objects, ecological estimation, concordance indexes, the analytic hierarchy process

Вступ. Території гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) характеризуються наявністю великої кількості техногенних об'єктів: кар'єрів, хвостосховищ, проммайданчиків, які по-різному та з різною силою впливають на стан екологічної ситуації. Визначення об'єкта чи групи об'єктів, які наносять найбільшу шкоду природному середовищу, дозволить провести низку заходів щодо покращення екологічної ситуації на територіях ГЗК.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Екологічна оцінка – це процес планування, який використовується для прогнозу, аналізу впливів на навколишнє природне середовище У роботі Я.О. Адаменко [1] виконано обґрунтування процедури оцінки впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище, запропонований підхід передбачає використання методу Делфі та багатокритеріальної теорії корисності. Робота І.В. Гопчака [2] присвячена екологічній оцінці стану поверхневих вод. У роботі В.О. Сляднева [3] виконано оцінку стану підземних вод та особливостей техногенного навантаження для Центрального Донбасу.

Постановка задачі. Задана множина альтернатив $A = \{A_i; i = \overline{1, C_a}\}$ (в якості альтернатив виступають об'єкти техногенного навантаження), де C_a – кількість альтернатив; множина критеріїв $K = \{K_j; j = \overline{1, C_k}\}$, де C_k – кількість критеріїв, за якими порівнюються альтернативи. Необхідно побудувати вектори відносної ваги кожної i -ї альтернативи $\{w_{ij}; i = \overline{1, C_a}, j = \overline{1, C_k}\}$ за кожним j -м критерієм, за допомогою яких визначити найбільш техногенно небезпечні об'єкти на території ГЗК.

Основний матеріал. Дослідженню підлягала територія, що розташована у північній частині Криворізького залізничного басейну, яка включає хвостосховище ПівніГЗК та територію, що прилягає до нього. У хвостосховище виконується неперервний викид вод з шахт ім. Леніна, «Гвардійська», «Центральна», «Анновського» та «Першотравенського» кар'єрів, а також побутових стоків.

Визначення основних джерел забруднення виконано на основі експертних оцінок техногенних об'єктів [3]. Експертами-фахівцями предметної галузі – були визначені шість об'єктів (шахта ім. Леніна та «Гвардійська», кар'єри «Першотравенський» і «Анновський», побутові стоки, шахта «Центральна»).

Вплив техногенних об'єктів на стан довкілля вивчався за п'ятьма критеріями:

- вміст іонів хлору (мг/л) у пробах води;
- вміст сульфат-іонів (мг/л) у пробах води;
- загальна жорсткість води (мг-екв/л) з урахуванням вмісту іонів кальцію та магнію;
- вміст іонів натрію (мг/л) у пробах води;
- мінералізація води.

Ієрархія міри впливу на екологічний стан території ПівніГЗК представлена на рис. 1.

Результати порівнянь представлені у вигляді матриць парних порівнянь об'єктів за кожним критерієм, кожний елемент матриці – значення у фундаментальній шкалі – це шкала словесних визначень рівня важливості, за нею кожному визначенню ставить у відповідність число (еквівалентність – 1, незначна перевага – 2, помірна перевага – 3, помірна плюс перевага – 4, істотна перевага – 5, істотна плюс перевага – 6, значна перевага – 7, дуже значна перевага – 8, надзвичайна перевага – 9). Експерту послідовно пред'являються пари

альтернатив (A_i, A_p) та пропонується визначити міру d_{ip} переваги альтернативи A_i над альтернативою A_p відносно деякого критерію K_j . При цьому, якщо експерту була пред'явлена пара (A_i, A_p) та він визначив міру d_{ip} , то пара (A_p, A_i) вже не пред'являється, а міра переваги d_{pi} визначається як $d_{pi} = \frac{1}{d_{ip}}$.

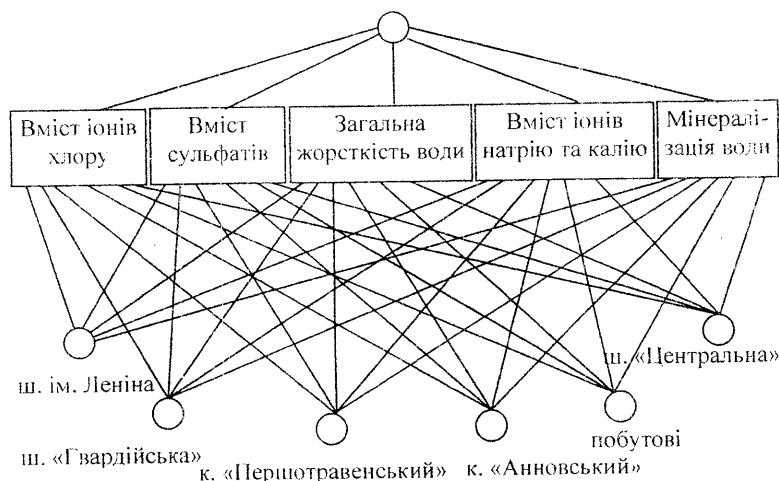


Рис. 1 Ієрархія впливу техногенних об'єктів на екологічний стан території Північного Закарпаття

Елементи $d_{ip}, i, p = \overline{1, C_a}$ утворюють свертранзитивну квадратну матрицю попарних порівнянь D (1). При цьому елемент d_{ip} можна тлумачити як відношення ваг альтернатив A_i і A_p , тобто $\frac{w_i}{w_p}$

$$D = \begin{pmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_1 & w_2 & \dots & w_k \\ w_2 & w_2 & \dots & w_2 \\ w_1 & w_2 & \dots & w_k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_k & w_k & \dots & w_k \\ w_1 & w_2 & \dots & w_k \end{pmatrix} \quad (1)$$

Найбільш математично обгрунтованим методом обчислення відносних ваг альтернатив, виходячи з матриці D , є метод власного вектора Сааті. У роботах Т. Сааті запропоновано в якості множини відносних ваг альтернатив використовувати компоненти власного вектора, що відповідають максимальному власному значенню λ_{\max} матриці D .

В якості показника міри узгодженості матриці D використовувати величину індексу узгодженості $CI = \frac{(\lambda_{\max} - C_a)}{C_a - 1}$. Для оцінки міри узгодженості Т. Сааті пропонує використовувати відношення

узгодженості $CR = \frac{CI}{CIS}$, де CIS – середнє значення CR , обчислене

для великої кількості випадковим образом згенерованих матриць парних порівнянь у фундаментальній шкалі. Рекомендується результуючий вектор відносних ваг вважати прийнятним, якщо CR дорівнює приблизно 0,10 (але не перевищує 0,20). Для $C_a = 3$ CR не повинен перевищувати 0,05, для $C_a = 4$ ця границя дорівнює 0,08.

Оскільки кожний об'єкт оцінюється за групою критеріїв, необхідно мати механізм побудови узагальненої оцінки об'єктів за всіма критеріями. Для побудови векторів оцінок об'єктів було обрано підхід аналітичної ієрархії [4].

Підхід аналітичної ієрархії (Analytic Hierarchy Process – АНП) доцільно використовувати у випадку невеликої кількості заданих альтернатив.

Підхід АНП складається з таких етапів.

1. Структуризація завдання у вигляді ієрархічної структури з декількома рівнями: цілі-критерії-альтернативи.
2. Особа, що приймає рішення (ОПР) виконує попарні порівняння елементів кожного рівня. Результати порівнянь переводяться в числа.

3. Обчислюються коефіцієнти важливості для елементів кожного рівня. При цьому перевіряється узгодженість суджень ОПР.

4. Підраховується кількісний індикатор якості кожної з альтернатив і визначається найкраща альтернатива.

На нижньому рівні ієрархічної схеми порівнюються задані альтернативи за кожним критерієм окремо.

Синтез отриманих коефіцієнтів важливості здійснюється за формулою

$$S_i = \sum_{j=1}^{C_k} v_j w_{ij}, i = \overline{1, C_a} \quad (2)$$

де S_i – показник якості i -ї альтернативи (об'єкта техногенного навантаження); v_j – вага j -го критерію (в нашому випадку вважаємо, що $\forall j v_j = 1$); w_{ij} – відносна важливість i -ї альтернативи за j -м критерієм, C_k – кількість критеріїв.

Доцільність застосування цього методу обумовлена складністю оцінки залежностей між ознаками. Крім того, експертам значно легше оцінювати пару об'єктів, ніж ранжувати всю множину об'єктів.

Оскільки всі критерії були оцінені експертами як рівнозначні, то всі вони отримали умовну вагу, що дорівнює одиниці.

У табл. 1 наведені вектори пріоритетів для критеріїв, а також відповідні їм власні значення, індекс та відношення узгодженості.

Таблиця 1

Вектори пріоритетів

Критерій	Вміст іонів хлору	Вміст сульфат-іонів	Жорсткість води	Вміст іонів натрію та калію	Мінералізація
1	2	3	4	5	6
Вектор	0,241	0,151	0,119	0,169	0,112
	0,327	0,093	0,241	0,342	0,341
	0,105	0,271	0,170	0,150	0,112
	0,105	0,271	0,208	0,113	0,189
	0,154	0,120	0,175	0,141	0,152
	0,067	0,093	0,087	0,084	0,094
Власне значення	6,170	6,041	6,200	6,069	6,062
Індекс узгодженості	0,034	0,008	0,040	0,014	0,012
Відношення узгодженості	0,025	0,006	0,030	0,010	0,009

Діаграма загального ранжирування альтернатив – об'єктів техногенного навантаження – представлена на рис. 2. Ранжирування отримано на основі векторів ранжирувань альтернатив за кожним критерієм, зважених коефіцієнтами відносної важливості критеріїв.

Таким чином, згідно методу аналізу ієрархії, упорядкування об'єктів за рівнем небезпечності для природного середовища наступне: ш. Гвардійська (відносна вага – 0.269), к. «Анновський» (відносна вага – 0.162), ш. ім. Леніна (відносна вага – 0.158), побутові стоки (відносна вага – 0.149), ш «Центральна» (відносна вага – 0.085). Тобто найбільш техногенно небезпечним об'єктом є шахта «Гвардійська». Крім того, слід відмітити, що для всіх матриць парних порівнянь відношення узгодженості не перевищує 0.1, що відповідає достатній мірі узгодженості міркувань експертів.

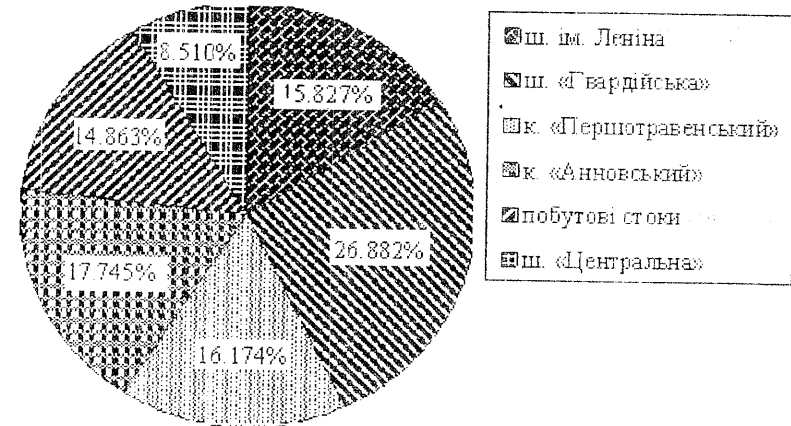


Рис. 2. Діаграма загального ранжирування об'єктів техногенного навантаження

Запропонований підхід знайшов свою реалізацію в розробленому автором програмному забезпеченні. Воно створено у середовищі Borland Delphi 6.0 на мові Object Pascal.

Висновки. Запропоновано використовувати підхід аналітичної ієрархії, який забезпечує підтримку прийняття рішень на етапі формування рекомендацій дослідникові з метою вибору найбільш небезпечних техногенних об'єктів. Апробація була виконана на даних гідро-геохімічного моніторингу території Північного ГЗК Криворізького залізорудного басейну.

Бібліографічні посилання

1. Адаменко Я.О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: автореф. дис. на здобуття ступеня д-ра техн. наук: 21.06.01. / Я.О. Адаменко – І.-Ф., 2006. – 39 с.
2. Гопчак І.В. Екологічна оцінка стану поверхневих вод Волинської області та нормування їх якості: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. географ. наук: 11.00.07. / І.В. Гопчак – К., 2007. – 20 с.
3. Слядnev В.О. Оцінка впливу уразливості підземних вод на екологічну безпеку Центрального Донбасу в умовах закриття вугільних шахт: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. геол. наук: 21.06.01. / В.О. Слядnev – К., 2006. – 21 с.
4. Воронина, Т.В. Математическое моделирование формирования химического состава воды техногенных водоемов / Т.В. Воронина, Т.Г. Емельяненко // Матеріали третьої міжнародної молодіжної наукової конференції «Довкілля – XXI», 5-6 жовтня 2006 р., Дніпропетровськ, Т. 3, С. 11-12.
5. Saaty, T.L. Multicriteria Decision Making: The Analytical Hierarchy Process / T.L. Saaty. – N.Y.: McGrawHill, 1990. – 502 p.

Надійшла до редколегії 10.07.09

УДК 519.254

О.М. Мацуга

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖИ «НОРМА-ПАТОЛОГІЯ» МЕДИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Запропоновано визначати межу «норма-патологія» медичних показників на основі моделей сплайн-нормальних та сумішей нормальних розподілів.

Ключові слова: відтворення функції розподілу, «норма-патологія», нормальний розподіл, первинний статистичний аналіз, сплайн-нормальний розподіл.

Предложено определять границу «норма-патология» медицинских показателей на основе моделей сплайн-нормальных и смесей нормальных распределений.

Ключевые слова: восстановление функции распределения, «норма-патология», нормальное распределение, первичный статистический анализ, сплайн-нормальное распределение

Proposed to determine the «norma-patologiya» border of medicine indicators based on spline-normal and mixtures of normal distributions.

Keywords: distribution function restoration, «norm-pathology», normal distribution, initial statistical analysis, spline-normal distribution

Постановка задачі. Нехай задано заміри показника у вигляді масиву $\Omega_N = \{x_i, i = \overline{1, N}\}$, де x_i – значення показника у i -го пацієнта; N – кількість пацієнтів.

Припускається, що в якості імовірнісної моделі показника виступає один з таких розподілів:

– нормальний розподіл

$$F(x; \bar{\theta}^i) = \frac{1}{\sigma^i \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{y-m^i}{\sigma^i}\right)^2\right) dy = \Phi\left(\frac{x-m^i}{\sigma^i}\right),$$

де $\bar{\theta}^i = \{m^i, \sigma^i\}$ – вектор параметрів розподілу; $\Phi(\bullet)$ – функція Лапласа;

– сплайн-нормальний розподіл з одним вузлом склеювання