

## **ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

УДК 330.15 : 338.2 : 553.04

**О. А. УЛИЦЬКИЙ,**

*доктор геологічних наук,*

*доцент кафедри геології,*

*директор Навчально-наукового інституту екологічної безпеки та управління*

*Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління,*

**О. М. СУХІНА,**

*кандидат економічних наук,*

*старший науковий співробітник відділу*

*економічних проблем екологічної політики та сталого розвитку*

*ДУ "Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України",*

**М. В. КРОТИНОВА,**

*студентка Національного авіаційного університету*

*(Київ)*

### **ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВУГЛЕВИДОБУВНОГО ВИРОБНИЦТВА: РОЗРОБКА УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ МЕТОДУ "SEVEN NEW TOOLS"**

*Розроблено методологічні підходи до оптимізації системи управління процесами екологізації вуглевидобувного виробництва шляхом наукового обґрунтування необхідності застосування методу "seven new tools" (у тому числі матриць пріоритетів, діаграми зв'язків побічних продуктів вуглевидобування з природою). Виконано аналіз рівнів геолого-екологічних загроз і ризиків, які виникають у геологічному середовищі, де відбувається закриття вугільних шахт. Запропоновано методіку аналізу ієрархій факторів впливу на геологічне середовище у вуглевидобувних регіонах.*

**Ключові слова:** управління процесами екологізації вуглевидобувного виробництва, метод аналізу ієрархій, матриця попарних порівнянь, пріоритет, діаграма зв'язків побічних продуктів вуглевидобування з природою, закриття шахт, геолого-екологічні загрози і ризики.

**O. A. ULYTS' KYI,**

*Doctor of Geol. Sci.,*

*Assoc. Professor of the Chair of Geology,*

*Director of the Educational-Scientific Institute of Environmental Security and Management,*

*State Environmental Academy of Graduate Education and Management,*

**O. M. SUHINA,**

*Cand. of Econ. Sci.,*

*Senior Sci. Researcher of the Department*

*of Economic Problems of Environmental Policy and Sustainable Development,*

*Institute of Nature Management Economy and Sustainable Development of the NAS of Ukraine,*

**M. V. KROTYNOVA,**

*Student of the National Aviation University*

*(Kyiv)*

### **ECOLOGIZATION OF THE COAL-MINING: THE DEVELOPMENT OF MANAGERIAL DECISIONS ON THE BASIS OF THE "SEVEN NEW TOOLS" METHOD**

*Some methodological approaches to the optimization of the system of management of processes of ecologization of the coal-mining by means of the scientific substantiation of the*

© Улицький Олег Андрійович (Ulyts'kyi Oleg Andriiovych), 2016; e-mail: olegulytsky@gmail.com;

© Сухіна Олена Миколаївна (Suhina Olena Mykolaivna), 2016; e-mail: olsuhina@ukr.net;

© Кротинава Марина Віталіївна (Krotynova Maryna Vitaliivna), 2016; e-mail: kr.marina.9800@gmail.com.

*necessity to apply the method of “seven new tools” (including a matrix of priorities and a diagram of connections of side products of the coal-mining with the Nature) are developed. The levels of geological-environmental threats and risks arising in the geological medium, where the coal mines are closed down, are analyzed. A method of analysis of the hierarchies of factors influencing the geological medium in coal-mining regions is proposed.*

**Keywords:** management of processes of ecologization of the coal-mining, method of analysis of hierarchies, matrix of pairwise comparisons, priority, diagram of connections of side products of the coal-mining with the Nature, shutdown of mines, geological-environmental threats and risks.

На даний час формується принципово нова філософія управління виробництвом, в основі якої лежить критерій якості. У поняття “якість” включають якість усіх процесів, виконуваних на підприємстві (в тому числі екологізації виробництва). Система якості є сукупністю завдань, які вирішуються на різних етапах гірничодобувного виробництва (ГДВ), і методів їх реалізації. Стимули, що мотивують впровадження ефективних інструментів раціонального природокористування в Україні та за кордоном, дещо відрізняються. Для підприємств західного світу усвідомленим є бажання поліпшити імідж та увійти до когорти лідерів на ринку, а для українських підприємств – прагнення отримати податкові та інші пільги. Оскільки в Україні для природокористувачів ще не сформувалося макросередовище, яке б спонукало їх приймати дійові управлінські рішення, то сьогодні забезпечення процесу екологізації ГДВ набуває дедалі більшого значення: в умовах конкурентної боротьби саме якість забезпечує життєздатність підприємства (і в тому числі якість екологізації ГДВ).

У системі управлінських рішень у процесі екологізації вуглевидобувного виробництва восьмий клас методів, побудованих на інструментах управління якістю, має важливе значення. До цих методів належать “сім основних інструментів” (seven basic tools) і “сім нових інструментів” (seven new tools) підвищення якості, які сприяють розробці нових проривних рішень. Ці назви можуть варіюватися – наприклад, метод “сім нових інструментів управління якістю (контролю якості чи планування та управління або управління процесом удосконалення)” та ін. Для розв’язання більш складних проблем додатково можуть застосовуватися “сім нових інструментів контролю якості” (в тому числі діаграма спорідненості; діаграма зв’язків; деревоподібна діаграма; матрична діаграма; матриця пріоритетів; блок-схема процесу ухвалення рішення; стрілочна діаграма). Метод “seven new tools” розроблено об’єднанням IUSE (Союз японських учених та інженерів) у 1979 р. і так називається досі, а їм передували базові інструменти управління, розроблені раніше, – “seven basic tools”. Метод “сім основних інструментів управління якістю” базується на науково-практичному підході та допомагає вирішувати більшість проблем якості, які виникають. Він розроблений з метою застосування усім персоналом підприємства, а проблеми, що залишилися, повинні вирішуватися за допомогою методу “сім нових інструментів управління процесом удосконалення”, який належить до методів опрацювання, здебільшого, словесних (описових) даних (крім матриці пріоритетів, в якій використовуються статистичні дані).

Оскільки призначення методу “сім нових інструментів управління якістю” полягає у сприянні вирішенню проблем, які виникають на етапі проектування, а його мета – у сприянні вирішенню проблем, які виникають у процесі організації, планування та управління господарською діяльністю, при цьому процес екологізації виробництва включає і планування, і організацію, і мотивацію, і контроль (як зворот-

ний зв'язок), то використання такого методу є цілком доречним. О.М. Сухіна викремила понад 250 етапів екологізації гірничодобувного виробництва [1]. Використання інструментів управління якістю дозволить заощаджувати ресурси і збільшувати чистий прибуток підприємства.

У цій статті автори використали діаграму зв'язків (яка забезпечує загальне планування) і матрицю пріоритетів (яка забезпечує проміжне планування). Діаграма зв'язків — це **логічний** інструмент, який дозволяє виявляти логічні зв'язки між основною ідеєю, проблемою та різними факторами впливу, а також застосовується для виявлення зв'язків між причинами виникнення проблеми і вибором пріоритетів для докладання зусиль у ті сфери, що принесуть найбільшу віддачу для вирішення відповідної проблеми. Логічність діаграми зв'язків полягає в тому, що за наявності великої кількості (від декількох десятків) об'єктів асоціативні здібності людини починають поступатися перед інструментами логічного аналізу. Матриця пріоритетів є інструментом для опрацювання великої кількості числових даних, отриманих при побудові матричних діаграм (таблиць якості), з метою виявлення пріоритетних даних, найважливіших для розв'язання розглядуваної проблеми.

Досягнення цілей екологізації вуглевидобувного виробництва передбачає трансформування об'єктів екологічно деструктивного впливу — процесів виробництва, продуктів, шкідливих речовин та ін. Усунення або послаблення дії багатьох екологічно деструктивних факторів (забруднення навколишнього природного середовища, порушення ландшафтів, негативного впливу на флору, фауну, здоров'я людей та ін.) вимагають конкретизації цілей екологізації та розробки системи відповідних заходів: реструктуризації вуглевидобувної промисловості; перепрофілювання підприємств; заміни екологічно деструктивних технологічних процесів; підвищення рівня енергозбереження; зниження енергомісткості виробництва тощо. Для модернізації системи управління у сфері охорони навколишнього природного середовища на вуглевидобувних підприємствах і визначення пріоритетних заходів щодо екологізації вуглевидобувного виробництва доцільно впроваджувати нові логічні інструменти управління.

Екологізація вуглевидобувного виробництва є процесом подальшого вдосконалення геологічного вивчення і видобування корисних копалин на основі оптимізації інституціонального (в першу чергу, економічного, інструментами якого будуть вилучення і справедливий розподіл екологічної ренти [2]) впорядкування державного управління у сфері надрокористування, спрямованого на охорону надр, раціональне використання природних ресурсів, охорону навколишнього природного середовища у вуглевидобувних регіонах з позицій стратегічних потреб майбутніх поколінь, а також на реконструкцію та модернізацію обладнання, впровадження нових технологій і техніки.

Екологізація ГДВ теж передбачає більш якісне використання економічних і правових принципів та інструментів раціоналізації надрокористування ринкового спрямування (таких, як екологічна експертиза, оцінка впливу на навколишнє природне середовище (ОВНС), екологічний моніторинг, екологічний аудит та інші заходи запобіжного характеру); поглиблення еколого-економічних досліджень (щодо оцінки збитків від забруднення навколишнього природного середовища, оцінки соціально-економічної шкоди здоров'ю населення від погіршення якості продуктів харчування та ін.); участь громадян у вирішенні екологічних проблем гірничопромислових регіонів; попередження правопорушень надрокористувачів у відношенні до сформованих природно-технічних геосистем та ін. [3; 4; 5; 6; 7].

Економічними заходами обмеження є оподаткування, податкове стимулювання і страхування.

Модернізації системи управління у сфері охорони природи у вуглевидобувних регіонах і державного управління процесами екологізації вуглевидобування сприяли праці таких українських вчених, як М.М. Биченок, С.П. Іванюта та Є.О. Яковлев [3], Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль і Ю.Л. Забулонов [5], І.М. Кобушко [4], Н.В. Маєвська [6] та інші. Цими дослідниками, зокрема, вдосконалювалися механізми державного управління процесами екологізації вуглевидобувного виробництва, здійснювалися економічна оцінка природного, техногенного та екологічного ризиків, оцінка впливу на навколишнє природне середовище, оцінка збитків, завданих природі [8]. Проте проблема екологізації вуглевидобування залишається відкритою.

**Метою статті** є модернізація системи управління процесами екологізації вуглевидобувного виробництва шляхом наукового обґрунтування необхідності застосування нових логічних інструментів управління, розробки методології запобігання геолого-екологічним загрозам і ризикам у зонах впливу вугільних шахт на навколишнє природне середовище, а також визначення пріоритетності реабілітаційних заходів.

Крім того, цю статтю присвячено визначенню рівнів еколого-геологічних загроз і пріоритетності заходів щодо захисту навколишнього природного середовища у вуглевидобувних регіонах, де відбувається закриття шахт (на прикладі Донецького вуглевидобувного регіону). Завдяки використанню широкого кола досліджень авторам вдалося досягти нових наукових результатів, серед яких, зокрема, такі: 1) розробка пропозицій щодо оптимізації управління процесами екологізації вуглевидобувного виробництва; 2) розробка методики аналізу ієрархій факторів впливу на навколишнє природне середовище у вуглевидобувних регіонах; 3) застосування нових логічних інструментів управління: матриць пріоритетів – для попарних порівнянь факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища; діаграми зв'язків – для виявлення зв'язків побічних продуктів вуглевидобування з природою; 4) аналіз рівнів еколого-геологічних загроз і ризиків при ліквідації вуглевидобувних підприємств; 5) удосконалення методологічних підходів до оцінки екологічного ризику у вуглевидобувних регіонах; 6) визначення локальних і глобальних пріоритетів серед факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища та здоров'я населення. У січні 2014 р. в Україні схвалено Концепцію управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру \*, яка повинна посприяти вирішенню проблеми ризиків (і в тому числі у вуглевидобувній галузі). Дослідження авторів статті спрямовано на реалізацію основних положень, сформульованих у таких важливих державних документах: Енергетична стратегія України на період до 2030 року; Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2015 року; Основні засади (стратегія) державної екологічної політики на період до 2020 року; Концепція розвитку вугільної промисловості; Концепція сталого розвитку населених пунктів; та ін.

Для ефективного забезпечення управління процесами екологізації вуглевидобувного виробництва доцільно використовувати нові логічні інструменти управлін-

\* Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру : розпорядження Кабінету Міністрів України від 22.01.2014 р. № 37-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/37-2014-%D1%80>.

ня – моделі прийняття рішень (складові теорії прийняття рішень). Нові технології розширюють потенціал проектування та управління (у тому числі у сфері охорони навколишнього природного середовища у вуглепромислових регіонах). У кожній науці логіка є одним з основних інструментів. У цій статті буде розглянуто матриці попарних порівнянь і діаграми зв'язків. Матриця попарних порівнянь (matrix data analysis) (або матриця пріоритетів, матриця переваг, матриця критеріїв, матриця суджень, аналіз матричних даних, метод матричного аналізу даних, метод бінарних (або попарних) порівнянь), запропонована американським дослідником Т. Сааті [9]), є методом пошуку ідей та створення інновацій, інструментом кількісного аналізу при прийнятті рішень і складовою методу аналізу ієрархій (МАІ) – математичного інструменту системного підходу до складних проблем прийняття рішень у теорії прийняття рішень.

Матриця пріоритетів є новим логічним інструментом для опрацювання великої кількості числових даних, отриманих при побудові матричних діаграм (таблиць якості), для виявлення пріоритетних даних (у ході двоетапної процедури їх ранжирування за ступенем важливості) за необхідності подання їх у більш наочному вигляді або для вибору з великої кількості числових даних найбільш важливих для вирішення певної проблеми. Матриця пріоритетів забезпечує проміжне планування, сприяє з'ясуванню сили зв'язків між змінними, які було статистично визначено, і допомагає їх графічно проілюструвати. Варіанти побудови матриць пріоритетів залежать від методу визначення критеріїв, за яким оцінюється пріоритетність даних (аналітичний метод, метод визначення критеріїв на основі консенсусу, матричний метод). Метод попарних порівнянь дозволяє порівнювати дві альтернативи та формулювати результат такого порівняння у ранговій шкалі. При більшій кількості альтернатив використання цього методу дає можливість порівнювати кожен парю альтернатив і одержати ряд результатів порівняння. Після складання матриці попарних порівнянь обчислюється вектор пріоритетів. Відносна сила, величина або ймовірність присутності кожного окремого об'єкта в ієрархії визначаються оцінкою відповідного йому елемента власного вектора матриці пріоритетів, нормалізованого до 1. На основі методу попарних порівнянь реалізується метод аналізу ієрархій Т. Сааті, який являє собою варіант багатокритеріальної оптимізації.

На практиці МАІ (Т. Сааті) можна реалізувати для оцінки екологічних ризиків (наприклад, для програм відновлення втрачених властивостей природно-техногенних геосистем). У сфері надкористування матриці пріоритетів (квадратичні матриці) можуть бути використані: для визначення пріоритетних факторів ризику для природи шляхом попарних порівнянь факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища, виявлених на основі аналізу виробничих показників діяльності вуглевидобувних підприємств або показників техногенного навантаження на природу або попарних порівнянь факторів екологічного ризику для природи, визначених на основі експертних оцінок; для визначення пріоритетних факторів ризику для здоров'я населення шляхом попарних порівнянь факторів екологічного ризику для здоров'я населення, виявлених на основі експертних оцінок та ін. По кожному з факторів встановлюються ваговий коефіцієнт (пріоритетність фактора) і вклад кожного фактора екологічного ризику у техногенне навантаження на геологічне середовище. Вагові коефіцієнти розраховуються на основі попарних порівнянь факторів ризику та оцінки відносної пріоритетності факторів. Для проведення попарних порівнянь елементів доцільно використовувати шкалу ієрархій (Т. Сааті, 1980) [9; 10].

Тому О.А. Улицьким для оцінки геолого-екологічних ризиків побудовано спеціальні матриці, що враховують ступінь впливу та ймовірність виникнення наслідків забруднення геологічного середовища у вигляді вагового коефіцієнта (пріоритетності фактора) та експертного оцінювання відносної важливості одного фактора над іншим.

Серйозним позитивним етапом для екологізації вуглевидобувного виробництва є оцінка екологічних та еколого-економічних ризиків, яка дозволяє у реальних масштабах оцінити наслідки впливу небезпечних техногенних факторів на навколишнє природне середовище і здоров'я людини. Пріоритетні фактори оцінки екологічного ризику визначалися на основі експертних оцінок та аналізу фізико-географічних, кліматичних, рекреаційних, соціальних характеристик на території зони впливу підприємств модельованого ряду. На базі факторного аналізу було зроблено попарні порівняння факторів і встановлено відносну перевагу одного фактора над іншим. На основі попарних порівнянь для кожного фактора було визначено ваговий коефіцієнт (пріоритетність фактора), який показує вагу або вклад кожного фактора екологічного ризику в техногенне навантаження на навколишнє природне середовище. У рамках досліджень визначалися пріоритети для таких факторів екологічного ризику, як викиди в атмосферу, вивітрювання матеріалу з териконів, забруднення води, порушення водного режиму, забруднення ґрунтів, порушення земної поверхні.

Для прийняття рішення відносно того, що саме завдає найбільшої шкоди навколишньому природному середовищу і здоров'ю населення, було побудовано ієрархію факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища і здоров'я населення (далі – “ієрархія”) (рис. 1), яка містить мету і критерії оцінки забруднення.



**Рис. 1. Ієрархія факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища і здоров'я населення**

З метою визначення пріоритетів усіх критеріїв ієрархії застосовано метод попарних порівнянь на основі кількісних експертних оцінок відносної важливості лівих елементів матриці над елементами угорі. Зазначена матриця попарних порівнянь факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища

ша є квадратичною (табл. 1). Крім того, це матриця пріоритетів (попарних порівнянь) як новий логічний інструмент управління у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Таблиця 1

**Матриця попарних порівнянь факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища, визначених на основі експертних оцінок (на прикладі шахт Торезько-Сніжнянського вуглепромислового регіону Донбасу) \***

Фактори екологічного ризику	Викиди в атмосферне повітря	Вивітрювання матеріалу з териконів	Забруднення води	Порушення водного режиму	Забруднення ґрунтів	Порушення земної поверхні	Пріоритети
Викиди в атмосферне повітря.....	1,000	5,000	1,000	1,000	5,000	5,000	0,300
Вивітрювання матеріалу з териконів.....	0,500	1,000	0,500	0,500	1,000	0,300	0,078
Забруднення води.....	1,000	5,000	1,000	2,000	3,000	2,000	0,265
Порушення водного режиму	1,000	5,000	0,200	1,000	3,000	1,000	0,161
Забруднення ґрунтів.....	0,500	1,000	0,300	0,300	1,000	0,300	0,065
Порушення земної поверхні	0,500	3,000	0,200	1,000	3,000	1,000	0,132

\* Складено О.А. Улицьким за матеріалами власного дисертаційного дослідження (автореферат дисертації [10]).

На основі отриманої матриці нами було визначено локальні оцінки пріоритетності критеріїв за формулою (1), з використанням яких за формулою (2) розраховано узагальнюючі оцінки пріоритетності кожного критерію, тобто глобальні пріоритети.

**Локальні пріоритети**

$$A_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, \quad (1)$$

$$A_1 = \sqrt[6]{1 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 5} = 2,054,$$

$$A_2 = \sqrt[6]{0,5 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,3} = 0,579,$$

$$A_3 = \sqrt[6]{1 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2} = 1,979,$$

$$A_4 = \sqrt[6]{1 \cdot 5 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1} = 1,2,$$

$$A_5 = \sqrt[6]{0,5 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 0,3} = 0,488,$$

$$A_6 = \sqrt[6]{0,5 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1} = 0,669,$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 = 6,969.$$

**Глобальні пріоритети**

$$B_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}, \quad (2)$$

$$B_1 = A_1/A = 0,300,$$

$$B_2 = A_2/A = 0,078,$$

$$B_3 = A_3/A = 0,265,$$

$$B_4 = A_4/A = 0,161,$$

$$B_5 = A_5/A = 0,065,$$

$$B_6 = A_6/A = 0,132.$$

Згідно з експертними оцінками, найважливішим фактором екологічного ризику є викиди в атмосферу (ваговий коефіцієнт – 0,300). На 2-му місці – забруднення води (відповідно, 0,265), на 3-му – порушення водного режиму (0,161), а на 4-му – порушення земної поверхні (0,132). Серед розглянутих факторів екологічного ризику найменше значення для техногенного навантаження мають забруднення ґрунтів (пріоритет – 0,065) і вивітрювання вуглепородного пилу та шкідливих домішок з териконів і відвалів (відповідно, 0,078).

На основі експертних оцінок було визначено також пріоритети серед факторів екологічного ризику для здоров'я населення (табл. 2), розрахунки яких здійснювалися за методикою, аналогічною тій, яку застосовано до попередньої квадратичної матриці – формули (3) і (4).

Таблиця 2

**Матриця попарних порівнянь факторів екологічного ризику для здоров'я населення, визначених на основі експертних оцінок (на прикладі шахт Торезько-Сніжнянського вуглепромислового регіону Донбасу) \***

Фактори екологічного ризику	Викиди в атмосферне повітря	Вивітрювання матеріалу з териконів	Забруднення води	Порушення водного режиму	Забруднення ґрунтів	Порушення земної поверхні	Пріоритети
Викиди в атмосферне повітря.....	1,000	2,000	1,000	3,000	3,000	5,000	0,330
Вивітрювання матеріалу з териконів.....	0,200	1,000	2,000	3,000	2,000	3,000	0,217
Забруднення води.....	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,221
Порушення водного режиму.....	0,300	0,300	0,200	1,000	0,200	1,000	0,061
Забруднення ґрунтів.....	0,300	0,200	0,200	2,000	1,000	3,000	0,101
Порушення земної поверхні.....	0,500	0,300	0,200	1,000	0,300	1,000	0,071

\* Складено О.А. Улицьким за матеріалами власного дисертаційного дослідження (автореферат дисертації [10]).

**Локальні пріоритети**

$$A_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \dot{a}_{ij}}, \tag{3}$$

$$A_1 = \sqrt[6]{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5} = 2,117,$$

$$A_2 = \sqrt[6]{0,2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3} = 1,139,$$

$$A_3 = \sqrt[6]{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2} = 1,414,$$

$$A_4 = \sqrt[6]{0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 1} = 0,392,$$

$$A_5 = \sqrt[6]{0,3 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 3} = 0,645,$$

$$A_6 = \sqrt[6]{0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1} = 0,456,$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 = 6,414.$$

**Глобальні пріоритети**

$$B_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}, \tag{4}$$



$$B_1 = A_1/A = 0,330,$$

$$B_2 = A_2/A = 0,217,$$

$$B_3 = A_3/A = 0,221,$$

$$B_4 = A_4/A = 0,061,$$

$$B_5 = A_5/A = 0,101,$$

$$B_6 = A_6/A = 0,071.$$

Як уже зазначалося, на основі експертних оцінок було визначено також пріоритети серед факторів екологічного ризику для здоров'я населення (див. рис. 1). Оцінка факторів екологічного ризику для здоров'я населення дозволяє встановити пріоритети серед факторів щодо їх шкідливого впливу та послідовність дій в управлінні екологічними ризиками. Визначення пріоритетів серед факторів екологічного ризику для здоров'я населення є лише першим і допоміжним етапом, за яким мають йти власне оцінка ризиків для здоров'я населення та аналіз наслідків несприятливої окремої або комбінованої дії показників господарювання вугільних підприємств, який би враховував біологічну дію шкідливого фактора, ступінь його поширення і стійкість у часовому вимірі, ймовірність виникнення негативних наслідків, чисельність груп населення, які тією чи іншою мірою перебувають під негативним впливом техногенного навантаження.

Отже, на основі експертних оцінок було з'ясовано, що на здоров'я населення найбільше впливають викиди в атмосферу (пріоритет – 0,330). Крім того, забруднення води (пріоритет – 0,221) і вивітрювання гірської породи з териконів (пріоритет – 0,217) теж справляють істотний вплив. Далі йдуть забруднення ґрунтів (пріоритет – 0,101) і порушення земної поверхні (пріоритет – 0,071). Найменше значення має порушення водного режиму (пріоритет – 0,061).

Порівняння важливості факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища і здоров'я населення (див. рис. 1) показало, що на стан природи та здоров'я населення найбільшою мірою впливають викиди в атмосферне повітря (пріоритет для навколишнього природного середовища – 0,300, а для здоров'я населення – 0,330) і забруднення води (пріоритети – відповідно, 0,265 і 0,221). На 3-му місці за рівнем впливу на природу стоїть порушення водного режиму (пріоритет – 0,161), а на здоров'я населення – відповідно, вивітрювання гірської породи з териконів і відвалів (пріоритет – 0,217). Тим часом за впливом на навколишнє природне середовище цей фактор займає лише 5-те місце, що можна пояснити істотним негативним впливом вуглепородного пилу на органи дихання.

До конкретних пропозицій щодо оптимізації системи управління екологічними ризиками у вуглевидобуванні можна віднести такі:

– застосування нових сучасних методів дегазації (одним з небезпечних наслідків ліквідації шахт є вихід шахтних газів на земну поверхню, до будинків і споруд; закриття шахт істотно активізує процеси міграції шахтних газів, що може стати причиною виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та загибелі людей; на базі встановлених механізмів виділення метану на різних етапах розробки вугільних родовищ (від початку експлуатації до моменту ліквідації) розроблено технологію попередження та локалізації підземних пожеж з використанням мембранних газороздільних установок; крім того, обґрунтовано технологічні рішення щодо вилучення і використання метану в умовах вугільних шахт (у тому числі тих, які закриваються); використання розроблених технологій дозволить знизити викиди парникових газів, отримати додаткові енергетичні ресурси і скоротити обсяги використання викопних енергетичних ресурсів);

– рекультивация териконів (при ліквідації неприбуткових шахт невіршеним залишилося питання поведження з багатотоннажними відходами вуглевидобування, які займають значні території та є джерелом негативного впливу на компоненти навколишнього природного середовища і здоров'я населення).

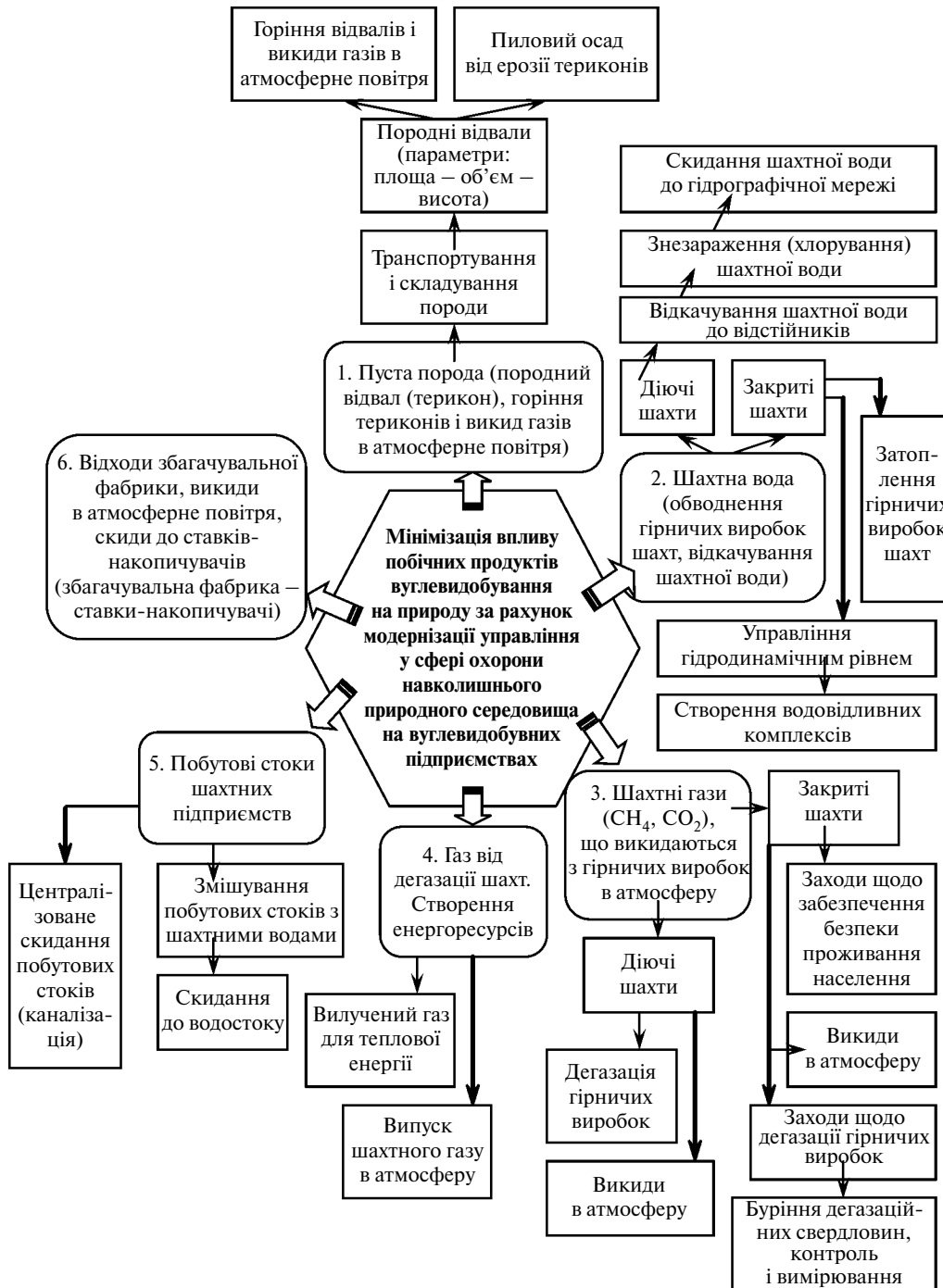
Оскільки екологізація ГДВ передбачає взаємозв'язок і взаємозумовленість будь-яких дій з урахуванням екологічних вимог до розвитку науково-технічного прогресу, то доцільною є побудова діаграми зв'язків (interrelationship diagram) оптимізації управління процесами екологізації ГДВ. Відповідне управління повинне здійснюватися на основі раціонального надро- і природокористування, а також застосування нових технологій, прогресивної організації маловідхідних виробництв та ін. Для більш ефективного вирішення окресленої проблеми, візуалізації, структуризації та класифікації ідей доцільно розробляти діаграму зв'язків процесу мінімізації впливу побічних продуктів видобування корисних копалин на природу за рахунок модернізації системи управління у сфері охорони навколишнього природного середовища на гірничодобувних підприємствах – як новий інструмент управління (і в тому числі управління у сфері охорони природи) та як зручну техніку альтернативного запису.

Діаграма зв'язків є способом зображення процесу загального системного мислення за допомогою схем. Інші назви методу діаграми (графіка) зв'язків – граф зв'язків; діаграма взаємозв'язків; інтелект-карта; карта думок; карта пам'яті; ментальна карта; асоціативна карта; асоціативна діаграма; схема мислення. Діаграма зв'язків дозволяє виявити логічні зв'язки між основною ідеєю, проблемою та різними даними (факторами впливу на природу або ін.) для найбільшої віддачі для вирішення проблеми. Метод діаграми зв'язків є, головним чином, логічним інструментом і допомагає усвідомити невіршені проблеми, розкриваючи раніше невидимі причинні зв'язки між окремими частинами інформації шляхом їх графічного подання. Очікуваними результатами створення діаграми зв'язків є з'ясування логічних зв'язків між причинами виникнення проблеми і результатом дослідження, а також визначення ланок, які ведуть до її вирішення. Крім того, діаграма зв'язків є методом пошуку ідей та створення інновацій, а також являє собою ієрархічну блок-схему і задає ієрархію зв'язку. В основі цієї техніки лежить принцип “радіантного мислення”, що належить до асоціативних розумових процесів, відправною точкою яких є центральний об'єкт. Даний метод – як графічний метод запису знань і систем моделювання – застосовується для систематизації великої кількості логічно зв'язаної інформації.

Кількісна оцінка поточного стану справ для управління природоохоронною діяльністю має 6 аспектів, якими можна скористатися для її визначення. Далі вони наводяться у вигляді діаграми зв'язків (рис. 2) як нового логічного інструменту управління у сфері охорони навколишнього природного середовища на вуглевидобувних підприємствах, який дозволяє виявити логічні зв'язки між основною ідеєю, проблемою та різними даними. Складовими діаграми зв'язків є: ідея – це модернізація управління у сфері поведження з побічними продуктами вуглевидобування, які впливають на навколишнє природне середовище; проблема – вплив побічних продуктів вуглевидобування на природу; різні дані – побічні продукти і джерела їх утворення.

Діаграма зв'язків дозволила виявити логічні зв'язки між проблемою (результатом дослідження) і причинами (даними), які ведуть до її виникнення. Крім того, графічний метод запису знань дав можливість об'єднати у логічну схему технологічні процеси видобування вугілля і його вплив на об'єкти навколишньо-

го природного середовища (і в тому числі геологічного): гідросферу (поверхневу і підземну), гірський масив, ґрунти, атмосферу. Тому термін "зв'язки" тут є досить доречним.



**Рис. 2. Діаграма зв'язків процесу мінімізації впливу побічних продуктів вуглевидобування на природу за рахунок модернізації системи управління у сфері охорони навколишнього природного середовища на вуглевидобувних підприємствах**

Складено О.А. Улицьким та О.М. Сухіною на основі власних умовиводів з використанням нових інструментів управління.

На поданій діаграмі зв'язків виокремлено 6 основних факторів ризику від діяльності вуглевидобувних підприємств для навколишнього природного середовища і здоров'я населення, розташованих у порядку негативного впливу на природу (1 – найбільший вплив – пуста порода (породний відвал (терикон), горіння териконів і викид газів в атмосферне повітря), а 6 – відповідно, найменший вплив – відходи збагачувальної фабрики, викиди в атмосферне повітря, скиди до ставків-накопичувачів (збагачувальна фабрика – ставки-накопичувачі). Таке ранжирування сприятиме визначенню пріоритетних природоохоронних заходів у вуглевидобувних регіонах.

Очевидним є зв'язок, де суб'єктами дії стають природа, людина та ін. Дія суб'єктів проявляється у вигляді екологічних факторів. Як правило, фактор діє на об'єкт не безпосередньо, а через трансформери – атмосферне повітря, водне середовище, ґрунт. Усе це вказує на необхідність оцінити роль побічних продуктів вуглевидобування (наприклад, концентрацію шкідливих речовин, пов'язаних з горінням териконів і викидами газів в атмосферне повітря).

Авторам за допомогою об'єктивного аналізу шахт вдалося розглянути кожну з них з усіх наведених точок зору, з оцінкою інтенсивності впливу на навколишнє природне середовище. Проведений аналіз дозволив отримати рейтингову оцінку забруднення шахт. Сумарний рейтинг (бал) забруднення шахти – це зважена сума балів для териконів, для обсягу та якості шахтної води, що скидається до гідрографічної мережі, та для проблем, які виникають у зв'язку зі скиданням санітарних стоків (від шахтних душових, пралень та їдалень).

### Висновки

Таким чином, модернізація інструментарію наукового дослідження є основою для ефективності управлінських рішень. У застосуванні (вперше) методу “seven new tools” для оптимізації управлінських рішень у процесі екологізації вуглевидобувного виробництва полягає **новизна** даного наукового дослідження. Засоби математичної логіки стали ефективним робочим інструментом для фахівців багатьох галузей науки і техніки, з огляду на що зазначені нові інструменти управління якістю (матриці пріоритетів, діаграми зв'язків та ін.) можуть слугувати базою логічного підходу в теорії управління та в модернізації системи управління процесами екологізації вуглевидобувного виробництва, а також сприятимуть ефективному розвитку видобування вугілля і збереженню навколишнього природного середовища у вуглепромислових районах.

На прикладі шахт Торезько-Сніжнянського вуглепромислового району Донбасу розроблено алгоритм оцінки екологічних ризиків, який ґрунтується на порівняльному аналізі виробничих та екологічних показників вугільних підприємств. Методика аналізу ієрархій факторів впливу на геологічне середовище у вуглевидобувних регіонах формувалася на базі застосування нових логічних інструментів управління – матриць пріоритетів для попарних порівнянь факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища, визначених на основі показників техногенного навантаження і експертних оцінок, а також попарних порівнянь факторів екологічного ризику для здоров'я населення, визначених на основі експертних оцінок. Встановлено локальні пріоритети серед факторів екологічного ризику для навколишнього природного середовища і здоров'я населення. Фактором найбільшого екологічного ризику для природи і здоров'я населення є забруднення атмосферного повітря. Крім того, вагомими факторами екологічного ризику для

навколишнього природного середовища є забруднення вод і порушення земної поверхні, а для здоров'я населення — забруднення вод і вивітрювання вуглепородного пилу та шкідливих речовин з териконів і відвалів. Застосування нового логічного інструменту управління — діаграми зв'язків — дозволило виявити приховані зв'язки побічних продуктів вуглевидобування з природою.

Істотну частину зазначених положень і рекомендацій, які сприятимуть мінімізації негативного впливу видобування кам'яного вугілля на навколишнє природне середовище, було запроваджено у практику вуглевидобувних підприємств Донбасу, що, у свою чергу, сприятиме їх результативній діяльності. Запропоновані авторами методологічні підходи створюватимуть умови для розробки і пошуку за їх допомогою оптимальних форм управління процесами екологізації вуглевидобувного виробництва, для вдосконалення структури та підвищення ефективності системи управління природоохоронною діяльністю у вуглевидобувних регіонах, для запровадження дійовішої екологічної політики та алгоритмування процесу екологізації вуглевидобування. У свою чергу, екологізоване ГДВ сприятиме мінімізації негативного впливу видобування вугілля на навколишнє природне середовище.

#### Список використаної літератури

1. Сухіна О.М. Структуризація процесу екологізації гірничодобувного виробництва державної екологічної політики в умовах децентралізації управління охорони природи / Принципи нової економіки України та формування її фінансово-інвестиційної основи : матер. міжнар. наук.-практ. конф. 10–11 квіт. 2015. — Дніпропетровськ : Видавничий дім "Гельветика", 2015. — С. 109–113.
2. Сухіна О.М. Розвиток теорії екологічної ренти та її справедливого розподілу // Економіка України. — 2014. — № 7. — С. 49–68.
3. Биченок М.М., Іванюта С.П., Яковлев Є.О. Про вплив екзогенних геологічних процесів на рівень техногенних ризиків життєдіяльності // Збірник наукових праць Українського державного геологорозвідувального інституту. — К. : УкрДГРІ, 2006. — № 1. — С. 85–91.
4. Кобушко І.М. Фінансово-економічний механізм екологізації промислового виробництва : автореф. дис. ... канд. екон. наук. — Суми, 2008. — 21 с.
5. Лисиченко Г.В., Забулонов Ю.Л., Хміль Г.А. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління. — К. : Наукова думка, 2008. — 541 с.
6. Маєвська Н.В. Механізми державного управління екологізацією надрокористування у вугільній промисловості України : автореф. дис. ... канд. наук з держ. управління. — Донецьк, 2007. — 20 с.
7. Улицкий О.А., Кротинова М.В. Экологическая безопасность угольных предприятий: индикаторы жизнеспособности экосистемы // Международный научный журнал "Наука и Мир". — 2014. — № 9 (13). — С. 179–183.
8. Сухіна О.М. Методичні засади та шляхи підвищення ефективності природоохоронних витрат при закритті вугільних шахт. — К. : РВПС України НАН України, 2006. — 86 с.
9. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М. : Радио и связь, 1989. — 316 с.
10. Улицкий О.А. Гідрогеологічні та геомеханічні фактори екологічної безпеки геологічного середовища в умовах зняття вугільних шахт з експлуатації : автореф. дис. ... доктора геол. наук. — К., 2014. — 40 с.

References

1. Suhina O.M. *Strukturyzatsiya protsesu ekologizatsii girnychodobuvnogo vyrobnytstva derzhavnoi ekologichnoi polityky v umovakh detsentralizatsii upravlinnya okhorony pryrody, v: Pryntsypy Novoi Ekonomiky Ukrainy ta Formuvannya Ii Finansovo-Investytsiinoi Osnovy, Mater. Mizhnar. Nauk.-Prakt. Konf. 10–11 kvit. 2015* [Structurization of the process of ecologization of the mining in state's ecological policy under conditions of the decentralization of management of the Nature protection, in: Principles of Ukraine's New Economy and the Formation of Its Financial-Investment Basis, Proceed. of the Intern. Sci., April 10–11, 2015]. Dnipropetrovs'k, Gel'vetyka, 2015 [in Ukrainian], pp. 109–113.
2. Suhina O.M. *Pozvytok teorii ekologichnoi renty ta ii spravedlyvogo pozpodilu* [Development of the theory of ecological rent and its just distribution]. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, 2014, No. 7, pp. 49–68 [in Ukrainian].
3. Bychenok M.M., Ivanyuta S.P., Yakovlev E.O. *Pro vplyv ekzogennykh geologichnykh protsesiv na riven' tekhnogennykh ryzykiv zhyttediyal'nosti, v: Zbirnyk Naukovykh Prats' Ukrainy'skogo Derzhavnogo Geologorozviduval'nogo Instytutu* [On the influence of exogenous geological processes on the level of technogenous risks of the vital activity, in: Collection of Scientific Works of the Ukrainian State Geological Survey Institute]. Kyiv, UkrSGSI, 2006, No. 1, pp. 85–91 [in Ukrainian].
4. Kobushko I.M. *Finansovo-ekonomichniy mekhanizm ekologizatsii promyslovogo vyrobnytstva, avtoref. dys. ... kand. ekon. nauk* [A financial-economic mechanism of ecologization of the industrial production, Author's abstract of the Cand. degree thesis (Econ. Sci.)]. Sumy, 2008 [in Ukrainian].
5. Lysychenko G.V., Zabolonov Yu.L., Khmil' G.A. *Pryrodnyi, Tekhnogenyi ta Ekologichnyi Ryzyky: Analiz, Otsinka, Upravlinnya* [Natural, Technogenous, and Ecological Risks: Analysis, Evaluation, and Management]. Kyiv, Naukova Dumka, 2008 [in Ukrainian].
6. Maevs'ka N.V. *Mekhanizmy derzhavnogo upravlinnya ekologizatsiyeu nadrokorystuvannya u vugil'niy promyslovosti Ukrainy, avtoref. dys. ... kand. nauk z derzh. upravlinnya* [Mechanisms of public administration of the ecologization of the use of mineral resources in Ukraine's coal industry, Author's abstract of the Cand. degree thesis (Publ. Admin.)]. Donetsk, 2007 [in Ukrainian].
7. Ulitskii O.A., Krotinova M.V. *Ekologicheskaya bezopasnost' ugol'nykh predpriyatiy: indykatory zhiznesposobnosti ekosistemy* [Ecological security of coal enterprises: indicators of vital activity of the ecosystem]. *Nauka i Mir – Science and World*, 2014, No. 9 (13), pp. 179–183 [in Russian].
8. Suhina O.M. *Metodychni Zasady ta Shlyakhy Pidvyshchennya Efektyvnosti Pryrodookhoronnykh Vytrat pry Zakrytti Vugil'nykh Shakht* [Methodical Principles and Ways to Enhance the Efficiency of Nature-Protecting Expenditures at the Shutdown of Coal Mines]. Kyiv, CSPFU of the NAS of Ukraine, 2006 [in Ukrainian].
9. Saati T.L. *Prinyatie Reshenii. Metod Analiza Ierarkhii* [Decision Making. Method of Analysis of Hierarchies]. Moscow, Radio i Svyaz', 1989 [in Russian].
10. Ulyts'kyi O.A. *Gidrogeologichni ta geomekhanichni faktory ekologichnoi bezpeky geologichnogo seredovyscha v umovakh znyattya vugil'nykh shakht z ekspluatatsii, avtoref. dys. ... dokt. geol. nauk* [Hydrogeological and geomechanical factors of ecological security of the geological medium under the shutdown of coal mines, Author's abstract of the Doct. degree thesis (Geol. Sci.)]. Kyiv, 2014 [in Ukrainian].