

УДК 553.504.06

С. Кошарна, асп.,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна,
E-mail: sofia.kosharna@ukr.net

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ З ВРАХУВАННЯМ АСИМІЛЯЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТЕРИТОРІЙ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мін. наук, проф. М.М. Коржневим)

Проведено аналіз матеріалів, що описують методики обрахунку екологічних ризиків та оцінки асиміляційного потенціалу різних природних середовищ. Дослідження зосереджене на виявленні та обґрунтуванні взаємозв'язків між цими показниками стану територій, та можливостях удосконалення окремих методик розрахунку екологічних ризиків через врахування асиміляційного потенціалу.

Показники стану територій, що задіяні у розрахунках, вказують на доцільність продовження роботи з удосконалення методик обчислення збитків від забруднення як компонентів геологічного середовища, так й інших природних середовищ, оскільки запропоновані для використання залежності із новим ключовим компонентом можуть допомогти збереженню екологічної безпеки територій використання надр та суттєво вплинути на усю систему планування проведення тих чи інших геологічних робіт.

Отримані результати дають надію, що запропонований методичний підхід щодо кількісної оцінки екологічних ризиків з урахуванням асиміляційного потенціалу територій сприятиме спрощенню прогнозування екологічних збитків при плануванні діяльності з використання надр.

Ключові слова: асиміляційний потенціал, екологічні ризики, економічні ризики, антропогенне навантаження, екологічні збитки.

Вступ. За останні роки зростаючий антропогенний вплив на складові геологічного середовища (ГС) країн світу й України в тому числі, його забруднення різними відходами виробництва разом з надмірним використанням природних ресурсів, особливо мінерально-сировинних, обумовив обговорення проблеми асиміляційного потенціалу ГС територій і прогнозування екологічних збитків.

На сьогоднішній день використання асиміляційного потенціалу природного середовища розглядається як вельми своєчасне та актуальне, оскільки асиміляційна здатність ГС щодо викидів, скидів шкідливих речовин і енергії та складування відходів у результаті господарської діяльності є однією з найбільш важливих форм стійкості екосистем стосовно антропогенного впливу. При цьому, оцінка обмеженої здатності екологічних систем щодо нейтралізації та знешкодження, у певних межах, забруднень, разом із встановленням обґрунтованої плати за її використання, є найменш розробленою.

Метою проведеного дослідження було встановлення взаємозв'язку екологічних збитків із екологічними ризиками та ролі, яку відіграє асиміляційний потенціал у даному "симбіозі". Дослідження базується на використанні літературних джерел, у яких піднімаються питання оцінки ризиків для просторово-розосереджених техногенних геологічних систем в умовах широкого розвитку численних загроз.

Постановка проблеми. Враховуючи нерозривність зв'язку всіх природних процесів та явищ із геологічним середовищем і розгляду всіх негативних змін цього середовища з точки зору їхньої прямої небезпеки для людини й природних систем, необхідність удосконалення системи екологічної безпеки шляхом включення нових структурних компонентів ГС постає все більш гостро [1–2].

Існує тісний взаємозв'язок таких понять, як "екологічний ризик" і "асиміляційний потенціал". Кількісним виразом ризику є ймовірний екологічний збиток у випадку його реалізації. Водночас, екологічні збитки, вочевидь, у повному обсязі виникають при зниженні асиміляційного потенціалу території до рівня, меншого за мінімально допустимий. Тому більш детальні дослідження взаємозв'язку асиміляційного потенціалу

територій з існуючими на них екологічними ризиками вельми актуальне.

Для проведення найбільш повного дослідження щодо стану проблеми було використано дослідження багатьох учених, у тому числі, О.Л. Рагозіна, В. Келлі, М.М. Коржнева, та інших [3, 6, 7 та ін.], чиї роботи стали підґрунтям для виведення означених у статті закономірностей та гіпотез. Основою ж для запропонованих нами економічних розрахунків екологічних збитків стала монографія С.О. Апостолюка, В.С. Джигиря, А.С. Апостолюка "Промислова екологія" [5] та викладки зі статей Ю.В. Зінченка [2 та ін.].

Основна частина. Розвиток теорії взаємозв'язку екологічних збитків із екологічними ризиками робить очевидним, що асиміляційний потенціал у даному "симбіозі" має важливе значення. Спираючись на статті М.М. Коржнева та монографії за його редакцією [1, 3–4], де піднімаються питання оцінки ризиків для просторово-розосереджених техногенно-геологічних систем в умовах широкого розвитку численних загроз, необхідність введення нової компоненти розрахунків для більш точного опису рівня екологічних ризиків вважатимемо доцільною.

Взаємозалежність асиміляційного потенціалу та екологічних ризиків може бути пояснена від'ємною кореляцією останніх із місцевим (локальним) рівнем асиміляційного потенціалу (рис. 1). Іншими словами, часткове поглинання антропогенного навантаження максимально можливим асиміляційним потенціалом зменшує ризики, пов'язані із процесами порушення породного масиву, змінами режиму підземних вод, складування відходів та іншими загрозами. Отже, необхідність відшкодування екологічних збитків також наближається до нуля. У протилежному випадку, за умови перевищення антропогенним впливом максимального рівня концентрації, що може бути поглинутий мінімальним асиміляційним потенціалом, екологічні ризики, що його супроводжують, переходять до розряду екологічної загрози і створюють реальну можливість виникнення екологічної небезпеки внаслідок стійкого порушення рівноважного стану довкілля.

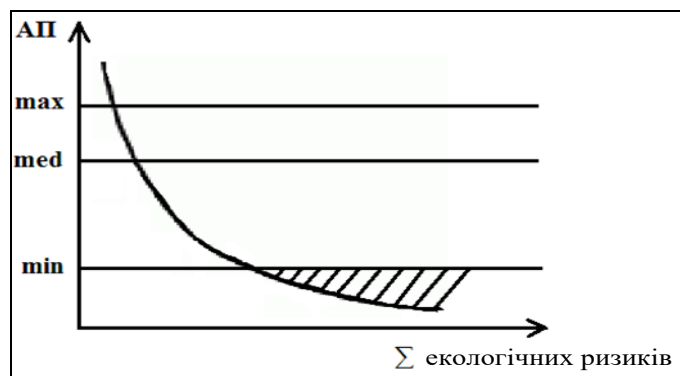


Рис. 1. Взаємозалежність асиміляційного потенціалу та екологічних ризиків

У більшості літературних джерел [2, 5–7] суть оцінки екологічного ризику вбачають у визначенні ймовірно-несприятливих для навколишнього середовища наслідків будь-яких змін природних об'єктів і факторів, проте жодна запропонована модель оцінки не була побудована з урахуванням здатності навколишнього середовища до самовідновлення.

Беручи за основу математичну модель О.Л. Рагозіна [6], спрямовану на оцінку соціальних та екологічних ризиків,

$$R_s(H) = P_x(H) \times V_s^t(H) \times V_s^s(H) \times D_p, \quad (1)$$

вводимо нові компоненти, що трансформують модель у таку залежність:

$$R_s(H) = \left(\frac{P_x(H) \times V_m(H)}{АП_0} \right) \times \left(\frac{V_s^t(H) \times V_s^s(H)}{C_{епк} - C_{фон}} \right) \times D_p, \quad (2)$$

де $P_x(H)$ – повторюваність небезпеки. Для даної величини також допустимо вираження ймовірністю повторюваності небезпеки на рік, $V_m(H)$ – ступінь ураженості території при певній небезпеці, $АП_0$ – асиміляційний потенціал середовища, $V_s^t(H)$ – ступінь ураженості населення в часі, $V_s^s(H)$ – ступінь ураженості в межах об'єктів із руйнуванням; $C_{епк}$ – Сфон – припустима величина надходження техногенного забруднення до елементів геологічного середовища, що формує його екологічний стан, D_p – загальна кількість населення у певній зоні ураження.

Таким чином окреслюються окремі співвідношення, у першому з яких контролюючим фактором є безпосередньо рівень асиміляційного потенціалу, що слугує свого роду амортизатором для виникнення повторних загроз та площі поширення ураженості території. Особливістю співвідношення є можливість змінювати компоненти, які складають ділене, використовуючи ті, що мають пряме відношення до реальних умов, щодо яких проводиться оцінка. Тобто у ролі багатofакторної невизначеності, що вступає у співвідношення із асиміляційним потенціалом, можуть виступати: географічні особливості потенціального забруднення, кількісний чи якісний склад потенціальної загрози.

Друге співвідношення ілюструє залежність, що виникає при співставленні ступеня ураженості населення з припустимою величиною надходження техногенного забруднення. В даному випадку, контролюючим фактором виступає остання, а ступінь ураженості виступає у прямо пропорційній залежності до неї. Дане співвідношення безпосередньо впливає на коливання рівня добробуту населення, що є стандартним критерієм оцінювання рівня необхідності людського втручання у регенераційний процес навколишнього середовища у більшості країн світу.

Для більш точного та ефективного застосування запропонованої моделі, параметр асиміляційного потенціалу середовища $АП_0$ може бути видозмінений на $АП_t$ – об'єм асиміляційного потенціалу території в різні пе-

ріоди часу, методика оцінки якого була використана у багатьох дослідженнях [4 та ін.]:

$$АП_t = АП_0 \times (1 - r) \times t \quad (3)$$

де $АП_t$ – об'єм асиміляційного потенціалу $АП$ у момент часу t , r – норма зменшення ресурсу від впливу різних антропогенних дій і початкової ситуації.

Таким чином, наведена раніше залежність може бути трансформована так:

$$R_s(H) = \left(\frac{P_x(H) \times V_m(H)}{АП_0 \times (1 - r) \times t} \right) \times \left(\frac{V_s^t(H) \times V_s^s(H)}{C_{епк} - C_{фон}} \right) \times D_p = \left(\frac{P_x(H) \times V_m(H)}{АП_t} \right) \times \left(\frac{V_s^t(H) \times V_s^s(H)}{C_{епк} - C_{фон}} \right) \times D_p. \quad (4)$$

Запропонована модель, повертає нас до питання взаємозв'язку екологічних ризиків із екологічними збитками. Численними дослідженнями у сфері екологічної економіки неодноразово піднімалися питання оцінки екологічних збитків різних природних середовищ [3], що знаходило відображення у відповідних математичних виразах. Так, для розрахунку економічного збитку від забруднення водних джерел $Збв$, запропонований вираз характеризує його множиною питомого збитку на одиницю приведенного об'єму стічних вод ($Епит$) та приведеним об'ємом стічних вод (Π):

$$Зб_е = Е_{пит} \times \Pi. \quad (5)$$

Але для встановлення логічного зв'язку між екологічними ризиками та збитками необхідне звернення до суто економічних норм, згідно з якими очікувана величина збитку є множиною коефіцієнта ризику та очікуваних прибутків, як зазначає у своїх дослідженнях Л.І. Донець. Трансформація подібного твердження на екологічний манер буде мати такий вигляд:

$$Зб_е = Pr_{exp} \times \left(\frac{P_x(H) \times V_m(H)}{АП_{в.сер}} \right) \times \left(\frac{V_s^t(H) \times V_s^s(H)}{C_{епк} - C_{фон}} \right) \times D_p, \quad (6)$$

де Pr_{exp} – є очікуваним прибутком, а $АП_{в.сер.}$ може визначатися формулою В. Келлі [7], розробленою суто для вимірювання асиміляційного потенціалу водного середовища:

$$АС = (C_{max} - C_{фон}) \times F_{95} \times 86.4, \quad (7)$$

у якій $АС$ – асиміляційний потенціал, C_{max} – ГДК, визначена за стандартами якості навколишнього середовища, $C_{фон}$ – другорядний/фоновий хімічний моніторинг концентрацій у досліджуваному середовищі, F_{95} – гідрометрія потоку, m^3/c , а коефіцієнт 86.4 – виведений дослідним шляхом у центрі екологічних оцінок лондонського відділення Агентства захисту навколишнього середовища. Тож, у розгорнутому варіанті вираз матиме такий вигляд:

$$Зб_е = Pr_{exp} \times \left(\frac{P_x(H) \times V_m(H)}{(C_{max} - C_{фон}) \times F_{95} \times 86.4} \right) \times D_p. \quad (8)$$

А враховуючи означену раніше можливість коригувати оцінку екологічного ризику не лише за допомогою загального рівня асиміляційного потенціалу середовища, але і відносно його обсягу в певний момент часу, визначення збитків водного середовища для різних періодів часу можливе через таке співвідношення:

$$3\delta_{\text{е}} = P_{\text{г. exp}} \times \left(\frac{P_x(H) \times V_m(H)}{((C_{\text{max}} - C_{\text{фон}}) \times F_{95} \times 86.4) \times (1-r) \times t} \right) \times \left(\frac{V_s^t(H) \times V_s^s(H)}{C_{\text{епк}} - C_{\text{фон}}} \right) \times D_p. \quad (9)$$

У свою чергу, збитки від забруднення твердими відходами виробництва, звичай, враховують шляхом сумування всіх характерних цьому процесу збитків:

$$3\delta_{\text{вдх}} = 3\delta_{\text{тр}} + 3\delta_{\text{тер}} + 3\delta_{\text{фтт}}^{\text{вт}} + 3\delta_{\text{вод}}^{\text{вт}}. \quad (10)$$

де $3\delta_{\text{тр}}$ – витрати на проведення завантажувально-розвантажувальних операцій, транспортування відходів від підприємства до місця їхньої ліквідації, $3\delta_{\text{тер}}$ – збитки, що їх завдає промислове виробництво, $3\delta_{\text{фтт}}^{\text{вт}}$ – збитки, пов'язані із вторинним забрудненням атмосфери, $3\delta_{\text{водвт}}^{\text{вт}}$ – збитки, пов'язані із вторинним забрудненням води. Матеріал, який можна взяти за основу для вдосконалення методу оцінки збитків від забруднення твердими відходами виробництва, виділений у роботах Ю.В. Зінченка [2], де автор доказово обґрунтовує необхідність розрахунку та використання ймовірностей настання негативної події та економічного збитку окремо для кожного ресурсу природного середовища у зв'язку з методичними особливостями цих природних компонентів. З урахуванням дій факторів ризику, автор пропонує доволі прозорий шлях його оцінки:

$$R = P \times D, \quad (11)$$

де R – вартісний вираз ризику, P – ймовірність події, D – вартісний обсяг збитків.

Для спрямування вираженої Ю.В. Зінченком [2] ідеї у русло визначення екологічних збитків, нами пропонується до використання такий вираз:

$$3\delta_{\text{вдх}} = \sum 3\delta_i = \sum \left(\frac{R_s(H)_i}{P_i} \right), \quad (12)$$

де $R_s(H)_i$ та P_i – є сумарними частинними ймовірностями та екологічними ризиками для кожного виду збитків, що складають початкову економічну формулу визначення збитків від забруднення твердими відходами виробництва.

Висновки. Незважаючи на те, що методологічне питання кількісної оцінки екологічних ризиків та збитків із включенням асиміляційного потенціалу як нової компоненти до кінця не вирішене та нормативно не затверджене, підсумування вище викладеного та врахування

вагомої ролі асиміляційного потенціалу у системі обрахунків екологічних ризиків і збитків приводить нас до висновку, що обчислення їхніх потенційних величин за допомогою запропонованих формул, куди було включено основні фактори та враховано їхню взаємодію, значно спростять у подальшому розрахунок ступеня ураження територій і, як наслідок, прогнозування екологічних збитків від здійснення проектів з використання надр.

Список використаних джерел:

1. Екологічна геологія: підручник / М. М. Коржнев, С. А. Вижва, О. Є. Кошляков та ін.; за ред. М. М. Коржнева. – К.: ВПЦ Київський Університет, 2006. – 235 с.
2. Зінченко Ю. В. Методичні підходи до аналізу екологічного ризику / Ю. В. Зінченко // Економічні інновації. – 2015. – Випуск №60, Книга 1. – С. 141–153.
3. Коржнев М. Н. Ресурсные и экологические критерии определения ассимиляционного потенциала геологической среды на примере горнодобывающих регионов Украины / М. Н. Коржнев, М. М. Курило, Н. В. Захарий // Вестник Томского гос. ун-та. – 2014. – № 387. – С. 243–252.
4. Коржнев М. М. Концептуальні підходи щодо визначення асиміляційного потенціалу територій з врахуванням його складових для геологічного середовища / М. М. Коржнев, С. К. Кошарна // Екологічна безпека та природокористування. – 2016. – Вип. 21 (№1–2). – С. 16–24.
5. Промислова екологія: навч. посіб. / С. О. Апостолук, В. С. Джигирей, І. А. Соколовський та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
6. Рагозин А. Л. Современное состояние и перспективы оценки и управления природными рисками в строительстве / А. Л. Рагозин // Анализ и оценка природного и техногенного риска в строительстве. – М., 1995. – С. 7–25.
7. Kelly V. Use of Geographic Information Systems (GIS) to Calculate the Assimilative Capacity of Rivers to Receive Proposed Discharges / Informatics & Reporting: Annual Conference of Compass Informatics (Dublin, 17.05.2012); Office of Environmental Assessment. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.slideserve.com/lavey/compass09-annual-conference-of-compass-informatics> (Uploaded on 23-08-2014).

References:

1. Korzhnev, M.M., Vyzhva, S.A., Koshlyakov, O.E., Gozhyk, A.P. et al. (2006). Ecological geology. Kiev National University, Kiev [in Ukrainian].
2. Zinchenko, U.V. (2015). Methodological approaches to environmental risk analysis. Economic Innovation, 60, 1, 141–153. [in Ukrainian].
3. Korzhnev, M.M., Kurilo, M.M., Zahariy, N.V. (2014). Resource and environmental criteria to determine the geological environment assimilation potential by example of mining regions of Ukraine. Tomsk State University Journal, 387, 243–252. [in Russian].
4. Korzhnev, M.M., Kosharna, S.K. (2016). Conceptual approaches in relation to determination of territories assimilatory potential taking into account his constituents for geological environment. Environment protection and nature use, 21(1–2), 16–24. [in Ukrainian].
5. Apostoluk, S.O., Jigirey, V.S., Sokolovskiy, I.A. et al. (2005). Promyslova ekolohiia [Industrial ecology]. Kyiv: Znannia, 474 p. [in Ukrainian].
6. Ragozin, A.L. (1995). Current state and prospects of the assessment and management of natural risks in construction. Analysis and assessment of natural and technological risks in construction. (pp. 7–25). Moscow. [in Russian].
7. Kelly, V. (2012). Use of Geographic Information Systems (GIS) to Calculate the Assimilative Capacity of Rivers to Receive Proposed Discharges. Informatics & Reporting from Annual Conference of Compass Informatics (Dublin, 17.05.2012). Office of Environmental Assessment. Retrieved from <http://www.slideserve.com/lavey/compass09-annual-conference-of-compass-informatics> (Uploaded on 23-08-2014).

Надійшла до редколегії 17.05.16

S. Kosharna. Postgraduate Student
Institute of Geology
Taras Shevchenko National University of Kyiv
90 Vasylkivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine
E-mail: sofia.kosharna@ukr.net

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISKS TAKING INTO ACCOUNT THE ASSIMILATION POTENTIAL OF TERRITORIES

The analysis of materials which describe methodologies of calculation of ecological risks and estimation of assimilatory potential of different natural environments was conducted. Research is concentrated on an identification and substantiation of interrelations between these indexes of the state of territories, and possibilities of improvement of separate methodologies of calculation of ecological risks by applying assimilatory potential.

Environment and economic indexes of territories, used in calculations show expediency of continuation of works on perfection of methodologies of calculation of pollution damage (geological environment and other natural environments). Dependences with a new key component, can help maintain ecological safety of territories when extracting mineral resources and substantially influence all system of planning and implementation of geologic works.

The obtained results give hope, that quantitative estimation of ecological risks taking into account assimilatory potential of territories will facilitate simplification of prognosis of ecological damage when planning the mineral resources extraction.

Keywords: assimilatory potential, ecological risks, economic risks, anthropogenic loading, ecological losses.

С. Кошарная, асп.,
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина,
E-mail: sofia.kosharna@ukr.net

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ С УЧЕТОМ АССИМИЛЯЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИЙ

Проведен анализ материалов, которые описывают методики расчета экологических рисков и оценки ассимиляционного потенциала разных природных сред. Исследование сосредоточено на выявлении и обосновании взаимосвязей между этими показателями состояния территорий и возможностях усовершенствования отдельных методик расчета экологических рисков с использованием ассимиляционного потенциала.

Показатели состояния территорий, задействованные в расчетах, указывают на целесообразность продолжения работ по совершенствованию методик вычисления ущерба от загрязнения как компонентов геологической среды, так и других природных сред. Предложенные для использования зависимости с новым ключевым компонентом могут помочь сохранению экологической безопасности территорий использования недр и существенно повлиять на всю систему планирования проведения тех или иных геологических работ.

Полученные результаты дают надежду, что подход к количественной оценке экологических рисков с учетом ассимиляционного потенциала территорий будет способствовать упрощению прогноза экологического ущерба при планировании деятельности по использованию недр.

Ключевые слова: ассимиляционный потенциал, экологические риски, экономические риски, антропогенная нагрузка, экологический ущерб.