

В. Колосков (Харків, УКРАЇНА)

**МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ,
ПРИЛЕГЛИХ ДО ТЕХНОГЕННО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*Національний університет цивільного захисту України,
61023, Харків, вул. Чернишевська, 94,
електронна пошта: koloskov@nuczu.edu.ua*

Антропогенне і техногенне перенавантаження території завдяки забрудненню атмосферного повітря [1] й ґрунту, в особливості важкими металами [2], а також накопичення відходів [3, 4] становить загрозу її національним інтересам та національній безпеці. Це спонукає вчених всього світу до пошуку покращення екологічної ситуації із застосуванням дешевих та ефективних методів й технологічних рішень [5–7]. Оскільки техногенна діяльність призводить до зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, то наразі проводяться дослідження з оцінювання готовності підрозділів цивільного захисту до дій під час виникнення надзвичайних ситуацій різного характеру [8, 9].

Оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до небезпечних техногенних об'єктів, має відбуватися з урахуванням комплексних багатофакторних впливів на довкілля. При цьому має бути забезпечена можливість динамічного оперативного управління екологічною безпекою. Оскільки реальні умови функціонування екосистем характеризуються впливом складного комплексу негативних факторів, оцінювання результату їхньої дії має базуватися на сформованих динамічних моделях виникнення відгуків довкілля під дією тих або інших факторів.

Розширений набір критеріальних показників має визначатися із застосуванням екологічного підходу, який полягає у дослідженні взаємозв'язків та взаємозалежностей екосистем з середовищем за допомогою екологічних індикаторів, екологічних показників та екологічних факторів [10]. Виходячи з цього актуальною є проблема вдосконалення існуючих та розробка нових методів оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до екологічно-небезпечних техногенних об'єктів. При цьому метод має базуватися на єдиному підході до оцінювання й врахувати усі взаємозв'язки між елементами довкілля.

В основу дослідження було покладено метод визначення рівня безпеки місця зберігання відходів, поданий у роботі [11]. Суть цього методу полягає у імітаційному моделюванні функціонування екологічно-небезпечного техногенного об'єкту з накопичення й зберігання відходів з покроковим оцінюванням рівня безпеки за набором критеріїв. Основою для вдосконалення методу стало використання критерію екологічного резерву, визначеного як «критерій наявності у території достатньої здатності сприймати зовнішні фактори негативного впливу без переходу у катастрофічний стан». У формалізованому вигляді його можна представити у вигляді:

$$\chi^P = \rho(\bar{F}): \chi^P \geq 0, \quad (1)$$

де \bar{F} – величина деякого фактору негативного впливу на навколишнє природне середовище;

ρ – показник рівня екологічного резерву, який визначається за формулою

$$\rho = 1 - \bar{\varepsilon}, \quad (2)$$

де $\bar{\varepsilon}$ – зведене значення відгуку екосистеми на негативний зовнішній вплив.

Через комплексний характер реакції екосистеми на дію негативних впливів різного характеру, оцінювання екологічного стану території пропонується проводити шляхом порівняння сукупності екологічних станів об'єкта з певними нормами, враховуючи потенційно можливі впливи зовнішніх чинників. Як показник, що характеризує рівень негативного впливу екологічно-небезпечного техногенного об'єкта, прийнято ступінь деградації екосистеми території, прилеглої до об'єкта, який досліджується.

Основним компонентом екосистеми є біоценоз, який формується з угруповання біологічних видів рослинного й тваринного світу, об'єднаних спільною метою функціонування – виживанням. Тому для пошуку кількісних характеристик деградаційних процесів у екосистемах досліджено структурно-функціональну організацію екосистеми й біоценозу.

При побудові критерію екологічного резерву для кількісного опису процесів в екосистемі використана універсальна модель екологічного потоку енергії, яка запропонована Ю. Одумом у роботі [12].

Кожен трофічний рівень у будь-якому стані екосистеми кількісно визначається сукупністю характеристик його енергетичного обміну [13]

$$\Theta^i = \{B^i, I^i, NU^i, A^i, P^i, R^i, S^i, E^i, G^i\}, \quad i \in \{I, II, III, IV\}, \quad (3)$$

де B – кількість біомаси на трофічному рівні;

I – поглинена трофічним рівнем енергія;

NU – невикористана на трофічному рівні енергія;

A – асимільована енергія, поглинена трофічним рівнем у процесі його функціонування;

P – величина енергетичної продукції трофічного рівня;

R – загальна величина енергії, витраченої на дихання;

S – накопичена на трофічному рівні енергія;

E – виділена організмами трофічного рівня енергія;

G – обсяг біологічного зростання організмів трофічного рівня.

Взаємозв'язок цих показників має наступний формалізований вигляд:

$$\Phi_I^i : B^i \rightarrow \{I^i \rightarrow A^i \rightarrow P^i\}, \quad i \in \{I, II, III, IV\}; \quad (4)$$

$$\Phi_P^i : \{I^i \rightarrow A^i \rightarrow P^i\} = \begin{cases} A^i = I^i - NU^i, \\ P^i = A^i - R^i, \\ P^i = G^i + S^i + E^i, \end{cases} \quad i \in \{I, II, III, IV\}; \quad (5)$$

$$\Phi_B^i : \{P^i \rightarrow G^i\} \rightarrow B^i \quad i \in \{I, II, III, IV\}. \quad (6)$$

Зв'язок між 36 показниками енергетичного потоку через екосистему має наступний формалізований вигляд:

$$\Theta = \{\Theta^I, \Theta^II, \Theta^III, \Theta^IV\}; \quad \varphi_{\Theta}: \{\Theta^I \rightarrow \Theta^II \rightarrow \Theta^III \rightarrow \Theta^IV\} \rightarrow \Theta^I. \quad (7)$$

Відгук екосистеми на негативний вплив, виражений множиною Θ , повно і однозначно характеризуватиме екологічний стан території, прилеглої до екологічно-небезпечного техногенного об'єкту. Однак експериментальне визначення більшості з наведених показників є суттєво ускладненим через необхідність проведення великих обсягів польових досліджень за великою площею території.

Використовуючи показники відгуку екосистеми за площею S_{∂} та швидкістю розвитку V_{∂} процесів деградації території

$$\bar{\varepsilon}_S = \frac{S_{\partial}}{[S_{\partial}]}; \quad \bar{\varepsilon}_V = \frac{v_{\partial}}{[v_{\partial}]}, \quad (8)$$

з граничними допустимими значеннями $[S_{\partial}]$ та $[v_{\partial}]$, а також відгуку екосистеми за продуктивністю видів першого трофічного рівня P^I та кількістю тварин у популяції четвертого трофічного рівня N^{IV} екосистеми

$$\bar{\varepsilon}_P = \frac{|P^I - [P^I]|}{[P^I]}; \quad \bar{\varepsilon}_N = \frac{|N^{IV} - [N^{IV}]|}{[N^{IV}]}, \quad (9)$$

де $[P^I]$ та $[N^{IV}]$ – рівноважні значення вказаних показників, за формулою (2) були отримані значення показника рівня екологічного резерву екосистеми у вигляді

$$\rho: \begin{cases} \rho_S = 1 - \bar{\varepsilon}_S; \\ \rho_V = 1 - \bar{\varepsilon}_V; \\ \rho_P = 1 - \bar{\varepsilon}_P; \\ \rho_N = 1 - \bar{\varepsilon}_N \end{cases} \quad (10)$$

та за формулою (1) розроблений критерій екологічного резерву

$$\chi_{\rho}: \begin{cases} \rho_S(\bar{F}) \geq 0; \\ \rho_V(\bar{F}) \geq 0; \\ \rho_P(\bar{F}) \geq 0; \\ \rho_N(\bar{F}) \geq 0. \end{cases} \quad (11)$$

Вдосконалений метод оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до екологічно-небезпечних техногенних об'єктів, на основі використання критерію екологічного резерву (11) є універсальним та може бути використаний для оперативного управління безпекою небезпечних техногенних об'єктів різної природи за рівнем їхнього негативного впливу на довкілля.

Для практичної реалізації методу оцінювання екологічного стану територій, вдосконаленого шляхом введення нового критерію екологічного резерву, є необхідним проведення системних досліджень, спрямованих на визначення граничнодопустимих

значень відгуків екосистем територій, прилеглих до екологічно-небезпечних техногенних об'єктів, за умови дії факторів негативного впливу різної природи.

Список використаних джерел

- [1]. Balaceanu, C.M. Assessment of the air pollution at the industrial stations in metropolitan area of Bucharest / C.M. Balaceanu, and G. Iordache. // *Technogenic and ecological safety*. – 2018. – Issue 3(1/2018). – P. 8-15.
- [2]. Voitiuk, Y. Y. Ecological and geochemical assessment of the soil contamination levels in the areas of metallurgical enterprises operation / Y. Y. Voitiuk, I. V. Kuraieva, A. A. Kroik, A. V. Pavlychenko // *Scientific Bulletin of National Mining University*. – 2014. – Issue 4. – P. 45–51.
- [3]. Vambol, S. A mathematical description of the separation of gas mixtures generated by the thermal utilization of waste / S. Vambol, Y. Shakhov, V. Vambol, I. Petukhov // *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*. – 2016. – Vol. 1, Issue 2 (79). – P. 35–41.
- [4]. Rafiee, A. Use of urinary biomarkers to characterize occupational exposure to BTEX in healthcare waste autoclave operators / A. Rafiee, J.M. Delgado-Saborit, E. Gordi, B. Quémerais, V.K. Moghadam, W. Lu, F. Hashemi, M. Hoseini. // *Science of The Total Environment*. – 2018. – Issue 631. – P. 857-865.
- [5]. Kondratenko, O.M. Mathematical model of the efficiency of diesel particulate matter filter / O.M. Kondratenko, S.O. Vambol, O.P. Stokov, A.M. Avramenko // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. – 2015. – Issue 6/150. – P. 55-61.
- [6]. Alimardan, M. Adsorption of Heavy Metal Ions from Contaminated Soil by *B. integerrima* Barberry. / M. Alimardan, P. Ziarati, R. J. Moghadam. // *Biomed Pharmacol J*. – 2016. – Vol. 9(1). – P. 169-175.
- [7]. Шмандий, В.М. Использование адсорбентов, полученных из отходов, для улучшения состояния среды обитания человека / В.М. Шмандий, Л.А. Безденежных, Е.В. Харламова. // *Гигиена и санитария*. – 2012. – №6. – С. 44-45.
- [8]. Tiutiunyk, V.V. System approach for readiness assessment units of civil defense to actions at emergency situations / V.V. Tiutiunyk, H.V. Ivanets, I.A. Tolkunov, and E.I. Stetsyuk. // *Науковий вісник Національного гірничого університету*. – 2018. – № 1. – С. 99-105.
- [9]. Dubinin, D. Improving the installation for fire extinguishing with finelydispersed water. / D. Dubinin, K. Korytchenko, A. Lisnyak, I. Hrytsyna, V. Trigub. // *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – Vol. 2/10(92). – P. 38–43.
- [10]. Приходько, М. М. Теоретико-методологічні основи екологічної безпеки геосистем / М. М. Приходько // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: географія*. – № 1 (вип. 31). – Тернопіль: СМП «Тайп», 2012. – С. 179-191.
- [11]. Вамболь, С. О. Оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до місць зберігання відходів, на основі критерію екологічного резерву / С. О. Вамболь, В. Ю. Колосков, Ю. Ф. Деркач // *Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека»*. – Х.: НУЦЗ України, 2017. – Вип. 2. – С. 67-72.
- [12]. Одум, Ю. Экология: В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – 238 с.
- [13]. Колосков, В. Ю. Оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до місць зберігання відходів, на основі критерію екологічного резерву / С. О. Вамболь, В. Ю. Колосков, Ю. Ф. Деркач // *Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека»*. – Х.: НУЦЗ України, 2018. – Вип. 4(2/2018). – С. 67-72.