

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ХІМІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ

Н. С. Лобода, д-р геогр. наук, проф., Я. С. Яров, ст. викл.

Кафедра гідрології суші
gidro@onu.edu.ua

Визначення екологічного, кліматичного, економічного та інших видів ризику найчастіше включає поєднання ймовірності виникнення досліджуваного негативного явища та потенційних негативних наслідків для здоров'я людини, навколишнього середовища, культурної спадщини та господарської діяльності.

Кількісні оцінки екологічного ризику були надані на основі теорії ймовірностей, заснованої на припущенні, що серія значень ризику розглядається як вибірка з випадкової змінної. Негативні наслідки скиду забруднюючих речовин у поверхневі водотоки оцінено як перевищення фактичними концентраціями забруднюючих речовин (C_i) гранично допустимих концентрацій ($ГДК_i$). Екологічний ризик забруднення визначався як середньозважене за ймовірністю значення ($C_i/ГДК_i$):

$$R' = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{ГДК_i}} \frac{N_i}{N} > 1, \quad (1)$$

де R' – кількісний показник ризику; C_i – концентрація i -ої забруднюючої речовини; $C_{ГДК_i}$ – $ГДК$ i -ої забруднюючої речовини; N_i – кількість проб з хімічним показником $C_i/C_{ГДК_i}$, при яких виявлено перевищення $ГДК$; N – загальна кількість відібраних проб.

З метою визначення ризику забруднення вод біогенними речовинами використане відношення коефіцієнта чутливості k_H [1] до порогового значення $11,3 \text{ мгN/дм}^3$, помножене на відносну частоту цієї події з [2]:

$$R' = \sum_{i=1}^n \frac{k_H}{11,3} \frac{N_i}{N}, \quad (2)$$

де N_i - кількість випадків, коли $k_H > 11,3$.

Ризик порушення благополуччя водної екосистеми також можна оцінити шляхом визначення пробіт-функції за наступним рівнянням:

$$P_{rob} = -2,3 + 2,2 \lg \sum \frac{C_i}{C_{ГДК_i}}, \quad (3)$$

де P_{rob} – пробіт-індикатор, який є квантильною функцією, пов'язаною зі стандартним нормальним законом розподілу [3]; C_i – концентрація i -ої речовини у водоймі, мг/дм³; $C_{ГДК_i}$ – екологічний норматив (ГДК) для i -ої речовини у водоймі, мг/дм³.

Показник пробіт-функції P_{rob} є проміжним значенням у розрахунках. Розроблено спеціальні таблиці для безпосереднього визначення показника екологічного ризику ER [4]. В залежності від значення встановленого показника ER надається оцінка ступеня екологічного ризику, висновки про клас якості води та якісна оцінка ризику й тропності.

Щоб уникнути обов'язкового використання в розрахунках нормального закону розподілу, з яким тісно пов'язаний пробіт-метод, було запропоновано досліджувати емпіричні закони розподілу показника екологічного ризику R' , розрахованого за рівнянням (1). Вивчення статистичних закономірностей розподілу показників екологічних ризиків забруднення хімічними речовинами проводилось на основі використання даних гідрохімічних спостережень: на р. Дністер (район Беяївського водозабору) [5]; на річках Північно-Західного Причорномор'я; на річках басейну Сіверського Дінця [6].

Дослідження базувалися на пошуку взаємозв'язків між показниками ризику R' та показниками якості води (рис. 1).

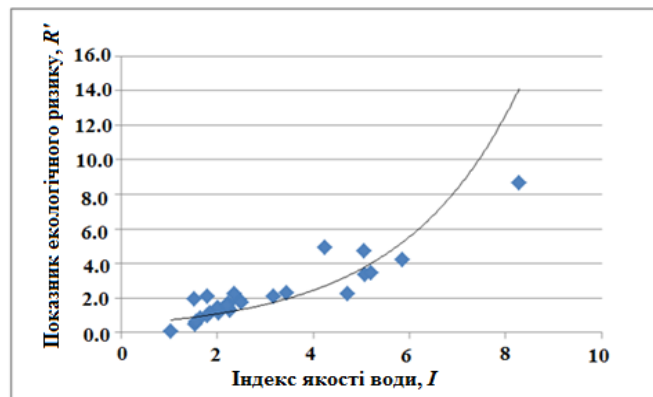


Рисунок 1 – Залежність показника екологічного ризику (R') від модифікованого індексу якості води (I), р. Лопань (Харківська область)

Досліджено особливості емпіричних або теоретичних закономірностей розподілу показника ризику, що дозволило визначити ймовірність потрапляння в кожну з градацій шкали ризиків та встановити індивідуальні межі зон ризику для кожної досліджуваної групи річок.

Для визначення показників якості води обрано загальну схему, за якою показник якості розраховують як середнє арифметичне певної кількості перевищень $ГДК$ за концентраціями забруднюючих речовин. Наприклад, індекс забруднення води ($ІЗВ$) визначається для 6 вказаних забруднюючих речовин. Модифікований $ІЗВ$ рекомендується розраховувати за такими шістьма показниками: розчинений кисень (O_2), біологічне споживання кисню за 5 діб ($БСК_5$), які є обов'язковими, а також інші чотири показники, обрані за найбільшим відношенням до $ГДК$ з переліку речовин, які скидаються у водний потік. За необхідності кількість вибраних хімічних речовин можна розширити.

Для оцінки впливу того чи іншого виду забруднення поверхневих вод пропонується використовувати в розрахунках групи забруднюючих речовин за походженням або за цільовим призначенням, наприклад, групу важких металів або групу біогенних речовин. та ін. Встановлено, що показник ризику R' зростає зі збільшенням показника якості води I .

На основі отриманих рівнянь регресії $R'=f(I)$ встановлюється відповідність між рівнем забруднення води I та екологічним ризиком R' , після чого розробляється шкала ризиків, де виконується семантичне та кількісне узгодження показників якості та ризику за класами.

Статистичний закон розподілу екологічних ризиків як випадкової величини описується емпіричною кривою забезпеченості. Забезпеченість P – ймовірність перевищення заданого значення випадкової величини. За основу ймовірнісної оцінки ризику забруднення річки хімічними речовинами покладено емпіричну криву забезпеченості показників ризиків.

В результаті розрахунків для річок Північно-Західного Причорномор'я було отримано:

- регіональна залежність ризику забруднення сполуками азоту від коефіцієнта чутливості k_H ;
- регіональна емпірична крива розподілу ймовірності перевищень екологічних ризиків забруднення сполуками азоту;
- порівняння показників ризику R' та ER , визначених для одних і тих самих груп забруднюючих речовин, показало наявність тісного взаємозв'язку між ними.

Якісна та кількісна шкала екологічних ризиків дозволяє встановити (за даними минулих років) найбільш вірогідні екологічні ситуації на основних річкових створах; прогнозувати екологічні ситуації, які можуть виникнути при різному ступені забруднення поверхневих вод. Якщо отримані залежності можна узагальнити в межах досліджуваної території, то виникає можливість регіонального прогнозу екологічного стану водних екосистем (наприклад, регіональні залежності ризиків забруднення біогенними речовинами на

території Північно-Західного Причорномор'я). Регіональні шкали також передбачають можливість прогнозів екологічного стану для річок, на яких не проводяться стаціонарні гідролого-гідрохімічні дослідження [7].

Висновки. Запропонований підхід до визначення показників ризику забруднення поверхневих вод на основі гідрохімічних спостережень показав, що побудова якісної та кількісної шкали цих ризиків на основі тісних стохастичних зв'язків з показниками якості води дозволяє об'єктивно аналізувати та класифікувати отримані показники ризику з метою прогнозу можливих екологічних ситуацій залежно від заданого рівня забруднення. Достовірність отриманих результатів підтверджується задовільною збігом показників ризику, отриманих різними методами.

Перелік посилань

1. Osadcha N. M., Osadchyi V. I., Osypov V. V., Biletska S. V., Kovalchuk L. A., Artemenko V. A. Methodology for the nitrate vulnerable zones designation in surface and ground water. *Ukrainian Geographical Journal*. 2020. Vol. 4 (112), pp. 38–48. doi: <https://doi.org/10.15407/ugz2020.04.038>.
2. Loboda N., Daus M. Development of a method of assessment of ecological risk of surface water pollution by nitrogen compounds. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2021. Vol.5, №10 (113): Ecology, pp. 15-25.
3. Rybalova O., Artemiev S., Yermakovych I., Korobkova H., Kyrpychova I. Determination of the ecological risk of deterioration in the water flow of the udy river basin of Kharkiv region, Ukraine. *11th Eastern European Young Water Professionals Conference IWA YWP, 1-5 October 2019, Prague, Czech Republic*. Pp. 528-535.
4. Rybalova O., Artemiev S. Development of a procedure for assessing the ecological risk of the surface water status deterioration. *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5(10-89), pp. 67-76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112211>.
5. Лобода Н.С., Кулачок К.В. (2019) Методичні підходи до оцінки екологічних ризиків на основі використання комплексних показників якості води. *Збірник наукових праць VII Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю, 25-27 вересня, 2019. Вінниця. С.,75.*
6. Лобода Н.С., Отченаш Н.Д., Федіна Н.І. (2023) Розробка методичних підходів до визначення екологічних ризиків забруднення вод промислово розвинених регіонів (на прикладі річок м. Харкова). *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. № 31. С. 88-102.
7. Loboda N., Otchenash N., Yarov Ya., Fedina N. Assessment of environmental risks of pollution with chemical substances according to the probability approach. *In: XVII International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment". 7 - 10 November, 2023. pp. 1-5. Kyiv, Ukraine.* <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/12275/>