

УДК 504.5:551.577.13

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ ЯК ЧИННИКА ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ

Г. М. Герещун, Ю. Г. Масікевич

Чернівецький факультет Національного технічного університету «ХПИ», м. Чернівці
ул. Заводська, 58г/12, м. Чернівці, 58026, Україна. E-mail: geretsun@meta.ua

Проведено порівняльний аналіз існуючих методів оцінки екологічного ризику водних джерел. Розглянуто характерні особливості атмосферних опадів як об'єкту оцінки екологічного ризику. Проаналізовано можливість застосування існуючих методик до оцінки екологічного ризику опадів та показано неузгодженості та складності, що виникають при використанні цих методик. Обґрунтовано методичні підходи та запропоновано вибір критерію для оцінки атмосферних опадів як чинника формування екологічного ризику. Запропоновано принцип визначення діапазону значення критерію для оцінки ступенів екологічного ризику опадів. Запропоновано принцип визначення діапазону значення критерію для оцінки ступенів екологічного ризику опадів.

Ключові слова: екологічний ризик, атмосферні опади, забруднення.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ КАК ФАКТОРА ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Г. М. Герещун, Ю. Г. Масікевич

Черновицкий факультет Национального технического университета «ХПИ», г. Черновцы
ул. Заводская 58г/12, г. Черновцы, 58026, Украина. E-mail: geretsun@meta.ua

Проведен сравнительный анализ существующих методик оценки экологического риска водных источников. Рассмотрены особенности атмосферных осадков как объекта оценки экологического риска. Проанализировано возможность использования существующих методик к оценке экологического риска осадков и показаны несогласованность и сложность, возникающие при использовании этих методик. Обоснованы методические подходы, и предложен выбор критерия для оценки атмосферных осадков как фактора формирования экологического риска. Предложено принцип определения диапазона значения критерия для оценки степеней экологического риска осадков. Предложено принцип определения диапазона значения критерия для оценки степеней экологического риска осадков.

Ключевые слова: экологический риск, атмосферные осадки, загрязнение.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. У зв'язку з наростанням кількості техногенних катастроф, що є результатом порушення екологічного балансу на планеті, питання екологічної безпеки набувають особливої значимості та в багатьох випадках виступають лімітуючою ланкою сталого розвитку окремих регіонів та держав.

Найбільш перспективним методом ідентифікації зон підвищеної екологічної небезпеки є оцінка екологічного ризику. Вона дозволяє визначити допустимий антропогенний тиск з метою збереження рівноваги природного середовища [1]. Ефективність дослідження значно підвищується при створенні автоматизованих систем контролю за станом навколишнього середовища.

Серед компонентів навколишнього середовища атмосферні опади займають особливе місце. Випадіння води у вигляді дощів є важливим механізмом, завдяки якому основна кількість живих організмів отримує вологу. Однак інтенсифікація діяльності людини привела до збільшення емісії в атмосферу газів і аерозолів антропогенного походження. Вимиваючись з атмосфери забруднюючі речовини призводять до виникнення техногенно-трансформованих опадів, а тому атмосферні опади самі по собі починають відігравати роль чинника екологічної небезпеки. За таких обставин контроль за ступенем екологічного ризику опадів відіграє важливу роль для безпеки всіх живих організмів.

Проблемам оцінки екологічного ризику присвячено чимало наукових досліджень, в яких розглядаються різні підходи до його визначення [1–10]. Так, рядом авторів [3, 9] здійснено обґрунтоване уточнення термінів у відношенні поняття екологічного ризику на основі причинно-наслідкових зв'язків. У дослідженнях [2, 4, 9] представлено методологію комплексної оцінки екологічного ризику компонентів довкілля та запропоновано алгоритм оцінки безпеки екологічної системи з врахуванням ризику. Також значна увага приділяється розробці і впровадженню методології оцінки екологічного ризику окремих компонентів довкілля.

Підходи до оцінки екологічного ризику погіршення стану водних екосистем запропоновано авторами досліджень [3, 8, 10]. Для оцінки ступеня дії шкідливих хімічних речовин на поверхневій воді, а відповідно і на якість питної води автором [6] запропоновано використовувати поняття критерій екологічності, який визначається як відношення кінцевої концентрації компоненту у воді, що піддається водопідготовці, до його ГДК у воді рибогосподарських водоймищ. При цьому пропонується визначити ступінь екологічного ризику як величину, зворотну критерію екологічності при оцінці впливу шкідливих органічних речовин на якість поверхневих природних вод, а й відповідно, на якість питної води.

Однак, незважаючи на вищевикладене, на даний час не існує єдиного підходу оцінки екологічного

ризик атмосферних опадів, що дещо знижує цінність наявних моніторингових досліджень.

Метою даної роботи є обґрунтування методичних підходів до оцінки атмосферних опадів як чинника формування екологічного ризику.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для досягнення поставленої мети у роботі використано порівняльний метод аналізу різних підходів визначення екологічного ризику і застосовано системний підхід до вибору критерію оцінки ризику атмосферних опадів.

Оскільки атмосферні опади є складовою частиною гідросфери, то доцільно припустити, що для оцінки екологічного ризику атмосферних опадів слід використовувати методики оцінки екологічного ризику водних джерел.

Згідно з існуючими підходами оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості водних об'єктів. Оцінювання якості води з точки зору екологічної безпеки для різних потреб водокористування здійснюється за певною методикою, описаною [7], в основу якої покладено принцип виконання умови для речовин з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, що описується виразом (1):

$$\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1. \quad (1)$$

де C_i – поточна концентрація забруднюючої речовини; ГДК – гранично допустима концентрація речовини.

В Україні розроблено і апробовано цілу низку методичних підходів до оцінки екологічного стану і ризику забруднення водних джерел. Так, Жукинський [3] надає визначення поняття «екологічний ризик для поверхневих вод» як ймовірність небажаних наслідків для водних екосистем і їх компонентів унаслідок дії антропогенних і природних чинників, у тому числі погіршення якості води.

Автори [5] пропонують екологічний ризик для водних систем визначати як

$$P_G^c = f(G_v \langle v = \bar{1}, \bar{N}_G \rangle, H_{Gm} \langle m = \bar{1}, \bar{N}_{HG} \rangle), \quad (2)$$

де G_v – сучасний стан водних систем; H_{Gm} – інтегральна оцінка сучасного рівня антропогенного тиску під дією негативних чинників на водні системи за v -м показником.

Такий підхід до оцінки екологічного ризику водних систем, на думку авторів [5], доцільно використовувати як макроекологічний показник при визначенні пріоритетності впровадження природоохоронних заходів у басейнах річок.

В Україні розроблена методика екологічної оцінки якості поверхневих вод, яка базується на визначенні екологічного індексу [8]. Оцінка екологічного ризику порушення стійкості водних систем за цією методикою і на основі виразу (2) представлена в роботі [5]. На думку авторів значний рівень ризику погіршення стану водних систем спостерігається в

Херсонській, Запорізькій та Донецькій областях, що зумовлено значним антропогенним тиском.

Інший підхід визначення екологічного ризику для поверхневих вод подано в роботі [3], де оцінка ризику базується на зіставленні відносних значень показників (класів, категорій, індексів), що характеризують якість поверхневих вод при різному стані водних екосистем. За «еталонну» якість води прийнято екологічні нормативи якості поверхневих вод.

Для більшої деталізації визначення екологічного ризику в окремих водних об'єктах застосовується методика оцінки екологічного ризику, що виникає під впливом джерел забруднення на водні об'єкти [1]. Зазначена методика орієнтована на обробку даних, зібраних при натурних обстеженнях і базується, в першу чергу, на показниках біологічних тест-об'єктів.

Дослідженнями [4] запропонована уніфікована методика оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. В якості кількісної міри ризику приймається ймовірність реалізації потенційних небезпек:

$$R = P_w \sum_{k=1}^m W_k(HQ), \quad (3)$$

де, P_w – ймовірність перебування об'єкта у зоні впливу за певний час; $W_k(HQ)$ – умовна ймовірність нанесення шкоди об'єкту впливу при поглинанні концентрації величиною C k -го шкідливого інгредієнта; $HQ = C/ГДК$ – коефіцієнт небезпеки; I – безпечний рівень.

Отже, розроблені в Україні методики дозволяють достатньо повно оцінювати якість водних джерел та екологічний ризик погіршення їх стану. При цьому використовуються різнопланові підходи в оцінці з набором широкого спектру показників. Однак, жодна із наведених методик не може безпосередньо використовуватись для оцінки екологічного ризику атмосферних опадів.

Атмосферні опади як об'єкт оцінки екологічного ризику володіють цілою низкою специфічних особливостей, які ускладнюють використання описаних методик. Незважаючи на те, що опади є складовою частиною гідросфери умови формування їх властивостей досить суттєво відрізняються від умов, які впливають на формування властивостей поверхневих і підземних вод.

Відомо, що надходження хімічних речовин у воду атмосферних опадів не є стабільною у часі і просторі. Ці величини можуть різко змінюватися під впливом цілого комплексу природних і антропогенних факторів. За даними [11] дощова вода може накопичувати домішки або завдяки процесам, що відбуваються всередині хмар і називаються «вимиванням в хмарі» (*rainout*), або завдяки процесам нижче хмар, які називаються «вимиванням опадами» (*washout*). І, саме при «вимиванні опадами» відбувається накопичення у дощовій воді домішок, якими забруднений приземний шар атмосфери. Тому концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі є дуже суттєвим фактором формування їх хімічного складу.

Вміст хімічних компонентів у воді атмосферних опадів значно відрізняється від їх вмісту у поверхневих і підземних водах. Атмосферні опади характеризуються дуже низькими концентраціями хімічних сполук. Це унеможливує здійснення оцінки екологічного ризику опадів із застосуванням методик, де в якості еталонів безпечності використовуються значення гранично допустимих концентрацій речовин у воді. Навіть у самих забруднених хімічними речовинами опадів вміст основних іонів менший за гранично допустимі рівні в 10–20 раз.

Саме тому при застосуванні методик опублікованих в працях [4–7] для оцінки екологічного ризику атмосферних опадів завжди будуть отримуватися показники, які свідчатимуть про безпечний рівень ризику. Аналогічна ситуація буде спостерігатися при оцінці екологічного ризику відповідно до методик [3, 8], так як визначення екологічних індексів і категорій якості води також базується на аналізі вмісту забруднюючих речовин і вода атмосферних опадів буде відноситись до категорії «дуже чиста». Використання ж методики, опублікованої в роботі [1] ускладнено тим, що дуже важко визначити біологічні тест-об'єкти, які можуть служити біоіндикаторами стану саме атмосферної води.

У той же час співвідношення хімічних речовин у воді атмосферних опадів, незважаючи на низькі концентрації, може бути джерелом небезпеки для функціонування природних екосистем. Найвідомішим проявом цього процесу є випадання кислотних дощів.

Величину ризику атмосферних опадів, як власне і інших складових біосфери, не можна безпосередньо виміряти, а можливо лише з деяким ступенем надійності оцінити при застосуванні кількісних характеристик чинників ризику та показників стану екосистеми, яка знаходиться під впливом цих чинників.

Для аналізу ризику атмосферних опадів слід обрати критерій, який характеризує комплексний вплив багатьох факторів. Таким показником, на наш погляд, може слугувати рН дощового розчину, за зміною якого легко відслідковувати зміну концентрації водневих іонів, не виконуючи складних підрахунків.

Для природної води нейтральним вважається рН = 7. Дощова вода є слабокислим розчином. Це відбувається внаслідок того, що природні речовини атмосфери вступають в реакцію з дощовою водою. Тоді, як в ідеалі рН дощової води дорівнює 5,6–5,7, у реальному житті показник кислотності дощової води в одній місцевості може суттєво відрізнитися від показника кислотності дощової води в іншій. Опади, рН яких менше, ніж середнє значення рН дощової води, мають назву кислотних [11].

Загальноприйнята процедура оцінки екологічних ризиків складається з трьох основних етапів: ідентифікація небезпек, оцінка ризику впливів та характеристика ризику [2, 4]. На початковому етапі для кількісної оцінки пріоритетності небезпечних факторів необхідно встановити математичні коре-

ляційні залежності між значенням рН атмосферних опадів і ризикоформуючими факторами. Можна припустити, що найвищі коефіцієнти кореляції будуть спостерігатися при встановленні залежностей між значеннями рН опадів і окремими метеорологічними показниками та концентраціями кислототвірних іонів у атмосферному повітрі. Підставою для таких припущень є особливості формування хімічного складу опадів, внаслідок чого встановлюється певне значення показника рН.

При проведенні кількісної оцінки ступенів екологічного ризику атмосферних опадів необхідно обрати «еталонне» значення показника рН, яке буде характеризувати безпечний рівень екологічного ризику. Відхилення від цього значення в той чи інший бік буде свідчити про зростання ступеня екологічного ризику. «Еталонне» значення показника рН, на нашу думку, повинно становити 5,6 оскільки саме це значення є характерним для незабрудненої дощової води.

Діапазон значень рН для розподілу опадів за ступенями екологічного ризику доцільно визначати шляхом аналізу безпеки прісних природних вод з різними значеннями кислотності, так як дощові води є частиною запасів прісної води на Землі.

ВИСНОВКИ. При виборі методик оцінки екологічного ризику атмосферних опадів критерієм може використовуватись значення показника рН дощового розчину. При цьому «еталонне» значення показника рН повинно становити 5,6.

ЛІТЕРАТУРА

1. Визначення рівня екологічної небезпеки в регіонах України на основі оцінки екологічного ризику / О.В. Рибалова, С.В. Белан, Є.О. Варивода // Збірник наукових праць. – 2010. – Вип. 12. – С. 132–142.
2. Добровольський В.В. Алгоритм визначення безпеки екологічної системи з врахуванням ризиків // Наукові праці ДГУ ім. Петра Могили. Серія: Екологія. – 2008. – Т. 87, Вип. 74. – С. 11–15.
3. Жукинский В.Н. Экологический риск и экологический ущерб качеству поверхностных вод: актуальность, терминология, количественная оценка // Водные ресурсы. – 2003. – Т. 30, № 2. – С. 213–321.
4. Звягінцева Г.В. Методика з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища // Вісник Донецького національного університету. Серія А: Природничі науки. – 2009. – Вип. 2. – С. 307–316.
5. Ієрархічний підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану екосистем поверхневих вод України / О.Г. Масенко, О.В. Поддашкін, О.В. Рибалова та ін. // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: збірник наукових праць. – Харків: Видавничий дім «Райдер», 2010. – Вип. XXXII. – С. 75–90.
6. Козловська Т.Ф. Визначення ступенів екологічного ризику в умовах природно-техногенного хімічного забруднення поверхневих

вода // Вісник КДПУ ім. М. Остроградського. – 2009. – Вип. 4/2009 (57), част. 1. – С. 118–124.

7. Моніторинг довкілля / М.О. Клименко, А.М. Прищеп, Н.М. Вознюк. – К.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 360 с.

8. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: Символ–Т, 1998. – 28 с.

9. До концепції екологічного ризику в Україні / Д.С. Орел, М.С. Мальований // Вісник Національного університету "Львівська політехніка": збірник

наукових праць. Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. – № 609. – С. 285–289.

10. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты / С.А. Афанасьев, М.Д. Гродзинский. – К.: АйБи, 2004. – 59 с.

11. Юнге Х. Химический состав и радиоактивность атмосферы / Пер. с англ. В.Н. Петрова, А.Я. Прессмана. – М.: Мир, 1965. – 424 с.

THE METHODOLOGICAL GOING IS NEAR THE ESTIMATION OF ECOLOGICAL RISK OF ATMOSPHERIC PRECIPITATIONS

G. Geretsun, Yu. Masikevich

Chernivtsi faculty National technical university «Kharkiv polytechnic institute»

vul. Zavodska, ap. 58g/12, Chernivtsi, 58026, Ukraine. E-mail:geretsun@meta.ua

The comparative analysis of existent methods of estimation of ecological risk of water sources is conducted. The features of atmospheric fallouts are considered as to the object of estimation of ecological risk. Possibility of application of existent methods is analyzed to the estimation of ecological risk of fallouts but it is shown to inconsistency and complication, that arise up at the use of these methodologies. Grounded methodical approaches and the choice of criterion is offered for the estimation of ecological risk of atmospheric fallouts. Principle of determination of range of value of criterion is offered for the estimation of degrees of ecological risk of precipitations.

Key words: ecological risk, atmospheric precipitations, contaminations.

REFERENCES

1. *Determination of level of ecological danger in the regions of Ukraine on the basis of estimation of ecological risk* / O.V. Ribalova, S.V. Belan, E.O. Varivoda // Collection of scientific labours. – 2010. – Vol. 12. – PP. 132–142. [in Ukrainian]

2. Dobrovolskiy V.V. Algorithm of determination of safety of the ecological system taking into account risks // *Scientific labours of DGU the name of Petro Mogili*. Series: Ecology. – 2008. – Т. 87, Iss.74. – PP. 11–15. [in Ukrainian]

3. Zhukinskiy V.N. The Ecological risk and ecological detriment to quality of surface-water: actuality, terminology, quantitative estimation // *The Water resources*. – 2003. – Vol. 30, № 2. – PP. 213–321. [in Ukrainian]

4. Zvyagintseva G.V. Method from the estimation of ecological risks at contamination of natural environment // *Announcer of the Donetsk national university*. Series And: Natural sciences. – 2009. – Vol. 2. – PP. 307–316. [in Ukrainian]

5. Hieratical approach is to the evaluation of ecological risk of worsening of the state of ecosystems of surface-water of Ukraine / O.G. Masenko, O.V. Poddashkin, O.V. Ribalova and other // *Problem of guard of natural environment and ecological safety*: collection of scientific labours. – Kharkiv: Publishing house of «Rayder», 2010. – Vol. XXXII. – PP. 75–90. [in Ukrainian]

6. Kozlovs'ka T.F. Determination of degrees of ecological risk is in the conditions of naturally-

technogenic chemical contamination of surface-water // *Transaction of the KDPU the name of Mykhailo Ostrohradskyi*. – 2009. – Iss. 4/2009 (57). – PP. 118–124. [in Ukrainian]

7. *Monitoring of environment* / М.О. Клименко, А.М. Графт, Н.М. Вознюк. – К.: the Publishing center «Academy», 2006. – 360 p. [in Ukrainian]

8. Romanenko V.D., Zhukinskiy V.M., Oksiyuk O.P. and other. *A method of ecological estimation of quality of surface-water is after the proper categories*. – К.: Character–Т, 1998. – 28 p. [in Ukrainian]

9. To conception of ecological risk in Ukraine / D.S. Orel, M.S. Malevaniy // *Announcer of the National university "Lviv politehnic"*: collection of scientific labours. Series: Chemistry, technology of matters and their application. – Lviv: Publishing house of the National university "Lviv polytechnic", 2008. – № 609. – PP. 285–289. [in Ukrainian]

10. *Method of estimation of ecological risks, arising up at affecting of sources of contamination water objects* / S.A. Afanas'ev, M.D. Grodzinskiy. – К.: Aybi, 2004. – 59 p. [in Ukrainian]

11. Yunga Kh. *Chemical composition and radioactivity of atmosphere* / Trudged. with angl. Of V.N. Petrova, A.Ya. Pressmana. – М.: Mir, 1965.– 424 p. [in Russian].

Стаття надійшла 15.10.2012.

Рекомендовано до друку к.х.н., доц. Козловською Т.Ф.