

УДК 628.3

С.І. АЗАРОВ, В.Л. СИДОРЕНКО, О.С. ЗАДУНАЙ

ПРОБЛЕМИ АНАЛІЗУ РИЗИКУ ПРОЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОГО ЗБИТКУ В МЕЖАХ СЕЛЬБИЩНОЇ ТЕРИТОРІЇ

***Анотація.** Розглянуто методичні основи аналізу небезпеки, ризику й економічних збитків як базису раціонального природокористування. Показано, що з екологічної точки зору ризик небезпеки є багатofакторною функцією ймовірностей та економічних збитків у різних видах господарської діяльності. Встановлено можливість управління зазначеними факторами з метою мінімізації негативних наслідків.*

***Ключові слова:** оцінка, небезпека, ризик, економічний збиток, техногенно небезпечні території.*

Вступ

Сталий розвиток суспільства забезпечується єдністю трьох сфер: економічної, соціальної та екологічної. Розвиток науки свідчить про провідну роль екологічної стійкості у формуванні сучасного і майбутнього стану суспільства. В умовах інтенсивного антропогенного і техногенного впливу відбувається різке зростання забруднення урбоєкосистем в цілому. Україна несе значні людські втрати, пов'язані зі згубним впливом стихійних лих, крупних промислових аварій, техногенним забрудненням навколишнього середовища. Проблема аналізу небезпеки і оцінки ризику у методичних відношеннях є однією з найважливіших в теорії і практиці природокористування. Потреба у її вирішенні з'явилася зі зростанням виробничої промислової діяльності, що вплинуло на підвищення антропогенного навантаження на сельбищні території (промислово-міські агломерації, міста і населені пункти). Наслідками цього стало збільшення екологічної небезпеки, рівня смертності населення і подекуди незворотні зміни природних екосистем, спричинені надзвичайними ситуаціями, аваріями і катастрофами. Наразі забруднення навколишнього середовища внаслідок роботи промислових підприємств характеризується екологічними, соціальними і, передусім, економічними збитками, що завдаються не тільки окремому підприємству, але й сельбищним територіям та національному добробуту в цілому. Таким чином, виникає необхідність в розробці нових підходів до зниження або цілковитого усунення небезпеки для навколишнього середовища та населення. Через це у країнах з розвинутою промисловістю сформувалась нова галузь знань – аналіз небезпек, оцінки ризиків, економічних збитків та управління ними.

© С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко, О.С. Задунай, 2018

1. Аналіз останніх досліджень і публікацій

У доробку видатних вчених з'явилося багато праць [1–3], в яких розглядаються різноманітні аспекти дослідження небезпек, ризиків і збитків, а також різні підходи до їх вивчення (часто інтерпретація зазначених понять дається з погляду певної науки і тому носить однобічний і вузький характер, що є неприпустимим).

2. Формулювання цілей статті

Метою роботи є обґрунтування понять безпеки, ризику і економічного збитку в процесі їх формування і розвитку, встановлення загальних закономірностей і процесів, що впливають на їх виникнення, оцінку і управління ними на основі узагальнення науково-методичних напрацювань, практичного досвіду та системного дослідження.

3. Виклад основного матеріалу

Зростання сельбищних територій веде до значного забруднення зовнішнього середовища промисловими викидами, вихлопними газами автомобілів, стічними водами, твердими відходами тощо. Навколо джерел забруднення утворюється локальна зона підвищених (порівняно з природним фоном) концентрацій забруднюючих речовин. Сельбищну територію можна розглядати як складну інженерно і соціально-екологічну систему (ІСЕС), де багато невизначеностей. Вони часто є причиною проявлення різних за своєю природою і проявом небезпек, що порушують нормальну життєдіяльність людини і безаварійну експлуатацію будівель та інженерних споруд. Прогнозні оцінки ризику проявлення небезпечних процесів в межах сельбищної території мають велике значення для управління ризиком збиткових проявів даних небезпек, а накопичення інформації (ведення моніторингу) при безпечному стані і факторах його прояву дозволяє реципієнту знизити ризик і економічні збитки. Алгоритм оцінки ризику антропогенного впливу на навколишнє середовище і об'єкти сельбищної території складається з двох основних частин: уразливості і значущості ІСЕС.

Значимість оцінки ризику проявлення небезпечних процесів при різних забудованих сельбищних територіях може бути економічною, соціальною, рекреаційною, екологічною тощо. Мета управління ризиками безпеки для ІСЕС полягає в забезпеченні безпеки соціально-економічних, територіальних, ландшафтних, геолого-технічних і екологічних систем. У даний час немає однозначного розуміння термінів «небезпека», «ризик» і «економічний збиток». Багато дослідників вважають ці поняття синонімами, а їх показники оцінюються приблизно на якісному або експертному рівні. Небезпеку слід розрізняти за часом її прояву і за площею (об'єктивну, реальну). Небезпека – це ситуація, в якій можливе виникнення явищ або процесів, здатних уражати людей, завдавати матеріальних збитків, діяти руйнівно на навколишнє середовище. Небезпека – це, по-перше, можливість (або здатність) нанесення шкоди будь-якому об'єкту захисту і, по-друге, це властивість навколишнього середовища. Небезпеки носять потенційний, тобто прихований характер. Кожну небезпеку може характеризувати багато різних рівнів потенційної

небезпеки, що оцінюють різні сторони і параметри цієї небезпеки. Під небезпечним розуміється таке явище (аварія, катастрофа, природне явище), що призводить до формування негативних (шкідливих і уражаючих) факторів для населення, об'єктів техносфери і навколишнього природного середовища.

Безпека – це стан захищеності об'єкта захисту від будь-яких видів небезпек. З іншого боку, безпека – стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства і держави від внутрішніх і зовнішніх загроз. Таким чином, безпека – стан захищеності будь-якого об'єкта від будь-яких небезпек. Звідси випливає, що «абсолютної» безпеки (відсутність будь-якої небезпеки) якоїсь системи (об'єкта захисту) домогтися в реальному світі неможливо в принципі. Керуючи рівнем потенційної небезпеки, можна зменшити ступінь небезпеки даного об'єкта захисту, а значить підвищити, збільшити ступінь його безпеки до максимально можливого в сучасних умовах рівня. Тільки в цьому сенсі можна трактувати «стан захищеності» об'єкта захисту від загрозливих йому небезпек. В даний час реалізується так званий гнучкий підхід до забезпечення безпеки, коли не регламентуються жорстко всі необхідні захисні заходи для певного класу об'єктів, а формулюються критерії безпеки і в найзагальнішому вигляді шляхи досягнення цих критеріїв.

Якщо мірою небезпеки є ризик, то заходом безпеки може служити величина допустимого ризику. Рівень безпеки життєдіяльності людини визначається величиною загального ризику, що представляє сукупність економічного, екологічного, геологічного та соціального ризиків. Дамо коротке визначення кожному із зазначених ризиків.

Економічний ризик – це ймовірність прояву небезпеки, що викликає аварійні, непередбачені проектами, руйнування будівельних об'єктів. Під екологічним ризиком розуміється ймовірність несприятливих для навколишнього середовища наслідків будь-яких змін природних об'єктів і факторів.

Геологічний ризик – це ймовірність прояву і активізації природних і природно-техногенних геологічних процесів в певному місці і в певний час, що викликають збиткові зміни об'єктів і зон їх впливу. Критерієм оцінки геологічного ризику в межах виділених інженерно-геологічних типів міської території є стійкість її компонентів (рельєфу, порід, процесів, геофізичних полів, гідросфери) до техногенних навантажень. Ця оцінка здійснюється на основі аналізу метеорологічних умов, геологічної будови, структурно-тектонічних гідрогеологічних, гідрологічних і геоморфологічних умов, небезпечних геологічних процесів з урахуванням їх площадного поширення і типу техногенних навантажень.

Соціальний ризик – це ймовірність аварійних руйнувань різних будівельних об'єктів і ураження певних груп людей, що знаходяться в зоні впливу об'єктів в момент розвитку і прояви зазначених процесів і явищ. Іншими словами, це кількісна міра небезпеки збиткових змін будівельних умов в межах кожного інженерно-геологічного типу території і погіршення здоров'я людей. Соціальний ризик при наявності небезпечних природних і техногенних процесів позначає ймовірність летальних чи інших небажаних результатів серед населення, тобто, коли виникають соціальні збитки. Прогнозування небезпек (надзвичайних ситуацій) має велике значення для управління ризиком, а накопичення інформації (ведення моніторингу) про

небезпеки і фактори їх розвитку (активізації) дозволяє реципієнту знизити ризик.

Необхідно розрізняти небезпеки, що проявляються швидко (зсуви, карстові і суфозійні провали, просадки в лесових ґрунтах, землетруси тощо) і уповільнено (підтоплення територій, деформації незгасаючої повзучості глинистих ґрунтів та ін.). Щорічний ризик від окремих процесів можна визначити як добуток їх повторюваності на можливі збитки; сумарний щорічний ризик – простим додаванням приватних ризиків за окремими таксономічними одиницями, показаними на карті. Ризики часто розглядають у двох аспектах – потенційному і реальному. Потенційний ризик – це явище небезпеки порушення стосунків живих організмів з навколишнім середовищем внаслідок дії природних чи антропогенних чинників. Реальний ризик утворюється потенційним з урахуванням імовірної частоти його реалізації.

Оцінка ризику – це аналіз причин його виникнення і масштабів прояву в конкретній ситуації. Система оцінки ризику має на меті встановлення об'єктивної картини ризику на певній території (включаючи класифікацію факторів небезпеки і можливі наслідки їх дії), кількісних оцінок ризику та збитків стосовно здоров'я населення і навколишнього природного середовища. Ця система складається з етапів (рис. 1), які необхідно пройти в процесі оцінки ризиків проявлення небезпечних процесів.



Рисунок 1 – Послідовність оцінки ризиків проявлення небезпечних процесів

Під управлінням ризиком розуміється комплекс взаємопов'язаних організаційних, технічних, інформаційних, правових, нормативно-методичних та інших заходів, спрямованих на зведення до мінімуму соціальних, економічних, екологічних втрат суспільства від проявів небезпек, що забезпечують досягнення прийняттого рівня ризику, оцінку ефективності цих заходів для зворотного зв'язку. Досягнення такої мети можливо лише при організації систем моніторингу за природними і техногенними небезпеками.

При цьому бажано дотримання принципів обґрунтування, оптимізації, вибірковості, достатності і виправданого ризику. При управлінні ризиком слід керуватися положенням: «управлінські рішення сьогодні повинні враховувати можливі несприятливі ситуації (що усуваються і що не усуваються) завтра з урахуванням виникнення можливих подальших напрямків (векторів) їх розвитку». Принципу обґрунтування рішення на реалізацію ризику прояву небезпек слід дотримуватися при виконанні умови [4]:

$$P Q_0(\Delta t) + C < P Q_0(\Delta t) \quad (1)$$

або

$$\Delta W [P, \Delta t] - C > 0, \quad (2)$$

де P – реалізація ризику прояву небезпеки; $Q_0(\Delta t)$ – величина економічного збитку; C – економічні витрати на здійснення заходів з інженерного захисту; Δt – інтервал часу від негативного процесу, що розглядається.

Тут $\Delta W [P, \Delta t] = P Q_0(\Delta t) - P^* Q_0(\Delta t)$ – математичне очікування економічної шкоди від ризику, відверненого своєчасно вжитими заходами інженерного захисту.

При відомих величинах економічної шкоди прийняття рішень з мінімізації витрат запишеться у вигляді:

$$Q_0(\Delta t) > Q_0 d(\Delta t). \quad (3)$$

Тут

$$Q_0 d(\Delta t) = \frac{C}{\Delta P} - \left(\frac{P}{\Delta P} = 1 \right) \Delta Q_0, \quad (4)$$

де $Q_0 d(\Delta t)$ – критеріальне значення для правила прийняття рішення (мінімально допустима ймовірність небезпеки). У цьому випадку реалізація ризику прояву небезпеки і величина економічного збитку в залежності від ризику дорівнюватимуть:

$$\Delta P = P - P^*, \quad (5)$$

$$\Delta Q_0 = Q_0(\Delta t) - Q_0^*(\Delta t). \quad (6)$$

Принцип оптимізації буде визначатися за умови максимуму відношення запобіжного економічного збитку до витрат на здійснення заходів інженерного захисту з виразу [4]:

$$V^* = \arg \max : \Delta W [P, \Delta t, V] / C(V), \quad (7)$$

Тут

$$\Delta W [P, \Delta t, V] = \Delta P Q_0(\Delta t) - P^*(V) Q_0(\Delta t, V). \quad (8)$$

Принцип вибірковості має на увазі вибір серед існуючих стандартних заходів інженерного захисту тих, що забезпечать максимальне зниження ризику прояву збиткових процесів при однакових затратах. Тобто, необхідно дотримуватися умови:

$$\Delta W [P, \Delta t] / \Delta C \rightarrow \min. \quad (9)$$

Принцип достатності означає, що комплекс заходів інженерного захисту повинен забезпечити рівень безпеки населення, що задовольняє умови:

$$Q_n(\Delta t) \leq [Q_n(\Delta t)] M, \quad (10)$$

де $[Q_n(\Delta t)]M$ – прийнятний рівень ризику (індивідуальної ймовірності смерті людини за інтервал часу Δt від розглянутого збиткового процесу).

Принцип виправданості ризику дотримується в тих випадках, коли освоєння територій обіцяє значну вигоду, але ризиковано для населення, оскільки ризик прояву збиткових процесів перевищує прийнятну величину. В цьому випадку користь для суспільства в цілому перевищує ймовірний економічний збиток. За додаткові фактори ризику категоріям ризикуючих громадян державними органами влади повинні передбачатися соціально-економічні компенсації.

При виборі методів прогнозних оцінок ризику прояву небезпечних процесів на території міста слід починати, керуючись такими основними положеннями:

- прогнозні оцінки складаються на всіх стадіях життєдіяльності людини в межах даної території, починаючи від задуму її використання, техніко-економічного обґрунтування інвестицій, розробки проектно-кошторисної документації, будівництва будівель і споруд, їх реконструкції і ліквідації. Цим дотримуються основні принципи загальної теорії прогностики – перманентності і верифікованості. Головне, вчасно отримати відомості про інженерно-технічний та екологічний стан міської території і небезпечні прояви антропогенних процесів, що спричинять не тільки економічні втрати, але і викличуть соціальні та екологічні лиха. Висновок з цього положення один – якщо за результатами прогнозних оцінок ймовірний прояв збиткового процесу, необхідно вжити запобіжних заходів захисту;

- результати прогнозних оцінок геолого-технічного і екологічного стану території міста поширюються тільки для такої території ІСЕС, що має строго певні просторово-часові межі і будову. В межах цих кордонів ІСЕС протягом всього її існування, особливо в новітній етап, мала однаковий режим розвитку. Тобто, це структурні блоки зі строго певним набором порід інженерно-геологічних формацій і геолого-генетичних комплексів з квазіоднородними геоморфологічними, гідрологічними, кліматичними умовами і суворо визначеним парагенетичним рядом небезпечних процесів;

- прогнозні оцінки складаються з урахуванням антропогенних навантажень в межах розглянутої ІСЕС і впливу на неї суміжних з нею геолого-технічних, екологічних і соціально-економічних систем. При прогнозах імовірних впливів техногенних процесів на господарські об'єкти, розташовані в межах кількох систем, як, наприклад, річкові береги,

зсувонебезпечні ділянки схилів, прогнозні оцінки складаються для кожної системи з урахуванням її функціонального використання та впливів на неї суміжних систем.

При прогнозних оцінках екологічного стану ІСЕС в даний час використовуються в основному детерміновані моделі. Поясненням такого масового застосування цих моделей є простота математичних формул і мінімум інформації, необхідної для здійснення прогнозних розрахунків. Основними причинами використання цих моделей є відсутність розрахункових схем, які б виходили з ймовірності прояву збиткових екологічних небезпек. Успішне подолання виникаючих труднощів можливо тільки при використанні різних моделей ймовірнісно-статистичного аналізу.

У випадках, коли відсутня необхідна кількісна інформація про фактори розвитку, прояву та активізації дій техногенних процесів, досить гарні результати можна отримати, використовуючи методи теорії розпізнавання образів. Якщо прогнозист володіє кількісно виразимими факторами розвитку і прояву небезпечного процесу, найбільш часто використовуються ймовірнісно-детерміновані та ймовірнісно-статистичні методи – дослідження загальних лінійних рівнянь, що добре відпрацьовані і математично обґрунтовані.

В якості чисельної величини ризику доцільно взяти безрозмірний показник R – це відношення величини небезпечних процесів, що відбулися в межах певних інженерно-геологічних типів територій, до загальної площі її ураженості цими процесами.

За характерною величиною показника R доцільно виділяти такі категорії ризику [5]:

1) ризик в межах тренда, коли його значення ненабагато перевищують одиницю: ($0 < R \leq 1,5$). При таких величинах зазвичай потрібне проведення превентивних заходів інженерного захисту;

2) ризик збитковий: ($1,5 < R < 5$). У цих випадках складаються комплексні проекти інженерного захисту, що базуються на результатах прогнозів проявів небезпечних процесів;

3) ризик катастрофічний: ($R > 5-10$, до 1000 і більше).

Зазначений ризик важко прогнозований. Тому для зменшення економічної шкоди найбільш ефективними є заходи з порятунку населення в надзвичайних ситуаціях і система страхування.

Ризики відповідальності від небезпечних процесів поєднують в собі ймовірність несприятливих подій і обсяг цих подій (втрати та збитки). Вони відображають міру безпеки ситуацій, в яких є потенційні негативні чинники, здатні несприятливо впливати на природу, людину і суспільство (рис. 2).

Наслідком всіх надзвичайних ситуацій на території міста будуть економічні збитки. Вони можуть бути прямими і непрямими, оцінюватися екологічними і соціальними показниками.

Економічні збитки – це грошовий вираз негативних наслідків, викликаних руйнуваннями і виведенням з експлуатації промислових, соціально-побутових, сільськогосподарських об'єктів і підземних комунікацій. Екологічний збиток – це погіршення стану природного середовища та затрати на його відновлення, втрата господарської цінності території тощо.

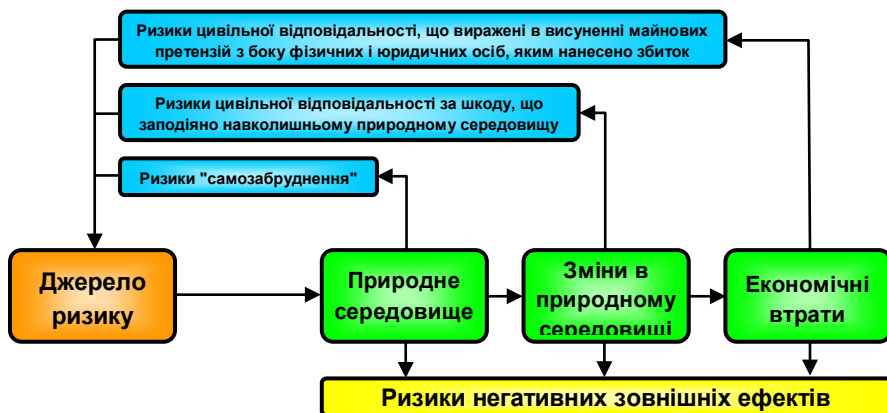


Рисунок 2 – Характеристика ризиків відповідальності від небезпечних процесів

Соціальний збиток – це втрата різних видів власності, затрати на переселення людей, виплату компенсації постраждалим, порушення процесу нормальної господарської діяльності, погіршення умов життєдіяльності людей. Алгоритм розрахунку економічної шкоди від небезпечних процесів в загальному вигляді може бути представлений у вигляді виразу [5]:

$$Z = K_1 K_2 K_3 K_4 S RIJ, \quad (11)$$

де Z – економічний збиток, що розраховується у вартісному вираженні для однотипних об'єктів (наприклад, для житла, будинку і т.д.);

K_1 – вартісний коефіцієнт (в гривневому чи іншому еквіваленті) питомої одиниці об'єкта (житлової площі, обсягу і т.п.);

K_2 – коефіцієнт імовірного виникнення екологічної небезпеки в результаті руйнування (або пошкодження) промислових або жилих будинків і споруд;

K_3 – коефіцієнт імовірного збільшення економічної шкоди за рахунок активізації техногенних небезпечних процесів;

K_4 – коефіцієнт амортизації інженерних споруд (відповідно зниження їх стійкості);

S – розміри власне об'єкта (житлова площа, обсяг, розрахункова місткість тощо);

RIJ – розрахунковий коефіцієнт, що відображає ймовірність (ризик) втрат при прояві небезпечних процесів i -ої інтенсивності на майданчиках з j -ою оцінкою ґрунтових умов.

Оцінки очікуваних соціально-екологічних збитків є складною науковою проблемою, тому їх розміри досить умовні за такими основними причинами:

- неможливість однозначно оцінити збитки від небезпечних процесів (якщо для процесів, що сталися, ці оцінки відповідають спостережуваним актуальним збиткам, то для прогнозованих процесів вони є прогнозними віртуальними);

- практично відсутні аналізи та оцінки непрямих збитків від небезпечних процесів, що проявилися й очікуються, а іноді і збитків від вторинних впливів;

- збиткам від багатьох процесів запобігають поетапно, тому кінцева оцінка втрат часто виявляється заниженою;

- на багатьох територіях не ведеться моніторинг не тільки за втратами, але і за розвитком і проявом процесів.

Висновки

1. Аналіз понять "безпека", "небезпека", "ризик", "збитки" виявив відсутність єдиного понятійно-категоріального підходу. В першу чергу це стосується використання понять стосовно суб'єкта і об'єкта дії.

2. Основними причинами виникнення небезпек, ризиків і збитків на сельбищній території є виробнича діяльність, що формує антропогенні або техногенні зміни природних об'єктів і чинників. Тому ризики мають розглядатися як ймовірність втрат для підприємства у зв'язку з нанесенням економіко-екологічних збитків навколишньому середовищу.

3. Теоретичні розробки окремих питань аналізу небезпек свідчать про суперечливість наукового погляду на теоретико-методичну базу екологічного аналізу ризику.

4. Аналіз небезпек потребує комплексного підходу, в результаті якого на основі врахування оцінки ризиків приймаються рішення з управління ризиком щодо мінімізації його ціни.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Rowe W.D. An anatomy of Risk. – Environmental Protection Agency, 1975. – 209 p.
2. Environmental health risk assessment – Guidelines for assessing human health risks from environmental hazards. – Environmental health risk management, 2012. – 244 p.
3. Application of risk estimation in different countries / [Clarkson R., Glaser S., Kierski M., Thomas T., Gaccetta J., Campbell C. and ect.]. – Netherlands : Kluwer Academic, 2001. – P. 3–9.
4. Benjamin S.L. Practical guidance on understanding, management and review of reports as evaluated by a risk in an environment / D.A. Belluck. – Boca Katon : CRC Press/Lewis, 2001. – 280 p.
5. Азаров С.І. Економічна оцінка відверненого екологічного ризику (соціального збитку) для населення, що проживає на техногенно небезпечних територіях / Азаров С.І., Сидоренко В.Л. // Екологічні науки. – 2013. – Вип. 3. – С. 69–73.

Стаття надійшла до редакції 17.05.2018.