

# РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ Й ПОНЯТТЯ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ

## 1.3. Методичні підходи до оцінки екологічного ризику

Під терміном «**екологічний ризик**» розуміється ймовірність заподіяння шкоди життю або здоров'ю громадян, майну фізичних або юридичних осіб, державному або муніципальному майну, навколишньому середовищу і життєдіяльності флори і фауни. Це визначення інтегрує декілька різнопланових уявлень про ризик (здоров'ю, екологічний, пошкодження майна), що відповідає поняттю совокупного ризику.

В нашому розумінні, екологічний ризик це ймовірність виникнення несприятливих ефектів для існування екосистем та життєдіяльності суспільства, в тому числі й для здоров'я населення, внаслідок антропогенного тиску на довкілля або впливу природних чинників.

Таким чином, в узагальненому понятті екологічний ризик зводять до двох типів:

- **ризик порушення стійкості екосистем ( $P$ )**, прискорення процесів деградації життєдіяльності флори і фауни, в результаті реального і потенційного забруднення навколишнього середовища;

- **ризик здоров'ю населення ( $R$ )**, який є ймовірністю розвитку у населення несприятливих для здоров'я ефектів.

Екологічний ризик має множину кількісних характеристик, тому при його дослідженні, за умови визначення кількісної характеристики, необхідно вказувати тип і деякі його характеристики.

Оцінка екологічного ризику пов'язана в загальному випадку з аналізом ризику від джерел небезпеки природного походження, а також з ризиком, що виникає внаслідок забруднення і дії інших антропогенних чинників на всіх

рівнях. Для отримання ефективних оцінок кожна компонента ризику повинна бути адаптована до проблем відповідного просторового масштабу.

Схема оцінки екологічного ризику наведена на рисунку 1.1.

Концепція екологічного ризику, як концепція ризику взагалі, включає два елементи – оцінку ризику і управління ризиком. Основи методології оцінки і управління ризиками під дією чинників середовища на здоров'я людини були розроблені у США і офіційно визнані та розвиваються Всесвітньою організацією охорони здоров'я і іншими міжнародними організаціями і установами [3].

Основними елементами оцінки (етапів) ризику є наступні:

- ідентифікація небезпеки;
- оцінка експозиції;
- оцінка залежності «доза – ефект»;
- характеристика ризику.



Рисунок 1.1 – Схема оцінки екологічного ризику

Загальна схема оцінки екологічного ризику включає наступні елементи:

- аналіз джерел ризику;
- аналіз перенесення забруднюючих речовин і інших джерел ризику в навколишньому середовищі;
- аналіз дії джерел ризику на людину і біоту з урахуванням як прямих, так і опосередкованих взаємодій. Визначення можливої взаємодії джерел ризику.

Кількісно оцінка екологічного ризику включає визначення дози, оцінку небезпечних ефектів, визначення залежності «доза-ефект» з метою оцінки ймовірності і кількісного рівня ефектів [4].

Кількісна оцінка ризику є важливим питанням в управлінні ризиком.

Огляд ситуацій ризику виникнення відповідних небажаних подій наведено на рисунку 1.2.

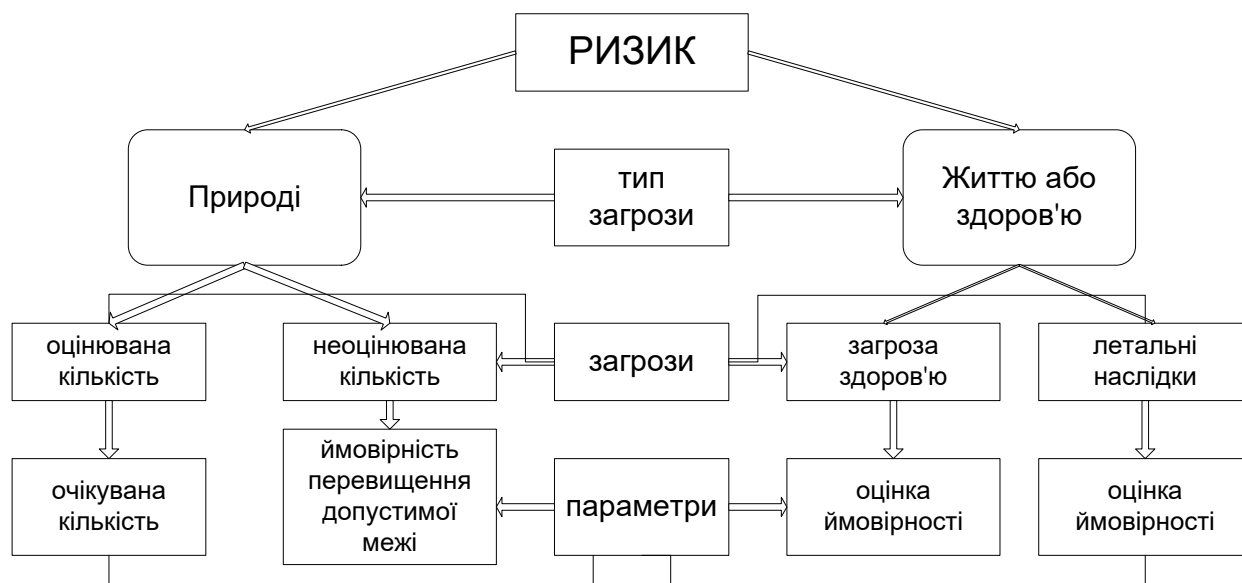


Рисунок 1.2 – Ситуації ризику виникнення відповідних небажаних подій [5]

**Екологічний ризик ( $P$ )** – це ймовірність погіршення якості компонентів навколишнього середовища, її природних і природно-антропогенних утворень, деградації флори і фауни, зменшення видового різноманіття, порушення

біогеохімічних циклів, процесів біотичної саморегуляції і екологічної рівноваги, а також зниження адаптаційних можливостей вказаних природних, природно-антропогенних екосистем по відношенню до негативного впливу і вичерпання їх екологічного резерву.

Загальну модель оцінки екологічного ризику наведено нижче:

$$M = \{q_p \mid p = \overline{1, n}\}, \quad (1.1)$$

де  $M$  – множина чинників ризику;

$q_p$  – чинник  $p$ -го типу ризику.

Для оцінки екологічного ризику доцільно використовувати системний аналіз багатofакторних ризиків для  $i$ -тих компонентів навколишнього природного середовища в узагальненій формі, який обумовлює можливість адаптації до конкретних умов.

Кожний  $j$ -ий показник  $x_{ij}$   $q_p$ -чинника ризику визначається інформаційним вектором  $I_{ipj}$ :

$$I_{ij} = \{x_{ij} \mid x_{ij} = \langle x_{jq} \mid q = \overline{1, n_{ij}} \rangle; x_{jq} \in Z_{ijq}; j \in N_p\}, \quad (1.2)$$

Кожний чинник  $q_p$  ризику характеризується показником антропогенного навантаження  $H_p$  та природними чинниками.

Антропогенне навантаження як причина порушення стійкості екосистем пов'язується з  $j$ -ою кількістю показників  $h_{pj}$ :

$$H_p = \{h_{pj} \mid p \in N; j = \overline{1, n_p}\}, N \in [1, n], \quad (1.3)$$

де  $H_p$  – сучасний рівень антропогенного навантаження на  $i$ -ий компонент навколишнього середовища, що викликає  $p$ -ий вид ризику появи негативних наслідків для екосистеми;

$N$  – кількість чинників  $p$ -го виду ризику впливу антропогенного навантаження на  $i$ -ий компонент навколишнього середовища.

Безумовно, екологічний ризик ( $P$ ) як ймовірність порушення стійкості екосистем залежить від існуючого стану компонентів екосистеми ( $K_i$ ) та впливу сучасного або потенційного антропогенного навантаженням ( $H_i$ ) і може бути виражена функцією

$$P = f_i(K_i, H_i). \quad (1.4)$$

В загальному вигляді ймовірність порушення екологічної стійкості та початку деградаційних процесів  $i$ -го компоненту навколишнього середовища під впливом негативних чинників визначається за формулою:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^k (1 - P_i), \quad (1.5)$$

де  $P_i$  – ймовірність порушення стійкості екосистем залежить від існуючого стану  $i$ -тих компонентів екосистеми;

$K_i$  – стан  $i$ -го компоненту навколишнього середовища;

$H_i$  – рівень антропогенного навантаження на  $i$ -тий компонент навколишнього середовища.

Оцінка екологічного ризику при сучасному стані  $i$ -го компоненту навколишнього середовища визначається за формулою:

$$P_i^c = f_i(K_i^c, H_i^c), \quad (1.6)$$

де  $K_i^c$  – сучасний стан  $i$ -го компоненту навколишнього середовища;

$H_i^c$  – сучасний рівень антропогенного навантаження від впливу негативних чинників на  $i$ -тий компонент навколишнього середовища.

Екологічний ризик для атмосферного повітря визначається:

$$P_A^c = f(A_b \langle b = \overline{1, N_A} \rangle, H_{Ak} \langle k = \overline{1, N_{HA}} \rangle), \quad (1.7)$$

де  $A_b$  – сучасний стан атмосферного повітря;

$H_{Ak}$  – інтегральна оцінка сучасного рівня антропогенного навантаження від впливу негативних чинників на атмосферне повітря за  $b$ -тим показником.

Екологічний ризик для водних екосистем визначається:

$$P_G^c = f(G_v \langle v = \overline{1, N_G} \rangle, H_{Gm} \langle m = \overline{1, N_{HG}} \rangle), \quad (1.8)$$

де  $G_v$  – сучасний стан водних екосистем;

$H_{Gm}$  – інтегральна оцінка сучасного рівня антропогенного навантаження від впливу негативних чинників на водні екосистеми за  $v$ -тим показником.

Екологічний ризик для ґрунтів визначається за формулою:

$$P_S^c = f(S_d \langle d = \overline{1, N_S} \rangle, H_{Sl} \langle l = \overline{1, N_{HS}} \rangle), \quad (1.9)$$

де  $S_d$  – сучасний стан ґрунтів;

$H_{Sl}$  – інтегральна оцінка сучасного рівня антропогенного навантаження від впливу негативних чинників на ґрунти за  $d$ -тим показником.

Екологічний ризик порушення стійкості природних екосистем від радіаційного забруднення визначається за формулою:

$$P_R^c = f(R_a \langle a = \overline{1, N_R} \rangle, H_{Rm} \langle y = \overline{1, N_{HR}} \rangle), \quad (1.10)$$

де  $R_a$  – сучасний радіаційний стан;

$H_{Rm}$  – інтегральна оцінка сучасного рівня антропогенного навантаження від впливу радіаційного забруднення за  $m$ -тим показником.

Досягнення критичного стану ( $K^k_i$ )  $i$ -го компонента навколишнього середовища, при якому відбувається розвиток деградаційних процесів та порушення стійкості екосистеми, може відбутися за декількома сценаріями. По-перше, коли сучасний стан екосистеми знаходиться поблизу критичного, тоді навіть невелике антропогенне навантаження ( $H_i$ ) може призвести до інтенсивного розвитку деградаційних процесів, по-друге, коли антропогенне навантаження перевищує допустимі обсяги.

Для більш детальної оцінки екологічного ризику необхідно врахувати здатність екосистеми до самовідновлення, віддаленість екосистем від джерела впливу, тривалість впливу чинників антропогенного навантаження тощо.

Тоді ризик порушення стійкості  $i$ -го компоненту екосистеми може бути виражений функцією:

$$P_i = f(r, K^k_i, H_i, L, t), \quad (1.11)$$

де  $K^k_i$  – критичний стан  $i$ -го компоненту навколишнього середовища;

$r$  – віддаленість екосистем від джерел впливу;

$t$  – час, за який екосистема досягне критичного стану;

$L$  – здатність екосистеми до самовідновлення від негативного ефекту антропогенного навантаження  $H_i$ .

Узагальнена оцінка екологічного ризику здійснюється при дослідженнях в масштабах регіону, області, або для прийняття передпланових, узагальнених управлінських рішень. Більш детальна оцінка екологічного ризику може проводитись за умови достатньої кількості даних щодо здатності екосистеми до самовідновлення від антропогенного навантаження на основі негативних ефектів і чинників прогнозованої негативної дії, рівнів можливих впливів

шкідливих речовин і випромінювань, тривалості їх впливу, масштабів їх розповсюдження з урахуванням ландшафтних і метеорологічних умов.

Сумарний екологічний ризик визначається за формулою:

$$P_{\text{сум}} = 1 - (1 - P_A)(1 - P_G)(1 - P_S)(1 - P_R), \quad (1.12)$$

де  $P_A$  – ризик досягнення критичного стану атмосфери;

$P_G$  – ризик досягнення критичного стану забруднення водних об'єктів;

$P_S$  – ризик досягнення критичного стану забруднення ґрунтів;

$P_R$  – ризик досягнення критичного стану від радіаційного забруднення.

Сумарним ризиком слід оперувати при достатній однорідності екосистем або проводити попереднє групування.

В даний час концепція оцінки ризику практично у всіх країнах світу і міжнародних організаціях розглядається як головний механізм розробки і прийняття управлінських рішень на міжнародному, державному, регіональному рівнях, і на рівні окремого виробництва або іншого потенційного джерела забруднення навколишнього середовища.

#### **1.4. Область застосування оцінки ризику**

У цьому методичному посібнику розглядається тільки ризик для здоров'я населення і не розглядаються:

- питання оцінки професійного ризику, який виник внаслідок дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів і факторів трудового процесу на здоров'я працюючих;

- екологічний ризик як ймовірність розвитку у рослин або тварин (крім людини) несприятливих ефектів, зумовлених впливом факторів навколишнього середовища.



**Аналіз ризику** – аналітичний процес для отримання інформації, необхідної для попередження негативних наслідків для здоров'я і життя людини, що складається з трьох компонентів:

- оцінка ризику для здоров'я населення;
- управління ризиком;
- інформування про ризик.

У науковому відношенні оцінка ризику для здоров'я населення - це послідовний, системний розгляд всіх аспектів впливу аналізованого фактора на здоров'я людини, включаючи обґрунтування допустимих рівнів впливу.

У науково-практичному відношенні основне завдання оцінки ризику полягає в отриманні та узагальненні інформації про можливий вплив факторів середовища проживання людини на стан його здоров'я, необхідної і достатньої для гігієнічного обґрунтування найбільш оптимальних управлінських рішень щодо усунення або зниження рівнів ризику, оптимізації контролю (регулювання та моніторингу) рівнів експозицій і ризиків.

**Оцінка ризику для здоров'я людини** – це кількісна та/або якісна характеристика шкідливих ефектів, здатних розвинутися в результаті впливу факторів середовища проживання людини на конкретну групу людей при специфічних умовах експозиції.

Застосування методології оцінки ризику для здоров'я людини в якості інструменту санітарно-епідеміологічної експертизи та обґрунтування ефективних управлінських рішень дозволяє [6]:

- розробляти механізми і стратегію різних регулюючих заходів щодо зниження ризику;
- отримувати кількісні характеристики збитку здоров'ю від впливу шкідливих факторів середовища проживання людини з детальним представленням всіх етапів досліджень та аналізом невизначеностей, властивих цьому процесу;
- порівнювати і ранжувати різні за ступенем вираженості ефектів впливу факторів середовища проживання людини;

- знижувати невизначеності аналізу в процесі прийняття рішень;
- встановлювати більш надійні безпечні рівні впливу і гігієнічні нормативи, в тому числі регіональні рівні мінімального ризику і цільові концентрації, які повинні бути досягнуті в процесі здійснення профілактичних та оздоровчих заходів;
- ідентифікувати в конкретних умовах як найбільш схильні до впливу несприятливих наслідків, так і найбільш чутливі і ранимі підгрупи населення;
- визначати пріоритети екологічної політики і політики в галузі охорони здоров'я населення на територіальному і особливо місцевому рівнях;
- здійснювати першочергове регулювання тих джерел та факторів ризику, які становлять найбільшу загрозу для здоров'я населення;
- виявляти найбільш критичні області, де зниження рівня невизначеності призведе до найбільш достовірної оцінки ризику і, тим самим, забезпечить найкращі способи його зниження;
- якісно і кількісно характеризувати рівні ризику, які збереглися після застосування заходів щодо його зниження;
- коригувати плани проведення соціально-гігієнічного моніторингу з урахуванням пріоритетних джерел забруднення середовища проживання людини, пріоритетних забруднених середовищ і хімічних речовин, що вносять найбільший внесок у ризик розвитку канцерогенних і не канцерогенних ефектів;
- здійснювати відбір прямих і непрямих індикаторів рівнів експозиції, стану здоров'я і ризиків для цілей соціально-гігієнічного моніторингу, в тому числі моніторингу експозицій і ризиків;
- удосконалювати систему гігієнічного нормування та її гармонізацію з міжнародно визнаними принципами, критеріями і методами встановлення безпечних рівнів впливу хімічних речовин.

Оцінка ризику проводиться за запитами органів державної влади, у тому числі органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду, судових

органів, промислових підприємств та проектних організацій, індивідуальних підприємців, громадських організацій, юридичних і фізичних осіб.