

УДК 504:004.358

МЕТОДИКА З ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ ЗАБРУДНЕННІ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

*Г.В.Звягінцева,**Донецький національний технічний університет*

Вступ

Нині в Україні все більше приділяється уваги рішенням проблем екологічної безпеки. Зростає розуміння того, що зараз сучасні екологічні загрози мають зовсім інший характер та масштаб впливів на суспільство та природне середовище, ніж колись. В цій області Верховна Рада України прийняла за останні десять років наступні закони: «Про національну безпеку», «Про екологічну експертизу», «Про екологічний аудит», «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», «Про об'єкти підвищеної небезпеки», «Про страхування» тощо.

Розвиток системних методів аналізу екологічних ситуацій на сучасному етапі є актуальною задачею. В цьому плані методи аналізу ризику виходять на перше місце, бо законодавство щодо техногенної та екологічної безпеки визначає необхідність аналізу ризиків. Сьогодні в різних країнах світу загальноприйняті методи оцінки ризику застосовуються у багатьох областях моніторингу навколишнього середовища: екологічному, соціально-гігієнічному, кризовому моніторингу і т.ін. У цьому відношенні методологію оцінки ризику можна розглядати в якості одного з основних, системоутворюючих елементів моніторингу довкілля.

Таким чином, в Україні на законодавчому рівні формується нова концепція екологічної безпеки як складової частини національної безпеки держави.

Однак, зараз при розробці декларацій безпеки підприємств, матеріалів екологічної експертизи та документації ОВНС в Україні екологічні ризики не визначаються відповідно до сучасної методології аналізу ризиків, хоча практично в усіх країнах світу ця методологія використовується в якості домінуючого механізму розробки та обґрунтування оптимальних форм управління безпекою [1–4].

У Росії при оцінці ризику для здоров'я населення застосовується керівний документ [4], у якому прийнята загальноприйнята у світі методологія аналізу ризику. В Україні нині подібний документ тільки розробляється. В цьому плані зараз лише існують Методичні рекомендації «Оцінка ризику для населення від забруднення атмосферного повітря»[5], які затверджені Міністерством охорони здоров'я України. Що стосується екологічних ризиків, то у тому вигляді, як вони визначаються міжнародними документами [1-3], такого нормативного документа в Україні досі немає.

Відповідно до закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» необхідно проводити всебічне дослідження ступеня небезпеки та оцінки ризику промислових об'єктів, які в процесі діяльності впливають на персонал, навколишнє природне середовище та населення. Таким чином, ризики поділяються на техногенні щодо впливів на персонал і населення та екологічні щодо впливів на навколишнє природне середовище. У законі України «Про екологічну експертизу» (стаття 5) також визначається, що основним завданням екологічної експертизи є визначення ступеня екологічного ризику та безпеки запланованої чи здійснюваної діяльності. У державних будівельних нормах ДБН А.2.2.1 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» є вимоги щодо визначення екологічного ризику планової діяльності та впливу на умови життєдіяльності людини.

Але в Україні досі не визначено порядок класифікації та обліку екологічно небезпечних об'єктів як складової промислових об'єктів підвищеної небезпеки. Також не встановлено порядок робіт з ідентифікації екологічних небезпек при визначенні небезпеки та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Незважаючи на те, що в країні ідентифікація та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки, до яких відносяться й екологічно небезпечні об'єкти, проводиться вже більше семи років (Постанова КМ України про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки від 11.07.2002 № 956), поки ще не вироблені основні методичні принципи аналізу та оцінки екологічного ризику, не розроблено методичне забезпечення з оцінки ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. Крім того, відсутні загальні підходи у процедурах екологічного аудиту та експертизи, ОВНС та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки з оцінки та аналізу екологічної безпеки різних об'єктів з позиції методології оцінки ризику.

Основний нормативно-методичний документ [5] – Посібник до розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (до ДБН А.2.2.1-2003), який використовується при оцінці впливів на навколишнє середовище, не містить у собі ніяких методичних рекомендацій з оцінки екологічних ризиків.

У методичному документі «Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки» [7], який розроблено Держпромгірнаглядом України, та у методичному документі «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» [5], який розроблено МОЗ України, також цілком відсутні методичні вказівки щодо оцінки екологічних ризиків.

Низка відомств (Держпромгірнагляд України, Міністерство охорони здоров'я і т.ін.) розробили відомчі методичні документи щодо оцінки ризику, які вже проходять широку апробацію у проектних організаціях. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України затримується у вирішенні цього питання.

Таким чином, сьогодні є актуальним удосконалення на національному рівні процедур ідентифікації екологічних небезпек, визначення основних методичних принципів оцінки екологічних ризиків та їхніх допустимих рівнів при забрудненні навколишнього природного середовища, та взагалі розробка Методики з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища.

Підстава та основні задачі розробки

Підставою для виконання роботи щодо розробки Методики з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища є договір № 30/1040/15/3 від 18 квітня 2007 р. з Міністерством охорони навколишнього природного середовища про створення науково-технічної продукції. Робота щодо розробки Методики виконується Державною екологічною академією післядипломної освіти та управління спільно з Донецьким національним технічним університетом.

Для досягнення зазначеного результату поставлені та вирішені наступні задачі:

- обґрунтування основних принципів і методів оцінки та аналізу екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища;
- розробка проекту нормативно-методичного документа з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища;
- апробація та збір відгуків щодо нормативно-методичного документу.

Призначення методики з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища

Результатом роботи став проект Методики з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища [8]. Цей документ визначає порядок проведення аналізу небезпек та оцінки екологічних ризиків, встановлює методичні принципи, терміни і поняття аналізу ризику, задає критерії прийнятних ризиків та їхні рівні, визначає методи дослідження небезпек і кількісних оцінок ризику.

Розробка Методики спрямована на створення нормативно-методичного забезпечення виконання робіт з оцінки ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища та визначення ступеня екологічної безпеки запланованої чи здійснюваної діяльності.

Використання Методики призначено для:

- визначення ступеня екологічного ризику при проведенні екологічної експертизи та екологічного аудиту щодо запланованої чи здійснюваної діяльності;
- екологічних обґрунтувань при виконанні робіт з ОВНС;
- оцінки екологічних ризиків експлуатації об'єктів, що становлять екологічну небезпеку (відповідно до переліку, який затверджується Кабінетом Міністрів України), та об'єктів підвищеної небезпеки (відповідно до Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки») при їхніх негативних впливах за межами території підприємств, виробництв та об'єктів.

Використання даної Методики передбачено при розробці наступної документації (матеріалів):

- висновків та звітів екологічного аудиту;
- висновків та матеріалів екологічної експертизи;
- матеріалів з ОВНС;
- декларацій безпеки об'єктів підвищеної небезпеки.

Застосування Методики дозволить досягти якісно нового рівня визначення ступеня екологічної безпеки техногенних об'єктів та інших об'єктів і територій.

Методологія аналізу ризику як наукове підґрунтя розробки методики

Науковим підґрунтям розробки Методики стала існуюча методологія аналізу ризику, яка широко застосовується у світовій практиці при оцінці небезпек [1-4]. Зараз аналіз ризиків передбачає попередження несприятливих наслідків дій небезпеки на об'єкти впливу та обґрунтування управлінських рішень щодо зменшення рівня ризику. Системний аналіз ризику складається з трьох взаємозв'язаних процедур: оцінки ризику, управління ризиком та інформування про ризик (дивись рис. 1).

Оцінка ризику є основним елементом процедури аналізу ризику.

Метою оцінки ризиків є виявлення небезпек, отримання та узагальнення якісної та кількісної інформації про рівні та наслідки дій шкідливих і небезпечних факторів на об'єкти впливу та визначення ймовірності наслідків для попередження розвитку несприятливих ефектів і для обґрунтування управлінських рішень щодо зменшення рівня ризику.

Процедура оцінки ризику припускає здійснення взаємозв'язаних етапів та має три її найважливіші складові (три етапи): ідентифікація небезпек, оцінка ризику впливів та характеристика ризику.

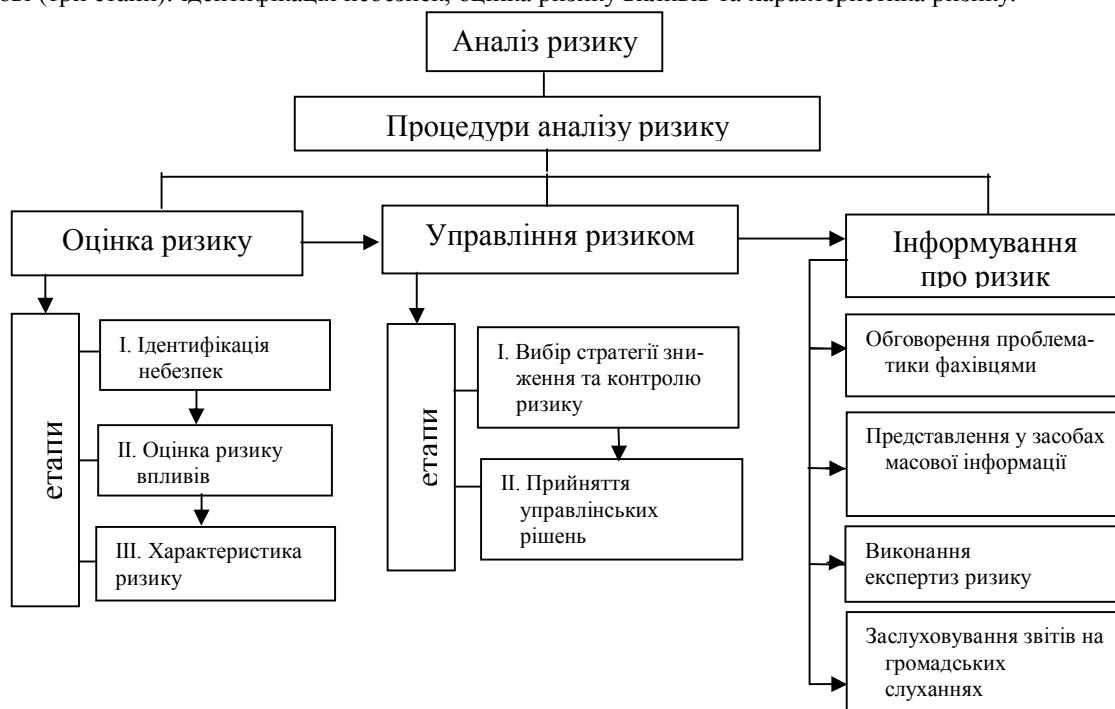


Рис. 1. Схема аналізу ризику

Ідентифікація небезпек є початковим етапом процедури оцінки ризику та передбачає встановлення спроможності фактору небезпеки викликати несприятливі ефекти або наслідки у об'єктів негативного впливу. Головною задачею цього етапу є вибір найбільш уразливих об'єктів, а також пріоритетних шкідливих та небезпечних факторів, які є необхідними та достатніми для характеристики рівня ризику та джерел його виникнення. Також на цьому етапі здійснюється оцінка повноти та достовірності існуючих даних, визначаються задачі щодо збору інформації, аналізується наявність відомостей про кількісні показники факторів впливу небезпек (наприклад, концентрації, дози, безпечні рівні, інтенсивність ураження тощо), визначаються пріоритети. Вихідні дані, які отримано на етапі ідентифікації небезпек, використовуються в подальшому для оцінки ризику впливів шкідливих та небезпечних факторів.

На другому етапі процедури оцінки ризику – оцінка ризику впливів – встановлюються причинні зв'язки між впливом потенційно небезпечного фактора і розвитком несприятливих ефектів та наслідків у об'єкта впливу, а також виконується кількісна оцінка їхнього ризику у вигляді ймовірності виникнення. Оцінка ризику впливів проводиться з метою кількісних розрахунків впливів на об'єкти живої природи при реалізації небезпек. Етап оцінки ризику впливів є важливим розрахунковим етапом усієї процедури оцінки екологічних ризиків.

Третій етап процедури оцінки ризику – характеристика ризику – передбачає оцінку ризиків за різними категоріями, спектрами та видами. На цьому етапі здійснюється порівняльна оцінка ризиків та аналіз їхнього розподілу за будь-якими аспектами – територіальним, аспектом часу, за біооб'єктами, факторами, наслідками тощо. Під час виконання етапу узагальнюються отримані дані, формулюються рекомендації, які необхідні для розробки заходів з управління ризиком. На цьому етапі також виконується оцінка значимості існуючих проблем та здійснюється порівняння отриманих кількісних характеристик ризику зі значеннями умовно визначеного прийнятного ризику. За результатами виконаних досліджень узагальнюється здобута інформація та робляться висновки щодо рівня фактичного ризику.

Наступна, друга, процедура аналізу ризику – управління ризиком – базується на сукупності отриманих висновків при здійсненні процедури оцінки ризику. Управління ризиком спрямовано на обґрунтування найкращих за умови існуючої ситуації рішень з його усунення або мінімізації та прийняття управлінських рішень. Процедура управління ризиком складається з вибору стратегії зниження та контролю

ризик, а також з прийняття управлінських рішень, при цьому визначається комплекс заходів щодо попередження або обмеження дії шкідливих та небезпечних факторів на об'єкти впливу.

Останньою процедурою аналізу ризику є інформування про ризик. Ця процедура пов'язана з розглядом результатів прийняття управлінських рішень, які спрямовані на мінімізацію ризику. Відповідна інформація, що отримана при реалізації процедур оцінки та управління ризиком, має бути відома широким верствам суспільства: фахівцям, представникам засобів масової інформації, зацікавленим групам та особам. Інформування громадськості та зацікавлених осіб щодо ризиків здійснюється через обговорення проблематики фахівцями, представлення у засобах масової інформації, виконання експертиз та заслуховування звітів на громадських слуханнях тощо.

Основні принципи оцінки екологічних ризиків, які покладено в розробку методики

Принципи оцінки екологічних ризиків сформульовано у роботах [9, 10, 11] та доопрацьовано при розробці проекту Методики з оцінки ризиків [8]. Принципи запропоновано для різних реципієнтів з використанням безпечних рівнів впливу для людини. Ці принципи стали підґрунтям розробки Методики з оцінки екологічних ризиків. Сформульовані принципи полягають у наступному.

1. При кількісному визначенні ризику та при аналізі різних видів впливу використовуються основні закономірності, які визнані у теорії безпеки та ризику [1-4, 7, 12, 13], тобто безпечні рівні впливу, індексний підхід при оцінці безпеки, адитивність показників безпеки та ризиків, пороговий принцип, залежність «вплив-ефект» тощо.

2. Для кожного об'єкта живої природи встановлюється перелік видів негативних впливів при реалізації безпеки. В якості пріоритетних складових при оцінці ризиків розглядаються наступні природні та техногенні об'єкти і території:

- природні об'єкти з зонами впливу промислових підприємств;
- міста, населені пункти, житлові масиви, рекреаційні території;
- природні території та об'єкти, ліси, землі сільськогосподарського призначення;
- території та об'єкти природозаповідного фонду.

В якості об'єктів впливу (реципієнти) виділяються наступні об'єкти живої природи: людина, рослини, риби та водні організми, а також біосфера в цілому. Оцінка ризику проводиться для найбільш уразливих об'єктів впливу. В окремих випадках можуть аналізуватися впливи на тварин, або інших реципієнтів, які є менш уразливими до негативних впливів ніж вищезазначені. В свою чергу, в якості біогеохімічних середовищ, які можуть впливати на реципієнтів, розглядаються повітряне середовище, водне середовище та ґрунти.

3. Для різних реципієнтів оцінка ризику проводиться при різних видах впливу, а саме:

- а) для людини – при хронічному та канцерогенному;
- б) для рослин (рослинність, дерева) – при хронічному та гострому;
- в) для риб та водних організмів – при хронічному;
- г) для біосфери в цілому – при хронічному та гострому.

Хронічний вплив припускає тривалий вплив шкідливих або небезпечних факторів навколишнього середовища, що створює загрозу життю або приводить до хронічних захворювань, схованих ушкоджень чи фізичних дефектів у об'єктів впливу або наносить їм шкоду.

Гострий вплив є короткочасною дією шкідливого або небезпечного фактора навколишнього середовища на об'єкти живої природи, що веде до різкої зміни біологічних показників на рівні цілісного організму, які виходять за межі пристосовницьких фізіологічних реакцій, або така дія, що викликає незворотну деградацію екосистеми.

Канцерогенний вплив – дія потенційного канцерогену, яка веде до можливості розвитку новоутворень протягом усього життя.

4. Базовим визначенням у теорії безпеки та ризику є залежність «вплив-ефект» («доза-ефект») [1, 4, 5, 9, 10, 13, 14], яка відображає характеристику впливу та визначає зв'язок між впливаючим фактором (наприклад, дозою або концентрацією забруднюючої речовини, інтенсивністю теплового випромінювання тощо) та випадками (ймовірностями) несприятливих ефектів і наслідків у об'єктів негативного впливу (наприклад, загибель, травмування, гостре отруєння, хронічна захворюваність, радіаційне ураження тощо). Основою для формування залежності «доза-ефект» є кількісна інформація про впливи фактора безпеки та його наслідки для людини. Залежність «вплив-ефект» кількісно суцільно конкретна, охоплює області впливів від безпечних рівнів (від край низьких концентрацій) до верхніх меж максимально недіючих концентрацій (або порогів дії шкідливих речовин), при яких можуть бути негативні ефекти у вразливих груп об'єктів впливу. Взагалі, оцінка екологічного ризику здійснюється переважно для основних середньовразливих груп популяцій та середніх показників факторів забруднення середовища.

Для оцінки індивідуального ризику впливів неканцерогенів при забрудненні навколишнього середовища в якості кількісної міри ризику приймається ймовірність реалізації потенційних небезпек [7, 12]:

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

де $W_k(HQ)$ – залежність «доза-ефект», умовна ймовірність нанесення шкоди об'єкту впливу при поглинанні концентрації (дозы) величиною C k -го шкідливого інгредієнта; P_w – ймовірність перебування об'єкта у зоні впливу за певний час; $HQ = C/I$ – коефіцієнт небезпеки; I – безпечний рівень; m – кількість можливих небезпечних інгредієнтів у середовищі, що вивчається.

Ймовірність перебування об'єкта в зоні впливу P_w визначається за формулою (2):

$$P_w = t_p / t_R, \quad (2)$$

де t_p – оцінка часу перебування об'єкта у зоні негативного впливу за час t_R ; t_R – загальний термін (оцінка часу), за який оцінюється ризик впливів на біооб'єкт.

Для оцінки ризику впливів канцерогенів на людину при забрудненні навколишнього середовища в якості кількісної міри ризику приймається ймовірність розвитку раку, яка визначається відповідно загальноприйнятої методології [4], та оцінюється відповідно до Методики [5].

5. При кількісній оцінці ймовірності розвитку несприятливих ефектів у об'єктів впливу використовують критерій додаткового (атрибутивного) ризику. Атрибутивний (додатковий) ризик визначає долю ризику, який обумовлений впливом шкідливого фактора навколишнього середовища та уявляє собою ймовірність виникнення негативних ефектів, які пов'язані з цим фактором (в % від загальної кількості цих ефектів у об'єктів впливу на території, що вивчається). Якщо припустити, що виникнення несприятливих ефектів пов'язано з великою кількістю причин, тоді атрибутивний екологічний ризик – це додаткові випадки розвитку несприятливих ефектів, які обумовлені впливом шкідливих та небезпечних факторів, пов'язаних з забрудненням навколишнього природного середовища. Залежність «доза-ефект» зв'язує атрибутивний ризик з кількісною характеристикою фактора негативного впливу, наприклад, коефіцієнтом небезпеки.

Характерний вигляд залежності «доза-ефект» ілюструється рисунком 2.

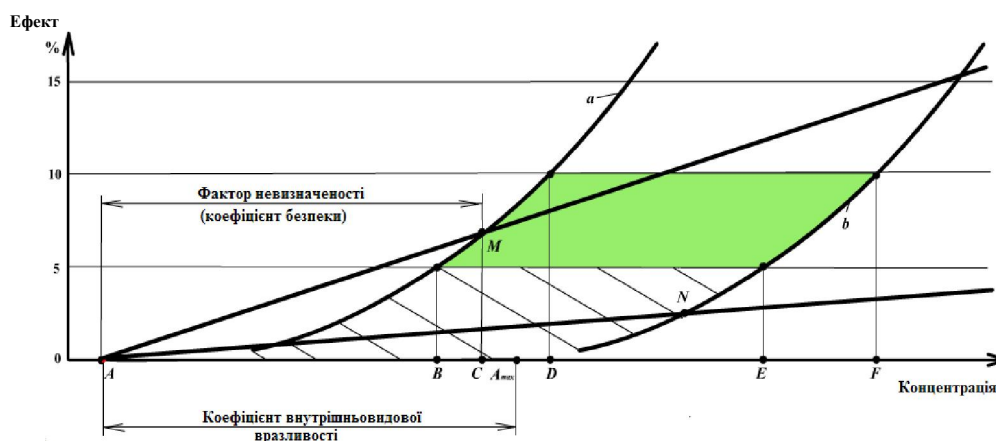


Рис. 2. Характерний вигляд залежності «доза-ефект»:

A – безпечний рівень (ГДК); C – порогова концентрація; B – найменша величина порога дії; F – найбільша величина порога дії; A_{max} – діапазон максимально недіючих концентрацій; M – опорний рівень ризику для вразливих груп (збільшення частоти шкідливих реакцій на 5 – 10 % в порівнянні з фоном);

▨ – область недіючого рівня; ■ – область порогового рівня;

a – верхній гарантійний інтервал залежності «доза-ефект» для вразливих груп;

b – верхній гарантійний інтервал залежності «доза-ефект» для нечутливих груп.

6. При кількісній оцінці ризику зазвичай для опису сильних та слабких впливів використовують різні математичні моделі. Такий підхід дозволяє отримати результати, які наближаються до фактичних даних. Слід зазначити, що частіше за все при слабких впливах використовують лінійно-квадратичні залежності «вплив-ефект», а при сильних – S-образні розподіли з наочно представленою невизначеністю, що зумовлено варіабельністю даних. В цьому випадку оцінку залежності «вплив-ефект» для неканцерогенного впливу здійснюють шляхом імітаційного моделювання можливої області впливів недіючого рівня для об'єктів впливу (дивись рис. 2).

Безпечний рівень впливу (*ГДК*) приймається як мінімальне значення діапазону недіючих концен-трацій, що спостерігається у найбільш вразливих груп об'єктів впливу (дивись рис. 2, точка А). Це пов'язано з визначенням безпечного рівня – вплив відповідної концентрації протягом усього життя ймовірно не приведе до виникнення неприпустимого ризику для найбільш вразливих груп населення або інших біооб'єктів.

При негативних впливах максимальне значення діапазону недіючих концентрацій можливо розглядати як верхню межу недіючих концентрацій. Ця межа уявляє собою максимальну недіючу кон-центрацію при впливах на невразливі групи (дивись рис. 2, точка F).

7. Законодавчо допустимі норми встановлюються відповідно до прийнятих методик визначення безпечних рівнів впливу шкідливих речовин. Наприклад, безпечний рівень впливу (*ГДК*) встановлюється як відношення експериментально визначеної величини порогу дії до коефіцієнта безпеки (K_z):

$$ГДК = \frac{P_{hr}}{K_z} \quad (2)$$

Значення порогів дії шкідливої величини оцінюють з використанням імовірнісного підходу шля-хом встановлення реперних (опорних) доз. Вибір порога впливу базується на обчисленні 95 % верхнього гарантійного інтервалу для опорного рівня ризику, що характеризує ступінь розходжень між ефектами в досліджувальній та контрольній групах.

Максимальне значення коефіцієнта безпеки (фактора невизначеності) K_z при внутрішньовидовій екстраполяції приймається таким, що дорівнює стандартному значенню 10,0, мінімальне значення – 1,0.

8. Діапазони зміни ризику при негативних впливах в області недіючих концентрацій можна задати з припущення, що на безпечному рівні впливу ризик не перевищує прийнятний рівень ризику (10^{-6}), а на рівні максимально недіючої концентрації для невразливих груп ризик може бути оцінений, виходячи з 5 – 10 % збільшення ризику виникнення несприятливих ефектів у порівнянні з ризиком природного фону.

9. Оцінка ризику для об'єктів впливу, для яких не встановлені безпечні рівні при дії шкідливих речовин (наприклад, тварини) або встановлені для обмеженої кількості шкідливих речовин (рослини, біосфера тощо), проводиться з урахуванням коефіцієнтів міжвидової вразливості. Для цього використовуються безпечні рівні, що визначені при впливах на людину з урахуванням коефіцієнтів відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1. Фактори невизначеності при впливах шкідливих речовин (міжвидова екстраполяція з людини на інші об'єкти впливу)

Об'єкти впливу	Коефіцієнт міжвидової екстраполяції
Тварини	3
Рослини	0,5
Біосфера	0,5

10. Обчислення рівнів впливу для окремих речовин виконується, враховуючи коефіцієнт небезпе-ки, за формулою:

$$HQ = C / ГДК, \quad (3)$$

де C – концентрація, що впливає, $мг/м^3$, $мг/л$ або $мг/кг$; $ГДК$ – гранично допустима концентрація, $мг/м^3$, $мг/л$ або $мг/кг$.

При оцінці ризику хронічних впливів використовується середньорічне значення фактичної кон-центрації (C) шкідливого або небезпечного фактора та середньодобове значення $ГДК$. Аналогічно у випадку гострих впливів використовується максимальна концентрація (C) за період часу спостереження (але не більше, ніж 24 години) та максимальноразова $ГДК$. Таким чином, коефіцієнт небезпеки (HQ) обраховується відокремлено для умов хронічної та гострої дії шкідливих речовин. При оцінці ризику хронічних впливів у випадку забруднення води або ґрунтів у формулі (3) використовується усереднена за декілька років фактична концентрація (C) шкідливої або небезпечної речовини.

11. Верхня межа можливого ризику визначається як лінійно-квадратична інтерполяція кривої, що проходить через дві точки на рисунку 2: $A (HQ = 1, R = R_p)$ та $M (HQ_n, R_n)$, де R_p – ризик, що дорів-нює 10^{-6} , R_n – ризик, що дорівнює 0,1; $HQ_n = C / МНК$.

Коефіцієнти залежності щодо верхньої межі визначаються відповідно до рівняння (4):

$$R_+ = a \cdot HQ + b \cdot HQ^2, \quad (4)$$

$$\text{де } a = R_p - \frac{R_n - R_p}{HQ_n}; \quad b = \frac{R_n - R_p}{HQ_n - 1}, \quad (5)$$

а величина MHK визначається з урахуванням коефіцієнтів внутрішньовидової вразливості:

$$MHK = K_Z \cdot ГДК \quad (6)$$

Нижня межа можливого ризику визначається як нелінійна екстраполяція розподілу Вейбула:

$$R_- = 1 - e^{-\alpha(HQ-1)^2}, \quad (7)$$

$$\alpha = \frac{1}{(HQ_n - 1)^2} \cdot \ln \frac{1}{1 - R_n}, \quad (8)$$

де R_n – ризик, що дорівнює 0,05 при хронічній та гострій дії.

Ця межа у вигляді розподілу Вейбула проходить через точку $N(HQ_n, R_n)$. Середнє значення ризику визначається шляхом імітаційного моделювання ризику у межах мінімального та максимального значень з використанням рівномірного розподілу генераторів випадкових чисел.

Чисельна модель розподілу ризиків для різних коефіцієнтів небезпеки має вигляд, наведений у таблиці 2.

Таблиця 2. Чисельна модель розподілу ризиків в залежності від коефіцієнтів небезпеки

Коефіцієнт небезпеки (HQ)	Значення ризику			Коефіцієнт небезпеки (HQ)	Значення ризику		
	Середнє	Максимально можливе	Мінімально можливе		Середнє	Максимально можливе	Мінімально можливе
1,05	$3,05 \cdot 10^{-5}$	$5,94 \cdot 10^{-5}$	$1,60 \cdot 10^{-6}$	2,30	$2,14 \cdot 10^{-3}$	$3,32 \cdot 10^{-3}$	$1,07 \cdot 10^{-3}$
1,10	$6,20 \cdot 10^{-5}$	$1,23 \cdot 10^{-4}$	$6,30 \cdot 10^{-6}$	2,50	$2,74 \cdot 10^{-3}$	$4,17 \cdot 10^{-3}$	$1,42 \cdot 10^{-3}$
1,20	$1,46 \cdot 10^{-4}$	$2,68 \cdot 10^{-4}$	$2,53 \cdot 10^{-5}$	2,70	$3,42 \cdot 10^{-3}$	$5,10 \cdot 10^{-3}$	$1,82 \cdot 10^{-3}$
1,30	$2,46 \cdot 10^{-4}$	$4,35 \cdot 10^{-4}$	$5,70 \cdot 10^{-5}$	2,90	$4,19 \cdot 10^{-3}$	$6,13 \cdot 10^{-3}$	$2,28 \cdot 10^{-3}$
1,40	$3,58 \cdot 10^{-4}$	$6,24 \cdot 10^{-4}$	$1,01 \cdot 10^{-4}$	3,20	$5,39 \cdot 10^{-3}$	$7,83 \cdot 10^{-3}$	$3,06 \cdot 10^{-3}$
1,50	$1,81 \cdot 10^{-4}$	$8,35 \cdot 10^{-4}$	$1,58 \cdot 10^{-4}$	4,00	$9,26 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-2}$	$5,68 \cdot 10^{-3}$
1,60	$6,21 \cdot 10^{-4}$	$1,07 \cdot 10^{-3}$	$2,28 \cdot 10^{-4}$	5,00	$1,60 \cdot 10^{-2}$	$2,22 \cdot 10^{-2}$	$1,01 \cdot 10^{-2}$
1,70	$8,00 \cdot 10^{-4}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$	$3,10 \cdot 10^{-4}$	6,00	$2,41 \cdot 10^{-2}$	$3,33 \cdot 10^{-2}$	$1,57 \cdot 10^{-2}$
1,80	$9,84 \cdot 10^{-4}$	$1,60 \cdot 10^{-3}$	$4,05 \cdot 10^{-4}$	8,00	$4,54 \cdot 10^{-2}$	$6,22 \cdot 10^{-2}$	$3,06 \cdot 10^{-2}$
1,90	$1,18 \cdot 10^{-3}$	$1,90 \cdot 10^{-3}$	$5,13 \cdot 10^{-4}$	9,00	$5,90 \cdot 10^{-2}$	$8,00 \cdot 10^{-2}$	$3,97 \cdot 10^{-2}$
2,00	$1,42 \cdot 10^{-3}$	$2,22 \cdot 10^{-3}$	$6,33 \cdot 10^{-4}$	10,00	$7,44 \cdot 10^{-2}$	0,10	0,05

12. Сумарний індивідуальний ризик при впливі шкідливих речовин на об'єкти живої природи визначається для кожного середовища (атмосфера, вода, ґрунти) шляхом складання часткових середніх ризиків для кожної речовини відповідно до рівняння (1). На підставі даних щодо індивідуальних ризиків шляхом підсумовування середньозважених (за територією) індивідуальних ризиків визначають територіальний ризик. Підрахунок територіальних ризиків для об'єктів впливу, які знаходяться в регіоні, що вивчається, проводять для усіх біогеохімічних середовищ.

Структура методики

Відповідно до викладених вище принципів оцінки ризиків розроблено проект Методики з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища.

Структура Методики містить наступні розділи.

1. Загальні положення.
2. Терміни та визначення.
3. Нормативні посилання.
4. Порядок здійснення аналізу екологічних ризиків.
5. Склад та зміст робіт щодо оцінки екологічних ризиків.
6. Визначення прийнятного ризику.
7. Прийняття рішень щодо зменшення ризиків та інформування про ризик.
8. Вимоги до структури і змісту розділу щодо оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища.

Перелік посилань.

Додатки.

Перший розділ визначає область використання Методики, її призначення, а також порядок застосування Методики.

У другому розділі визначаються загальні поняття, які використовуються у документі, а також основні терміни та визначення.

У третьому розділі наводиться перелік нормативних посилань та нормативно-методичних документів.

У четвертому розділі стисло надається схема аналізу ризику, розкриваються процедури, які пов'язані з оцінкою ризиків, управлінням та інформуванням про ризики.

П'ятий розділ присвячується складу та змісту робіт щодо оцінки екологічних ризиків. Розкривається структура робіт щодо ідентифікації екологічних небезпек, визначаються задачі та відповідні методи збору та аналізу вихідних даних, дається методика вибору показників небезпеки шкідливих факторів, приділяється увага вибору пріоритетних забруднювачів довкілля, а також наводяться методи дослідження небезпек. В цьому розділі надаються кількісні методи оцінки екологічних ризиків при забрудненні довкілля, даються рекомендації з вибору розрахункових залежностей та моделей, характеризується існуюча інформаційна база, яка використовується при оцінці ризиків тощо.

У шостому розділі надається методика щодо визначення прийнятних рівнів екологічних ризиків.

У сьомому розділі наводяться рекомендації з прийняття рішень щодо зменшення ризиків та інформування про ризик.

Восьмий розділ узагальнює вимоги до структури та змісту розділу щодо оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища.

У додатках надаються різні стандартні значення факторів, безпечні рівні впливів, таблиці кількісних рівнів ризику тощо.

Методика складається з 40 сторінок та містить у собі 4 таблиці, 2 рисунка і 4 додатка.

Апробація, надання чинності та впровадження документу

Проект Методики було розіслано на відзиви в три інститути (Інститут проблем національної безпеки РНБО України, Український науково-дослідний інститут екологічних проблем Мінприроди України, Інститут проблем природокористування та екології НАН України) та в Державні управління охорони навколишнього природного середовища семи областей України.

Згідно з зауваженнями до проекту Методики було виконано доопрацювання Методики з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. Після цього проект Методики передано Замовнику – Міністерству навколишнього природного середовища України.

На даному етапі виконання роботи не передбачалося затвердження Методики враховуючи те, що розробка спрямована на створення проекту нормативно-методичного документа «Методика з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища» та його апробацію у зацікавлених сторін, а також збір зауважень Державних управлінь охорони навколишнього природного середовища, науково-дослідних та проектних організацій.

Передбачається, що Методика пройде додаткову апробацію та буде здійснено наступне доопрацювання за результатами зауважень. У 2009-2010 роках Методику буде застосовано у практичній діяльності декількох Деруправлінь охорони НПС в регіонах країни.

Після апробації проекту Методики в практичній діяльності Держуправлінь охорони НПС передбачається разом з МОЗ України розробка та затвердження спільної Методики з оцінки ризиків на базі Міністерства охорони навколишнього природного середовища та Міністерства охорони здоров'я України.

Розробка програмного забезпечення щодо оцінки екологічних ризиків

З введенням Методики оцінки ризиків в дію для підвищення ефективності управління природоохороною діяльністю на національному рівні одночасно передбачається використання програмного забезпечення (ПЗ) щодо оцінки ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. Застосування автоматизованих методів розрахунку ризику дозволить досягти якісно нового рівня визначення ступеня екологічної безпеки на локальному, регіональному та національному рівнях. Програмне забезпечення буде давати можливість проводити розрахунки фактичних ризиків при несприятливих впливах на об'єкти живої природи та автоматизувати роботу у цьому напрямку.

Зараз у світовій практиці при оцінці ризиків використовуються різні програмні продукти, наприклад [13, 15]. Однак подібне програмне забезпечення базується винятково на методичних документах національного рівня. Докладний аналіз та обґрунтування неможливості безпосереднього застосування ПЗ інших країн світу до українських умов розглянуто у роботі [16]. В цій роботі також зроблена спроба розробки програмної системи для підтримки прийняття рішень, які орієнтовані на застосування методології оцінки ризиків забруднення довкілля. Однак, слід зазначити, що дотепер на українському ринку затверджених програмних продуктів з оцінки ризику не існує. Разом з тим, обробка та аналіз великих масивів екологічної інформації для оцінки небезпек, пов'язаних з забрудненням довкілля, вимагають створення ефективної програмної системи. У зв'язку з цим зараз Донецьким національним технічним університетом виконуються роботи щодо створення ПЗ відповідно до проекту Методики [8].

В цьому плані розроблено базу даних інформаційно-довідкової системи небезпечності хімічних речовин, яка містить у собі показники небезпеки шкідливих речовин, а зокрема: назви речовин, класи небезпеки, гранично-допустимі концентрації тощо. ПЗ має розрахункові модулі щодо оцінки фактичних ризиків при хронічних, канцерогенних та гострих впливах на різних реципієнтів та модуль підтримки прийняття управлінських рішень на підставі порівняння фактичних ризиків з прийнятними рівнями ризику.

Передбачається, що затверджена Методика, програмне забезпечення до неї та керівництво користувача в подальшому буде передано Міністерству охорони природного середовища та розіслано його територіальним підрозділам для виконання робіт з оцінки екологічних ризиків.

Висновки

Таким чином, за результатами виконаної роботи можливо зробити наступні висновки.

1. Сьогодні загальноприйняті методи оцінки ризику використовуються у багатьох областях моніторингу навколишнього середовища: екологічному, соціально-гігієнічному та кризовому моніторингу. У цьому відношенні методологію оцінки ризику можна розглядати в якості одного з основних, системоутворюючих елементів моніторингу навколишнього природного середовища. Однак, в країні у зв'язку з відсутністю методичної бази екологічні ризики у практичній діяльності суб'єктів господарювання не визначаються, що є неприпустимим.
2. Розроблено проект Методики з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. Методика визначає порядок проведення аналізу небезпек та оцінки екологічних ризиків, встановлює методичні принципи, терміни і поняття аналізу ризику, задає критерії прийнятних ризиків та їхні рівні, визначає методи дослідження небезпек і кількісних оцінок ризику.
3. Проект Методики розіслано на відзиви в науково-дослідні інститути України та організації Мінприроди України. Згідно з зауваженнями і пропозиціями до проекту Методики з оцінки екологічних ризиків Методику доопрацьовано та передано Замовнику.
4. Розробка Методики дозволить суттєво змінити стан справ щодо обґрунтування природоохоронних заходів, що є важливим на шляху гармонізації європейського та українського законодавства.

РЕЗЮМЕ

Разработан проект Методики по оценке экологических рисков при загрязнении окружающей природной среды. Цель работы является гармонизация европейского и украинского законодательства в области охраны окружающей среды. Внедрение Методики в Украине предполагается в 2009-2010 годах.

SUMMARY

A project of method of ecological risks assessment on environmental pollution is developed. The purpose of issue is coordination of European and Ukrainian legislation in the field of environmental protection. Application of the method in Ukraine is supposed to be in 2009-2010.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Guidelines for Ecological Risk Assessment/U.S. Environmental Protection Agency. – Washington, DC, 1998. – 114 p. (<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=12460>).
2. Commission directive 93/67/EEC of 20 July 1993 laying down the principles for assessment of risks to man and the environment of substances notified in accordance with Council Directive 67/548/EEC (<http://www.legalex.eu/text/en/T50879.htm>).
3. Comparative Risk Framework Methodology and Case Study. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Washington Office, Washington, DC, 1998 (<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=12465>).
4. Р 2.1.10.19920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
5. Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря». Затв. Наказом МОЗ України 13.04.07 N184.
6. Посібник до розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (до ДБН А.2.2.1-2003). Харків: УкрНДІПТВ, 2005. – 332 с.
7. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. К.: Основа, 2003. – 191 с.
8. Аверін Г.В., Звягінцева Г.В., Данілікіна І.Л., Кишкань Р.В. Методика з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. Проект. К., 2008. – 40 с.
9. Звягінцева А.В. Обоснование методов оценки и прогнозирования риска воздействий вредных веществ при загрязнении атмосферы промышленных городов. Дис... канд. наук по эколог. безопасности: 21.06.01 – Донецк, 2006. – 213 с.
10. Звягінцева А.В., Аверин Г.В., Каргин А.А. Количественная оценка рисков в экологической безопасности. Ч.1.

- Методические принципы оценки рисков // Вісник Донецького університету. – 2006. – № 2, Ч. 2. – С. 296-304.
11. Звягінцева Г.В. Принципи оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. Зб. тез доповідей учасників III Всеукр. наук-практ. конф. «Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України». Запоріжжя: Фінвей, 2007. – С. 156-159.
 12. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. – К., 2003. – 472 с.
 13. CatReg Software. User Manual. Environmental Protection Agency/ Office of research and Development Washington. April 2000.
 14. Временные методические указания по обоснованию предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М.: Минздрав СССР, Гл. санэпид. упр. 1989. – 110 с.
 15. Risk assistant for windows. Warren R. Muir, John S. Young, Carol M. Benes, Dian M. Benjamin, John Howay, Lios Lobo, Costas Pappas. 1995. – 235 p.
 16. Звягінцева Г.В. Програмна система підтримки прийняття рішень з використанням методології оцінки ризиків забруднення природного середовища. Дис. магістра з програмного забезпечення: 8.080403. – Донецьк, 2007. – 126 с.
 17. Методические указания по разработке и научному обоснованию ПДК вредных веществ в воде водоемов. – М.: Минздрав СССР, 1976.
 18. Методика определения предельно допустимых концентраций вредных газов для растительности. – М.: МЛИ Госкомплес СССР, 1988. – 15 с.
 19. Методические указания по установлению ПДК загрязняющих веществ в воде рыбохозяйственных водоемов. – М.: ВНИРО, 1988.
 20. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. №2609–82. Утв. МЗ СССР 05.08.82, М., 1982.
 21. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М.: ВНИРО, 1990. – 44 с.
 22. ГН 6229-91. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. М.: Минздрав СССР, 1991. – 10 с.
 23. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Гос. ком. СССР по гидрометеорологии – Минздрав СССР, 1991. – 691 с.

Надійшла до редакції 17.11.2009 р.