

Т. В. Бойко¹
А. О. Абрамова¹

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВІД ВПЛИВІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТЕХНОГЕННИХ ОБ'ЄКТІВ

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Запропоновано використання індексного підходу як методу кількісної оцінки впливів на навколишнє середовище. Це дозволяє в подальшому ухвалювати рішення щодо допустимості впровадження проектного об'єкта. Розроблена система індексів, яка дозволяє проводити порівняння рівнів впливів різних проєктованих об'єктів та давати оцінювання ризиків на етапі проєктування.

Ключові слова: оцінювання впливів на навколишнє середовище, індекс, техногенний проєктований об'єкт, екологічний ризик.

Вступ

Однією з найгостріших міжнародних проблем є проблема поліпшення стану навколишнього середовища (НС). Науково-технічний прогрес привів не тільки до появи нових ефективних технологій, але й до збільшення техногенного тиску на природу. Для підтримання нормативно-безпечного стану складових НС і виключення негативного впливу промислових підприємств вже на етапі проєктування необхідно проведення послідовного оцінювання екологічної безпеки. Сучасна парадигма сталого розвитку суспільства вимагає під час оцінювання впливів на навколишнє середовище (ОВНС) прийняття екологічно безпечних рішень, які можуть бути обґрунтованими визначенням ризиків змін стану складових НС від впровадження промислового об'єкта в індустріальну екологічну систему.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Вирішення проблем оцінювання екологічної безпеки висвітлено в працях багатьох вчених, зокрема українських: І. Б. Абрамова, В. І. Бендюга, М. М. Биченка, Т. В. Бойко, О. М. Волошкіної, С. П. Іванюти, А. Б. Качинського, В. Г. Петрука, В. В. Трофімовича, О. М. Трофимчука, В. М. Удод, Є. О. Яковлева, А. В. Яцика, В. М. Шмандія. В їх роботах розкрито переважно питання оцінювання показників екологічної безпеки та ризиків на різних етапах функціонування промислових об'єктів, але практично не приділено уваги оцінюванню екологічної безпеки на етапі проєктування з урахуванням невизначеностей та ризиків. Питання наукового обґрунтування екологічної безпеки для практичного застосування присутні у нормативно-правових документах, зокрема у ДБН А2.2.1–2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проєктуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» [1].

Наявність значної невизначеності у разі оцінювання екологічної безпеки безпосередньо на етапі проєктування промислових об'єктів для обґрунтування впровадження їх в індустріальну екологічну систему вимагають розроблення (або вдосконалення) нових способів комплексного оцінювання екологічної безпеки. У зв'язку з цим, розроблення методології оцінювання ризиків впливу на НС та включення їх до процедури ОВНС є актуальним напрямком дослідження.

Постановка задачі: у зв'язку з необхідністю включення процедури оцінювання ризиків впливів на НС у процедуру ОВНС, дослідження спрямовано на розроблення методики розрахунку таких ризиків та методу прийняття рішення щодо прийнятності проєктованого об'єкта.

Результати досліджень

Концепція ОВНС є основною та обов'язковою під час проєктування будь-якого об'єкта. Цю концепцію спрямовано на забезпечення допустимого рівня екологічної безпеки на етапі проєкту-

вання. Поєднання концепції ОВНС та встановлення рівня ризику сприятиме керуванню екологічною безпекою з метою забезпечення прийнятного рівня та дасть змогу ухвалювати обґрунтовані рішення щодо екологічної безпечності промислових об'єктів.

Для оцінювання ризиків впливів на навколишнє середовище запропоновано використати розроблені безрозмірні індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів проєктованого промислового об'єкта на НС в умовах нормативних обмежень для ОВНС [1]. Такі індекси побудовані з використанням функції бажаності Харрінгтона, що дозволило позбавити кількісні показники ОВНС властивості «різномірності», дозволяє проводити згортання екологічної інформації для вирішення задач керування екологічною безпекою під час проєктування промислових об'єктів. Запропоновано використання таких індексів на трьох рівнях оцінювання: речовина, складова НС, НС в цілому. Загальну залежність для розрахунку таких індексів представлено у вигляді [2]

$$I_i = 1 - e^{-(e^{(\pi-1)})}, \quad (1)$$

де I_i — індекс оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу (для речовини, складової НС, НС в цілому), безрозмірний; e — експонента; π — кількісний показник, який враховує особливості промислового об'єкта за i -м видом впливу (хімічний, фізичний) речовини, складової НС, НС в цілому (табл. 1, табл. 2).

Таблиця 1

Математичні залежності кількісних показників для побудови індексу оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу на навколишнє середовище (хімічний вплив)

| Кількісний показник, який враховує особливості промислового об'єкта (π) | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| для речовини складової НС | умовні позначення | для складової НС | умовні позначення |
| Повітряне середовище | | | |
| 2- PZ_k | PZ_k — показник забруднення k -ї речовини атмосферне повітря, безрозмірний; | 0,25 КП | КП — кратність перевищення нормативного забруднення, безрозмірний; |
| Водне середовище | | | |
| 2- I_k | I_k — індекс забруднення k -го забруднювача вод, безрозмірний; | 0,33- I_E -0,33 | I_E — інтегральний екологічний індекс, безрозмірний |
| Геологічне середовище | | | |
| 2- Kc_k | Kc_k — коефіцієнт забруднення k -ї забруднювальної речовини ґрунтів, безрозмірний | 0,016- Zc | Zc — сумарний показник забруднення ґрунтів, безрозмірний |

Рекомендується спочатку провести оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу кожної забруднювальної речовини, а далі — оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу з урахуванням сумісного впливу забруднювальних речовин (для складової НС).

Таблиця 2

Математичні залежності кількісних показників для побудови індексу оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу на навколишнє середовище (фізичний вплив)

| Параметр впливу | | Кількісний показник, який враховує особливості промислового об'єкта (π) | Умовні позначення |
|-----------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Шум | | 0,025- L_A | L_A — рівень шуму, дБА |
| Інфразвук | | 0,1- ΔL | ΔL — рівень звукового тиску, дБ |
| Ультразвук | | 0,01- ΔL_{vg} | L_{vg} — логарифмічний рівень віброшвидкості, м/с ² |
| Радіація | | 0,0015 $A_{\text{еф}}$ | $A_{\text{еф}}$ — ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів, Бк-кг ⁻¹ |
| Вібрації | віброшвидкість | 0,018 L_v | L_v — логарифмічні рівні віброшвидкості, м/с-10 ⁻² |
| | | L_v | L_v — логарифмічні рівні віброшвидкості, дБ |
| | віброприскорення | 0,026 L_a | L_a — логарифмічні рівні віброприскорення, м/с ² |
| | | L_a | L_a — логарифмічні рівні віброприскорення, дБ |

| Параметр впливу | | Кількісний показник, який враховує особливості промислового об'єкта (П) | Умовні позначення |
|----------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Електромагнітні поля | постійні магнітні поля | $0,25 \cdot H_{гд50}$ | $H_{гд50}$ — гранично допустиме значення напруженості магнітного поля, кА/м |
| | електричні поля частотою 50 Гц | $0,4 \cdot E_{гд}$ | $E_{гд}$ — допустиме значення напруженості електричного поля протягом регламентованого часу роботи, кВ/м |
| | магнітні поля частотою 50 Гц | $1,43 \cdot H_{гд} \parallel$ | $H_{гд}$ — допустиме значення напруженості магнітного поля протягом регламентованого часу роботи, кВ/м |
| | електромагнітні поля частоти 300 МГц — 300 ГГц | $2 \cdot W_{гд}$ | $W_{гд}$ — гранично допустима величина щільності потоку енергії, Вт/м ² |

Розроблені індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності впливів проєктованих промислових об'єктів є підґрунтям для визначення рівня екологічної безпеки та оцінювання категорії небезпечності об'єкта, що здійснюється за шкалами (від 0 до 1) оцінювання хімічного та фізичного впливів з боку проєктованого промислового об'єкта [2].

Для оцінки впливу з боку проєктованого об'єкта в цілому на НС розроблено індекс екологічної небезпечності проєктованого промислового об'єкта

$$I = \max \{I_1, \dots, I_i, \dots, I_n\}, \quad (2)$$

де I — індекс екологічної небезпечності проєктованого промислового об'єкта; I_i — індекси оцінювання рівня екологічної небезпечності i -го впливу (фізичний, хімічний) на складові.

Запропонована система індексів є відкритою, що уможливорює врахування інших видів впливів, не тільки хімічних та фізичних, які здійснює проєктований промисловий об'єкт.

При проведенні ОВНС згідно із зміною 1 [1] виконуються процедури оцінки ризику планової діяльності для здоров'я людини та соціального ризику планової діяльності, але по суті ризик від впливу проєктованого об'єкта на екологічну систему взагалі не розглядається. Тому, запропоновано математичну залежність оцінювання ризику впливу проєктованих промислових об'єктів на НС на основі концепції ОВНС та специфікою прояву небезпек на етапі проєктування промислових об'єктів (3)

$$R_E = \sum_{i=1}^m r_i, \quad (3)$$

де R_E — ризик впливу на НС від впровадження проєктованого об'єкта в індустріальну екологічну систему; r_i — ризик впливу (фізичного, хімічного) на складові НС.

Для знаходження ризику впливу на складові НС проєктованого об'єкта проведено удосконалення методу «індекс—ризик» [3] у напрямку встановлення функціональної залежності між розробленою системою індексів та нормованими рівнями ризиків у ймовірнісному вигляді із використанням методів нелінійної регресії, математичні залежності визначення ризиків подано залежністю (4)

$$r_i = a_i \cdot e^{b_i \cdot I_i}, \quad (4)$$

де I_i — індекс оцінювання рівня екологічної небезпечності впливу на i -ту складову НС; a , b — розрахункові константи, які пов'язані зі специфікою складової НС: $a_1 = 5,17 \cdot 10^{-9}$, $b_1 = 11,29$ (повітряне середовище); $a_2 = 4,84 \cdot 10^{-13}$, $b_2 = 21,054$ (водне середовище); $a_3 = 6,083 \cdot 10^{-8}$, $b_3 = 5,48$ (геологічне середовище); $a_4 = 1 \cdot 10^{-6}$, $b_4 = -37,05$ (шум); $a_5 = 8 \cdot 10^{-10}$, $b_5 = 7,67$ (інфразвук); $a_6 = 1 \cdot 10^{-8}$, $b_6 = 6,89$ (ультразвук); $a_{7-14} = 1 \cdot 10^{-8}$, $a_{7-14} = 4,95$ (для електромагнітного та вібраційного впливів); $a_{15} = 2,47 \cdot 10^{-9}$, $b_{15} = 8,93$ (для радіоактивного впливу).

Проведення оцінювання рівня ризику змін стану НС здійснюється відповідно до такої оціночної шкали, встановленої нормами України: неприйнятний ($> 10^{-6}$); умовно-прийнятний (від 10^{-7} до 10^{-6}); прийнятний (від 10^{-7} до 10^{-8}); безумовно прийнятний ($< 10^{-8}$). На основі отриманого значення ухвалюється рішення щодо прийнятності впровадження такого проєктованого промислового об'єкта.

З використанням розробленого підходу, проведено оцінювання ризиків будівництва підприємства з виробництва енергії з відходів у Пролетарському районі м. Донецька [4]. В процесі будівництва відбувався вплив на навколишнє середовище (атмосферне повітря, водне середовище, ґрунти)

шляхом забруднення повітряного басейну пилом і продуктами спалювання пального під час роботи будівельних машин, автотранспорту, під час проведення зварювальних та фарбувальних робіт. Негативний вплив на земельні ресурси пов'язаний з порушенням ґрунтового покриву будівельною технікою, можливим забрудненням ґрунтів будівельним сміттям і паливо-мастильними матеріалами. Вплив на поверхневі та підземні води під час будівництва можливий у разі аварійних виливів палива і мастил з працюючих механізмів. У документації проведення ОВНС [4] надана детальна інформація щодо складу та вмісту забруднювачів повітряного середовища, показники забруднення водного середовища та геологічного середовища не представлені у повному обсязі, необхідному для проведення оцінки ризиків впливу такого підприємства на НС, тому така оцінка проводиться лише з використанням даних по забрудненню повітряного середовища. Вихідні дані та результати оцінювання ризиків впливів на НС подано у табл. 3.

Таблиця 3

Результати оцінювання ризиків впливів на навколишнє середовище з боку підприємства

| № | Забруднювальна речовина | ГДК, ОБРВ, мг/м ³ | Клас безпеки | Концентрація забруднювальної речовини (розрахункова) мг/м ³ | Показник забруднення, безрозмірний | Індекс забруднення речовини I, безрозмірний |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | Свинець і його неорганічні сполуки | 0,001 | 1 | 0,00002 | 0,025 | 0,321 |
| 2 | Хром шестивалентний | 0,0015 | 1 | 0,00005 | 0,042 | 0,330 |
| 3 | Азоту діоксид | 0,2 | 3 | 0,004 | 0,020 | 0,318 |
| 4 | Азоту оксид | 0,4 | 3 | 0,0005 | 0,001 | 0,308 |
| 5 | Водень хлористий | 0,2 | 2 | 0,00017 | 0,001 | 0,308 |
| 6 | Сірчистий ангідрид | 0,5 | 3 | 0,0011 | 0,002 | 0,309 |
| 7 | Вуглецю оксид | 5 | 4 | 0,00065 | 0,000 | 0,308 |
| 8 | Фтористі газоподібні сполуки | 0,02 | 2 | 0,0000165 | 0,001 | 0,308 |
| 9 | Завислі речовини | 0,5 | 4 | 0,000225 | 0,000 | 0,308 |
| Кратність перевищення нормативів | | | | | | 0,001 |
| Індекс екологічної небезпечності проєктованого промислового об'єкта | | | | | | 0,308 |
| Рівень впливу | | | | | | Допустимий |
| Ризик | | | | | | $0,67 \cdot 10^{-7}$ |
| Рівень ризику | | | | | | Прийнятний |

Отже, проведене оцінювання рівня ризику впливу досліджуваного підприємства на складові НС дає змогу встановити, що такий об'єкт є безпечним, але цю оцінку по одній складовій НС навряд чи можна вважати повною і всеохоплюючою, тому було би доцільно розглянути усі основні складові НС. Така оцінка дозволила би проаналізувати вклад різних показників забруднення на складові НС та зробити висновки і розробити заходи щодо зменшення забруднень відповідними забруднювачами.

Висновки

Розроблено процедуру оцінювання ризиків впливів на складові НС від впровадження промислового об'єкта в екологічну систему, що базується на розрахунку безрозмірних уніфікованих індексів оцінювання рівня екологічної небезпечності. Встановлення рівня такого ризику дозволяє здійснювати контроль за рівнем екологічної безпеки та орієнтуватися не тільки на шкоду здоров'ю людини, але й на інші «відповідні реакції» НС та є необхідним та важливим доповненням до процедури ОВНС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН А.2.2-1-2003. Зміна № 1. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд : Наказ Мінрегіонбуду України від 20.11.2009 р. № 524 та введені в дію 01.07.2010 р. — К. : ДП «Укрархбудінформ» Мінрегіонбуд, 2010. — 10 с.
2. До питання кількісної оцінки екологічної безпеки при ОВНС / Г. О. Статюха, В. А. Соколов, І. Б. Абрамов, Т. В. Бойко, А. О. Абрамова // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2010. — № 6/6 (48). — С.44—46.
3. Бойко Т. В. К вопросу определения рисков при оценке воздействий техногенных объектов на окружающую среду / Т. В. Бойко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — 2008. — № 4/6 (34): Технология неорганических и органических веществ и экология. — С. 37—41.
4. Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) [Електрон. ресурс] — Режим доступу : http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/compliance/C201387/Communication/Annexes/4_Environmental_Impact_Assessment_EIA.pdf

Рекомендована кафедрою екології та екологічної безпеки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 17.06.2015

Бойко Тетяна Владиславівна — канд. техн. наук, доцент, в. о. завідувача кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів, e-mail: tvbojko@gmail.com;

Абрамова Алла Олександрівна — канд. техн. наук, старший викладач кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів, e-mail: alla_abramova@ukr.net.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ

T. V. Boiko¹
A. O. Abramova¹

Estimation of ecological risks caused by influence of technogenic objects on the environment

¹National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

There has been presented an index approach as a method of quantitative assessment of the environmental impact, allowing in the future to decide on the admissibility of the implementation of the designed object. There has been developed the system index that allows comparison of different exposure levels of designed objects and estimates risks at the design stage.

Keywords: EIA, index, technogenic designed object, ecological risk.

Boiko Tetiana V. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Acting Head of the Chair of Cybernetics of Chemical Technology Processes, e-mail: tvbojko@gmail.com;

Abramova Alla O. — Cand. Sc. (Eng.), Senior Lecturer of the Chair of Cybernetics of Chemical Technology Processes, e-mail: alla_abramova@ukr.net

Т. В. Бойко¹
А. О. Абрамова¹

Оценка экологических рисков от влияния на окружающую среду техногенных объектов

¹ Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Представлено использования индексного подхода как метода количественной оценки воздействия на окружающую среду, что позволяет в дальнейшем принимать решение о допустимости внедрения проектируемого объекта. Разработанная система индексов, позволяет проводить сравнение уровней воздействий различных проектируемых объектов и проводить оценку рисков на этапе проектирования.

Ключевые слова: ОВОС, индекс, техногенный проектируемый объект, экологический риск.

Бойко Татьяна Владиславовна — канд. техн. наук, доцент, и. о. заведующего кафедры кибернетики хіміко-технологічних процесів, e-mail: tvbojko@gmail.com;

Абрамова Алла Александровна — канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры кибернетики хіміко-технологічних процесів, e-mail: alla_abramova@ukr.net