



А. О. Абрамова

# ІНДЕКСНА ОЦІНКА РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОЕКТОВАНИХ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Статтю присвячено розробленню методології індексної оцінки рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів. Основою методології є визначення показників екологічної безпеки (індексів та ризиків) та встановлення їх рівнів. Розрахунок цих показників дозволяє оцінювати не тільки рівень впливів проєктованих промислових об'єктів на навколишнє середовище, а й враховувати ймовірність виникнення негативних наслідків від того чи іншого виду таких впливів.

**Ключові слова:** індексна оцінка, ризик

## 1. Вступ

Дослідження, про яке йде мова у статті, відноситься до галузі технічних наук. Невизначеності у питаннях оцінювання екологічної безпеки саме на етапі проєктування промислових об'єктів вимагають вдосконалення існуючих або створення нових способів комплексного оцінювання екологічної безпеки. У зв'язку із цим, розроблення методології індексної оцінки рівня екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів із врахуванням ризиків змінювання стану складових навколишнього середовища (НС), що може застосовуватись при проведенні процедури оцінювання впливів на НС (ОВНС) та на етапі прийняття рішення відносно екологічної безпечності такого об'єкту, є актуальним напрямком дослідження.

## 2. Постановка проблеми

Оцінювання рівня екологічної безпеки на етапі проєктування промислових об'єктів із врахуванням екологічних ризиків обмежується відсутністю або недостатньою кількістю первинної інформації про об'єкт проєктування, такі труднощі спонукають використовувати індексні методи при розробленні показників екологічної безпеки (індекси та ризики) із врахуванням обмежень нормативного характеру.

## 3. Основна частина

**3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження.** В роботі [1] приведені узагальнені результати використання кількісних оцінок для прийняття рішень відносно впливів проєктованого об'єкту на НС, що дозволяє на основі функції бажаності розробити індекси оцінювання впливів на НС.

Запропонована функціональна залежність значень ризику змінювання у складовій НС та значень функції бажаності у роботах [2, 3] дозволяє розробити математичну залежність визначення еко-

логічного ризику на основі розроблених індексів оцінювання впливів на НС.

Використовуючи результати досліджень, що приведені в роботі [4], може бути комплексно вирішена задача узагальнення екологічної інформації, що дозволяє запропонувати узагальнений індекс екологічної небезпечності проєктованого промислового об'єкту.

У роботі [5] розкрито особливості отримання кількісних оцінок екологічного ризику, що відповідають етапу проєктування техногенного об'єкта, що дозволяє запропонувати математичну залежність оцінювання екологічного ризику проєктованого промислового об'єкту для окремих складових НС та в цілому.

**3.2. Результати досліджень.** У рамках проведених досліджень розроблено спосіб формування індексних оцінок впливів на окремі складові НС та в цілому на основі функції бажаності Харрінгтона, що дозволяє: побудувати безрозмірні індекси оцінювання впливів проєктованого промислового об'єкту на НС в умовах нормативних обмежень для ОВНС (1); розробити універсальні оціночні шкали від 0 до 1, що спрощують прийняття рішень щодо допустимості впровадження промислового об'єкту; запропонувати узагальнений індекс екологічної небезпечності проєктованого промислового об'єкта (3).

В загальному вигляді уніфікований індекс оцінювання впливу на складову НС має вигляд (1):

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

де  $d_i$  – функція бажаності  $i$ -го виду впливу на складову НС, безрозмірний;  $e$  – експоненціальна залежність;  $y_i$  – показник, який враховує особливості промислового об'єкта по  $i$ -му виду впливу (хімічний, фізичний) на складові НС, що пов'язаний із кількісним показником  $\Pi_i$  (визначається згідно із норм України) та значеннями максимального  $\Pi_{\max}$  (граничне значення допустимого впливу)

і мінімального  $P_{\min}$  (граничне значення недопустимого впливу) значень показників із всієї сукупності специфічних забруднювачів (2):

$$y'_i = 2 \cdot P_i - (P_{\max} + P_{\min}) / (P_{\max} - P_{\min}). \quad (2)$$

Вибіркові індекси оцінювання хімічних впливів на складові НС представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Вибіркові індекси оцінювання хімічного впливу промислового об'єкту

Складова НС	Математична формула індексу	Умовні позначення
Атмосферне повітря ( $i = 1$ )	$I_i = 1 - e^{-(e^{0,25} \cdot K_{\text{П}} - 1)}$	$K_{\text{П}}$ — кратність перевищення нормативного забруднення, безрозмірний; $K_{\text{П}_{\max}} = 0$ ; $K_{\text{П}_{\min}} = 8$
Поверхневі води ( $i = 2$ )	$I_i = 1 - e^{-(e^{0,33} I_E - 1,33)}$	$I_E$ — інтегральний екологічний індекс, безрозмірний; $I_{E_{\max}} = 1$ ; $I_{E_{\min}} = 7$
Ґрунт ( $i = 3$ )	$I_i = 1 - e^{-(e^{0,016} \cdot Z_c - 1)}$	$Z_c$ — сумарний показник забруднення ґрунту, безрозмірний; $Z_{c_{\max}} = 0$ ; $Z_{c_{\min}} = 128$

З метою узагальнення оцінювання впливів на НС сформовано індекс екологічної небезпечності проєктованого промислового об'єкту (3):

$$I = \max\{I_1, I_i, \dots, I_n\}, \quad (3)$$

де  $I$  — індекс екологічної небезпечності НС.

Побудовані таким чином індекси дають змогу доповнювати систему індексів іншими додатковими складовими, що уможливує врахування інших видів впливів, не тільки хімічних та фізичних, які здійснює проєктований промисловий об'єкт.

Розроблено математичну залежність екологічного ризику (4) шляхом модифікування методу «індекс — ризик» у напрямку встановлення функціональної залежності між розробленою системою індексів та нормованими рівнями екологічного ризику у ймовірнісному вигляді із використанням методів нелінійної регресії.

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

де  $a$ ,  $b$  — розрахункові константи, що пов'язані із специфікою складової НС:  $a_1 = 5,17 \cdot 10^{-9}$ ,  $b_1 = 11,29$  (для атмосферного повітря);  $a_2 = 4,84 \cdot 10^{-13}$ ,  $b_2 = 21,054$  (для поверхневих вод);  $a_3 = 6,083 \cdot 10^{-8}$ ,  $b_3 = 5,48$  (для ґрунту).

На основі отриманого значення приймається рішення щодо прийнятності впровадження промислового об'єкту в індустріальну екологічну систему.

Встановлення рівня екологічного ризику дозволяє здійснювати контроль за рівнем еколо-

гічної небезпеки та орієнтуватися не тільки на шкоду здоров'ю людини, але й на інші «відповідні реакції» НС.

**Література**

1. Бойко Т. В. К вопросу определения рисков при оценке воздействий техногенных объектов на окружающую среду [Текст] / Т. В. Бойко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2008. — № 4/6(34). — С. 37–41.
2. Бойко Т. В. Кількісні показники оцінки техногенної безпеки об'єктів [Текст] / Т. В. Бойко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2009. — № 1/2(37). — С. 14–17.
3. Бойко Т. В. Особливості використання метода «індекс — ризик» для оцінки техногенної безпеки об'єктів [Текст] / Т. В. Бойко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2009. — № 6/5(42). — С. 44–47.
4. Бойко Т. В. Особенности применения индексных показателей для оценки экологического риска техногенных объектов [Текст] / Т. В. Бойко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — № 2/10(44). — С. 16–21.
5. Бойко Т. В. Оценка экологического риска на основе индексных показателей [Текст] / Т. В. Бойко // Вестник Национального технического университета «ХПИ». — 2010. — № 10. — С. 103–108.

**ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**А. А. Абрамова**

Статья посвящена разработке методологии индексной оценки уровня экологической безопасности проектируемых промышленных объектов. Основой методологии является определение показателей экологической безопасности (индексов и рисков) и установление их уровней. Расчет этих показателей позволяет оценивать не только уровень воздействий проектируемых промышленных объектов на окружающую среду, но и учитывать вероятность возникновения негативных последствий от того или иного вида таких воздействий.

**Ключевые слова:** индексная оценка, риск.

*Алла Александровна Абрамова, ассистент кафедры кибернетики химико-технологических процессов Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», тел.: (093) 349-55-73, e-mail: alla\_abramova@ukr.net.*

**INDEX ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL SAFETY FOR DESIGNING INDUSTRIAL FACILITIES**

**A. Abramova**

The article is devoted to development of methodology of index estimation of environmental safety for designing industrial facilities. The methodology based on determination of environmental safety indexes (indexes and risks) and establishment of their levels. It allows to estimate not only the level of influences of the designed industrial objects on an environment but also to take into account probability of origin of negative consequences from one or another type of such influences.

**Keywords:** index estimation, risk.

*Alla Abramova, assistant of Department Cybernetics of Chemical Technology Processes National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», tel.: (093) 349-55-73, e-mail: alla\_abramova@ukr.net.*