

УДК 504.7.064.3:614

Бойко Т.В. (Україна, Київ)

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ІНДИКАТОРІВ
СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

Важливим питанням у реалізації концепції сталого розвитку стало виявлення її практичних і вимірюваних індикаторів. Індикатори забезпечують надзвичайно важливу основу для прийняття рішень у багатьох напрямках оскільки сприяють перекладу знань у фізичних і соціальних науках у керовані інформаційні блоки, які оснащують процес прийняття рішень [1]. Індикатори синтезуються на основі показників, які у свою чергу, поставляються системою моніторингу. Неопрацьовані або статистичні дані не є показниками й вимагають проведення спеціального їхнього аналізу.

Стратегія сталого розвитку суспільства потребує оцінки безпеки промислових підприємств із метою запобігання можливих аварій і мінімізації шкоди для навколишнього природного середовища й людини. Значне місце в проблемі забезпечення промислової й екологічної безпеки займає оцінка безпеки. Для цього використовують кількісні показники, які надають можливість проводити обґрунтований аналіз і приймати рішення щодо техногенної безпеки промислового об'єкта. Одним із показників є ризик. Ризик, у загальному випадку, визначається як багатомірний вектор, або, багатокomпонентний фактор, що включає в себе кілька показників, які оцінюють категорії й імовірності наслідків [2].

Екологічний ризик пов'язаний з надходженням у навколишнє середовище речовин і енергії, які можуть впливати на природні ресурси. Надходження речовини й енергії може відбуватися не тільки в умовах нормальної промислової діяльності виробництва, але й у результаті тих або інших аварійних ситуацій на підприємстві. Тому виникає необхідність оцінювати ризик як при нормальному функціонуванні об'єкта, так й у випадку виникнення аварійних ситуацій [3]. Визначення екологічного ризику включає функціонально зв'язані частини такі, як інформаційний ресурс і можливість зіставлення з оцінками, отриманими іншими способами.

Оскільки екологічний ризик своїм походженням зобов'язаний господарської діяльності людини, то він прямо пов'язаний з умовами функціонування й станом техногенних об'єктів. На рис.1 представлена розроблена концептуальна модель виникнення ризиків змін в екологічній урбанізованій системі при взаємодії з техногенним об'єктом.

З огляду на особливості життєвого циклу техногенного об'єкта принципове значення має етап, на якому він перебуває: проектування; регламентна експлуатація (штатна робота); аварійна ситуація; утилізація. Особливим випадком, якому характерна значна невизначеність, є надзвичайна ситуація, яка може бути наслідком аварійної ситуації, яку спричинили як умови експлуатації техногенного об'єкта, так і зовнішні (як природні, так і техногенні фактори) фактори.

При цьому на кожному етапі виникають загрози незворотніх змін у навколишньому природному середовищі, які можна вимірювати значенням екологічного ризику.

Взаємодія складових екологічної системи із техногенним об'єктом характеризується відповідним значенням ризику. Визначають наступні етапи формування кількісних оцінок екологічних ризиків: визначення структури екологічного ризику; формування еталонів стану природного середовища; складання системи кількісних показників; розробка форми агрегованої інформації для прийняття управлінських рішень; формування алгоритмів трансформації отриманої кількісної оцінки в інші системи показників. Так техногенний ризик на етапі проектування визначається як спільний прояв екологічного і технічного. Визначення рівня екологічного ризику в процедурі оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) є пріоритетним поскільки визначає можливість реалізації проекту, в той час, коли рівень ризику аварійних ситуацій повинен передбачатися технічним проектом (засоби автоматизації і т.ін.).

Безпосередньо кількісний показник визначається методом, що вибирається для застосування. Для рішення цих проблем використовують методи математичної статистики, теорії ймовірності, експертні системи, індексні показники, методи й моделі штучного інтелекту. Визначальним є те, яка вихідна інформація є (кількісна або якісна), і яка невизначеність їй властива.

Слід зауважити, що основними вимогами до вибору критерію прийнятного ризику при проведенні аналізу ризику являється ні його строгість, а обґрунтованість і визначеність.

Правильний вибір прийнятного ризику і його міри дозволить зробити і процедуру, і результати аналізу ризику ясними і зрозумілими, що істотно збільшить ефективність управління ризиком. На різних етапах життєвого циклу небезпечного об'єкта можуть визначатися конкретні цілі аналізу ризику.

Перевагою індексних методів являється використання безрозмірних індексних оцінок, які значно спрощують використання таких методів і зменшують складність обчислень. Використання індексного підходу дозволяє оцінювати внесок того або іншого аспекту діяльності підприємства в небезпечний вплив на навколишнє середовище в цілому або по окремих компонентах природного навколишнього середовища.

Якщо розглядати індекс не як ціль розрахунку показників, а міру відхилення від рівня, прийнятого за еталон (або базовий), то можна одержати систему кількісних оцінок. Основою системи кількісних оцінок були прийняті індекси [4-7].

Використання такого підходу надало змогу розробити методики оцінки екологічного ризику об'єктів господарської діяльності при виконанні оцінки впливу на навколишнє середовище при проектуванні [4,5,7] і оцінки небезпечних видів діяльності промислових підприємств [6,8].

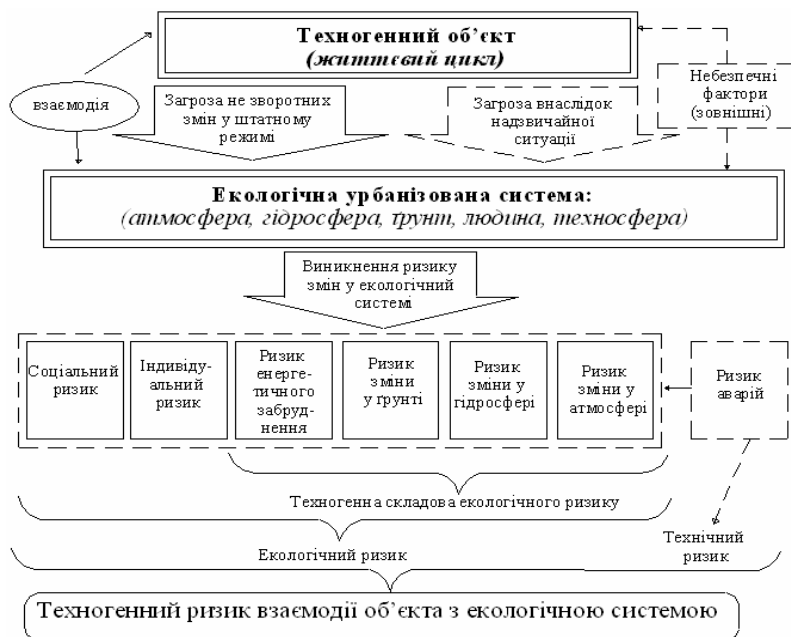


Рис. 1. Концептуальна модель виникнення ризиків змін в екологічній урбанізованій системі при взаємодії з техногенним об'єктом: подвійна лінія - взаємодіючі системи; безперервна лінія - характерні ознаки штатного режиму роботи об'єкта; пунктирна лінія - характерні ознаки надзвичайних ситуацій

Практика сьогодення щодо проведення оцінки впливу техногенного об'єкта на навколишнє середовище - це визначення інтегральних показників, таких як: кратність перевищення показників забруднення атмосфери до нормативного значення; індекс забруднення вод; сумарний показник забруднення ґрунту. За цими показниками визначається екологічна небезпека об'єкта, що проектується, але прогнозний рівень екологічного ризику залишається невизначеним. Потрібно відмітити, оскільки інтегральні показники частіше адитивні функції, то індексним оцінкам (комплексним показникам) властива залежність від обраних одиниць [7].

Зручним способом побудови узагальненого критерію є функція бажаності, для якої характерні безперервність, монотонність і гладкість. В основі побудови цієї узагальноної функції полягає ідея перетворення натуральних значень окремих критеріїв (показників) у безрозмірну шкалу бажаності або переваги. Її призначення - установлення відповідності суб'єктивних оцінок деяким числовим оцінкам єдиної шкали бажаності. Шкала бажаності має інтервал від нуля до одиниці. Перерахунок окремого показника якості у функцію бажаності виконується по відповідних залежностях.

У розрахунках функції бажаності використовувалася наступна залежність:

$$d_j = e^{-(e^{-y_j})}, \tag{1}$$

де d_j - функція бажаності для j-го індексу забруднення навколишнього природного середовища; y_j - деяка безрозмірна величина, що пов'язана з особливостями техногенного об'єкта й визначається по формулі (2):

$$y_j = \frac{2 \cdot I_j - \left[\max\left(\frac{P_{fi}}{P_{ni}}\right) + \min\left(\frac{P_{fi}}{P_{ni}}\right) \right]}{\left[\max\left(\frac{P_{fi}}{P_{ni}}\right) - \min\left(\frac{P_{fi}}{P_{ni}}\right) \right]}, \tag{2}$$

де $I_j = F_j(P_{fi}/P_{ni})$ - значення індексу забруднення j-ої складової навколишнього природного середовища, що визначається як функція F_j відношення фактичного значення P_{fi} показника i-ої забруднюючої речовини до нормативного значення P_{ni} (гранично допустимої концентрації).

Для встановлення зв'язку індексів з рівнем екологічного ризику в ймовірнісному вимірі, що визначається для об'єкта господарської діяльності при проектуванні, використовувалася регресійний аналіз, як показано в [5,6], а саме, фактичні значення розраховувалися по функціональній залежності (3):

$$risk_i = a \cdot e^{b \cdot d_i}, \tag{3}$$

де a, b - коефіцієнти, які визначаються за встановленими значеннями ризику відповідно до рівня небезпеки [6].

На основі отриманого значення приймається рішення про прийнятність проектного рішення по відповідній складовій навколишнього природного середовища.

Визначення впливу на навколишнє середовище для проекту електростанції (м.Дніпропетровськ) представлені у таблиці 1.

Так на етапі проектування основною концепцією, реалізованої на практиці, є ОВНС (оцінка впливів на навколишнє середовище). Як показано в [5] структура екологічного ризику при проектуванні об'єктів господарської діяльності включає: оцінку ризику планованої діяльності щодо природного середовища; оцінку ризику щодо здоров'я людини; оцінку соціального ризику. При оцінці ризику планованої діяльності відносного природного середовища використовувався принцип формування еталонів стану відповідно до діючих нормативів. Слід зазначити, що за рівнем небезпеки розрізняють: неприйнятний - рівень ризику $> 10^{-6}$; прийнятний - $10^{-6} \geq$ рівень ризику $\geq 10^{-8}$; безумовно прийнятний - рівень ризику $< 10^{-8}$ [2].

Система кількісних оцінок для прийняття рішення про прийнятність проекту й керуванням безпекою як завершальну стадію ОВНС обґрунтовано в роботах [4-7].

Враховувалось, що надходження забруднюючих речовин в навколишнє природне середовище потенційно може відбуватися при будівництві і на стадії експлуатації. На підставі аналізу характеру використовуваного технологічного устаткування відзначено, що джерела утворення забруднюючих речовин для атмосфери і гідросфери на період експлуатації відсутні. На етапі будівництва оцінювався вплив забруднюючих речовин: оксиди азоту, вуглецю, сірки, заліза, марганцю, а також сажа, вуглеводні, бенз(а)пірен, пил із вмістом кремнію. При проведенні розрахунку враховувався існуючий стан атмосферного повітря в районі розташування проєктованого об'єкту. Спеціальні захисні заходи щодо ліквідації забруднення повітряного середовища на період проведення будівельних робіт не плануються. Екологічний стан ґрунту оцінюється як допустимий.

Таблиця 1 – Оцінка екологічного ризику при проєктуванні

Об'єкт, етап	Складова навколишнього природного середовища	Результати оцінки за діючими методиками		Індекс забруднення	Оцінка екологічного ризику
		Узагальнюючий показник	Висновок:		
Електропідстанція (м. Дніпропетровськ), будівництво	Атмосфера	кратність перевищення 0,282	рівень забруднення допустимий	0,071	$3,0662 \cdot 10^{-8}$
	Ґрунт	сумарний показник забруднення ґрунту 22,183	рівень забруднення допустимий	0,355	$5,7005 \cdot 10^{-8}$
Електропідстанція (м. Дніпропетровськ), штатна робота	Ґрунт	сумарний показник забруднення ґрунту 11,100	рівень забруднення допустимий	0,178	$3,8289 \cdot 10^{-8}$

Отримані результати свідчать про прийнятний рівень екологічного ризику при будівництві і експлуатації проєктованого об'єкта, що не суперечить існуючим методам процедури ОВНС, але і надає кількісне обґрунтування.

Аналіз екологічного ризику як системи якісних і кількісних показників техногенного об'єкта, що характеризує його вплив на компоненти навколишнього середовища, дозволив застосувати індексні оцінки як міру відхилення від еталона відповідної характеристики. Розроблений метод використовує індексні показники, які закладені в діючі методики і впроваджені в практику проєктування техногенних об'єктів і відповідають принципу нормування якості навколишнього природного середовища. Перетворення їх у функцію бажаності і визначення прогнозного рівня ризику впливу на навколишнє природне середовище, надасть можливість аргументовано приймати рішення, щодо впровадження і експлуатації техногенного об'єкта.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Г.О. Статюха, Т.В. Бойко Проблеми розробки і реалізації індикаторів стійкого розвитку регіону// Екологія і ресурси, Київ, 2006, Вип.15, с. 83-96.
2. Алымов. В.Т. Техногенный риск: Анализ и оценка / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. – М.:ИКЦ «Академкнига», 2006. –118 с.
3. Маршалл, В. Основные опасности химических производств [Текст] / В. Маршалл; Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
4. Бойко Т.В. К вопросу определения рисков при оценке воздействий техногенных объектов на окружающую среду/Т.В.Бойко //Восточно-европейский журнал передовых технологий. Технология неорганических и органических веществ и экология. – 2008. – №4/6 (34) – С.37–41.
5. Бойко Т.В. Кількісні показники оцінки техногенної безпеки об'єктів /Т.В.Бойко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Информационные технологии. –2009. – №1/2 (37). –С.14–17.
6. Бойко Т.В. Особливості використання метода «індекс-ризик» для оцінки техногенної безпеки об'єктів /Т.В.Бойко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Информационные технологии. –2009. №6/5 (42). – С.44–47.
7. Статюха Г.А К вопросу оценки экологической безопасности объектов химической технологии при проектировании /Г.А.Статюха, Т.В.Бойко, А.А.Ищишина //Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного університету (технічні науки). «Тематичний випуск. Сучасні проблеми технології неорганічних речовин»:Дніпродзержинськ. – 2008. – С.121–124.
8. Г.О. Статюха, Т.В. Бойко, В.І. Бендюг Розробка методики оцінки небезпечних видів діяльності промислових підприємств (Частина 1)/ Екологія і ресурси, Київ, 2003, Вип.7, с. 46-54.