

УДК 502.3+504.064

Г. О. Статюха, д. т. н., проф.;

Т. В. Бойко, к. т. н., доц.;

В. І. Бендюг, к. т. н.;

І. Б. Абрамов, к. т. н.

АЛГОРИТМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ВПЛИВІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Розглянуто процес та проблеми реалізації оцінки впливів об'єктів господарчої діяльності на навколишнє середовище у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Зокрема проводиться оцінка ступеня потенційної небезпечності промислового об'єкта та можливої шкоди у разі виникнення аварії на ньому. Це дозволить дослідити рівень небезпечності промислових об'єктів і створити цілісну картину техногенних небезпек для регіонів, з метою подальшого прийняття відповідних заходів спрямованих на зменшення рівня небезпеки.

Вступ

Багатоаспектна проблема забезпечення природно-техногенної безпеки зумовлена постійним протиріччям між потребами економічного розвитку і обмеженими ресурсно-технологічними можливостями щодо задоволення цих потреб. Управління господарськими об'єктами і регіонами, спрямоване на максимальний економічний ефект, призвело на сучасному етапі до ряду негативних результатів. Внаслідок зростання антропогенного впливу на природне середовище та інтенсивнішого, але не завжди раціонального використання трудових ресурсів при обмеженій безпеці виробничих процесів, у багатьох країнах світу проявилася стійка тенденція до збільшення кількості тяжких аварій, руйнівних стихійних явищ, небезпечних соціальних збурень. Відповідно зростають непродуктивні витрати матеріальних і фінансових ресурсів на локалізацію та ліквідацію надзвичайних ситуацій (НС) різного походження. В таких умовах під час підготовки господарських рішень вже недостатньо враховувати лише економічний зиск. Потрібно враховувати також взаємопов'язані з цими рішеннями техногенні, природні і соціальні ризики з метою мінімізації можливих втрат від вражаючих впливів і необхідних витрат на забезпечення безпеки. Підготовка комплексних рішень, що узгоджують суперечливі вимоги економічного розвитку і безпечного функціонування господарських об'єктів і регіонів, стає необхідною передумовою національної безпеки кожної країни.

Однією з загроз є небезпека негативного впливу об'єктів господарчої діяльності, пов'язана з забрудненням навколишнього природного середовища різними хімікатами. До основних видів техногенних небезпек слід віднести хімічну небезпеку, яка проявляється в аварійному чи систематичному забрудненні навколишнього природного середовища, у пожежах і вибухах [1].

Тому вирішення питань, які спрямовані на оцінку впливів господарчої діяльності на навколишнє природне, соціальне і техногенне середовище, є, без сумнівів, актуальною проблемою.

В зв'язку з цим, в роботі розглядається процес та проблеми реалізації оцінки впливів об'єктів господарчої діяльності на навколишнє середовище у разі виникнення надзвичайних ситуацій, зокрема оцінка ступеня потенційної небезпеки промислового об'єкта та можливої шкоди у разі виникнення аварії на ньому. Це дозволить дослідити рівень небезпеки промислових об'єктів і створити цілісну картину техногенних небезпек для регіонів, з метою подальшого прийняття відповідних заходів спрямованих на зменшення рівня небезпеки.

Оцінка впливів на навколишнє природне середовище

Хімічна (токсична) небезпека відрізняється рядом важливих специфічних особливостей [2]. Хімічні продукти (токсичні хімічні речовини) використовуються, виробляються, обертаються, зберігаються і транспортуються на численних хімічно небезпечних об'єктах). До них відносяться не тільки підприємства хімічної, нафтохімічної, металургійної та інших галузей промисловості, де

токсичні хімічні речовини містяться в сировині, допоміжних матеріалах, технологічних сумішах, продуктах і відходах. Значні маси сильнодіючих отруйних речовин зосереджені на об'єктах харчової та м'ясомолочної промисловості, у холодильниках торгових баз, у житлово-комунальному господарстві. Так, на овочевих базах міститься до 150 т аміаку, який використовується як холодоагент, на станціях водопідготовки — від 100 до 400 т хлору [3] і т. д.

Підвищенню аварійної небезпеки сприяють такі об'єктивні причини:

- недосконалість багатьох технологічних процесів, що впроваджувалися в промисловість;
- значна зношеність встановленого технологічного устаткування;
- низький технічний рівень і хронічна нестача сучасних засобів автоматизації, незадовільний стан систем забезпечення безпеки, очисних споруд;
- низька культура виробництва, слабка технологічна і трудова дисципліна;
- недосконалість законодавчої і нормативної бази в галузі промислової безпеки і природоохоронної політики.

В результаті в Україні склалася несприятлива аварійна й екологічна обстановка.

Під час оцінювання впливів на навколишнє природне середовище виділяються такі його компоненти:

- клімат і мікроклімат;
- повітряне середовище;
- геологічне середовище;
- водне середовище;
- ґрунти;
- рослинний і тваринний світ;
- заповідні об'єкти.

Розглядаються тільки ті компоненти та об'єкти навколишнього природного середовища, на які впливає планована діяльність, а також ті, сучасний стан яких не відповідає нормативному. Серед чинників впливу на довкілля слід розглядати просторові, енергетичні, хімічні, фізичні та ін.

Додатково розглядаються впливи, пов'язані з надзвичайними ситуаціями такими, як природно-осередкові захворювання, геохімічні аномалії, стихійні лиха, аварії та ін.

Результати аналізу й оцінки змін стану компонентів природного середовища відображаються на картографічному матеріалі, ситуаційній схемі і генплані та у відповідних табличних матеріалах. Ці дані також є вихідними даними для подальших оцінок можливих змін стану техногенного середовища та життєдіяльності населення.

Оцінюючи впливи на навколишнє природне середовище, можна виділити такі їх джерела: димари; вентиляційні установки; градирні; водонесучі комунікації; скидання технологічних вод; фундаменти; земляні роботи і т. д.

Перераховані вище джерела можуть впливати на повітряне середовище, водне середовище, ґрунти та на соціальне середовище.

Вплив на повітряне середовище: забруднення шкідливими речовинами; акустичне забруднення; електромагнітне випромінювання; теплове забруднення; радіаційний вплив; вібраційний вплив; іонізуючий вплив та інше.

Вплив на водне середовище (поверхневі та підземні води): забруднення шкідливими речовинами; бактеріально-епідеміологічне забруднення; теплове забруднення; радіаційний вплив та інше.

Вплив на ґрунти (сільськогосподарського та комунального призначення): забруднення шкідливими речовинами; бактеріально-епідеміологічне забруднення; теплове забруднення; радіаційний вплив та інше.

Вплив на соціальне середовище: будинки, домоволодіння; споруди соціально-культурного призначення; зайнятість; міграція; умови життєдіяльності; захворюваність; санітарно-захисна зона; рекреаційні зони; курортні зони та інше.

Виникає необхідність провести кількісну оцінку впливів кожного джерела небезпеки для подальшого прийняття відповідних заходів зі зниження рівня небезпеки джерел по відношенню до навколишнього середовища.

Кількісна оцінка впливів джерел небезпеки

Для наведеної задачі визначення загальної шкідливості впливу багатьох джерел на довкілля середовище було запропоновано використати так звану *узгальнену функцію бажаності D*. Для побу-

дови узагальненої функції бажаності D пропонується перетворити вимірні значення відгуків (впливів джерел небезпеки) у безрозмірну шкалу бажаності d . Побудова шкали бажаності, яка встановлює співвідношення між значенням відгуку y і відповідним йому значенням d (часткової функції бажаності), є в принципі суб'єктивною, такою, що відображає ставлення дослідника до окремих відгуків. При цьому вплив джерел небезпеки на компоненти навколишнього середовища (відгук) пропонується оцінювати за трьома можливими рівнями: погано, задовільно та добре.

Для побудови шкали бажаності зручно використовувати метод кількісних оцінок з інтервалом значень бажаності від нуля до одиниці, хоча можливі й інші варіанти шкали. Значення $d = 0$ ($D = 0$) відповідає абсолютно неприйнятному значенню даного відгуку, а $d = 1$ ($D = 1$) — найкращому значенню відгуку, причому подальше його поліпшення або неможливе, або серйозно не цікавить. Проміжні значення бажаності і відповідні нечислові відмітки наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Базові відмітки шкали бажаності

Кількісна відмітка на шкалі бажаності	Бажаність значення відгуку
0,80 – 1,00	Дуже добре
0,63 – 0,80	Добре
0,37 – 0,63	Задовільно
0,20 – 0,37	Погано
0,00 – 0,20	Дуже погано

Такий вибір числових відміток пояснюється зручністю обчислення, оскільки

$$d = 0,63 \approx 1 - \frac{1}{e}, \quad \text{і} \quad d = 0,37 \approx \frac{1}{e}. \quad (1)$$

Побудована у відповідності до табл. 1 шкала d являє собою безрозмірну шкалу, за її допомогою будь-який відгук може бути перетворений так, щоб його можна було інтерпретувати у термінах корисності або бажаності для будь-якого специфічного вживання.

Найпростішим типом перетворення служить таке, в якому існує верхня та (або) нижня межі специфікації, причому ці межі є єдиним та таким, що не допускає змін, критерієм якості. Поза цими межами значення $d = 0,0$, між ними $d = 1,0$. Часткова функція бажаності при односторонньому обмеженні (рис. 1а) має вигляд

$$d = \begin{cases} 0, & y < y_{\min}; \\ 1, & y \geq y_{\min}. \end{cases} \quad (2)$$

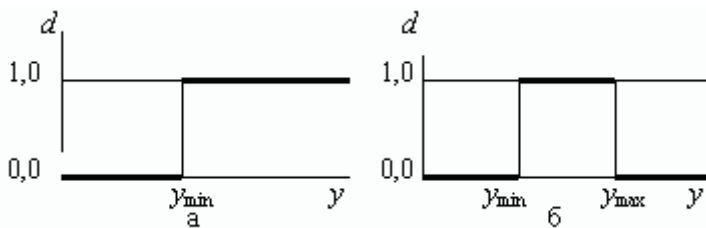


Рис. 1. Найпростіший вид часткової функції бажаності

Аналогічним чином отримується часткова функція бажаності, якщо специфікація задає обмеження зверху. Якщо для даної властивості існує двостороннє обмеження (рис. 1б), то

$$d = \begin{cases} 0, & y < y_{\min} \text{ та } y > y_{\max}; \\ 1, & y_{\min} \leq y \leq y_{\max}. \end{cases} \quad (3)$$

Для односторонніх обмежень виду $y \leq y_{\max}$ та $y \geq y_{\min}$ формою перетворення y в d слугує експоненціальна залежність

$$d = \exp[-\exp(-y')]. \quad (4)$$

У цьому виразі

$$y' = b_0 + b_1 y. \quad (5)$$

Коефіцієнти b_0 та b_1 можна визначити, якщо задати для двох значень властивості у відповідні значення бажаності d , бажано в інтервалі $0,2 < d < 0,8$.

Маючи кілька відгуків, перетворених у шкалу d , можна за допомогою арифметичних операцій скомбінувати з цих різних d деякий узагальнений показник бажаності D . При цьому, якщо який-небудь один відгук є абсолютно незадовільним, узагальнена функція бажаності D має бути рівна 0 незалежно від рівня інших відгуків. Математичним виразом, що відповідає цим вимогам, є середнє геометричне часткових функцій бажаності, тобто

$$D = \sqrt[k]{d_1 d_2 \dots d_k}, \quad (6)$$

де k — кількість джерел небезпеки певного об'єкта.

Позначимо через y_i сумарний вплив i -го джерела небезпеки на навколишнє середовище, тоді

$$y_i = 1 + \sum_{j=1}^n k_{ij}, \quad (7)$$

де k_{ij} — вплив i -го джерела небезпеки на j -й компонент (параметр) навколишнього середовища, n — кількість компонентів навколишнього середовища на які впливає i -те джерело небезпеки.

При цьому k_{ij} може приймати такі значення: 0 — добре; 1 — задовільно; 2 — погано.

Для можливості перетворення сумарного впливу i -го джерела небезпеки до безрозмірної шкали задаємось двома значеннями y_i

$$y_{\min} = 2n \frac{30}{100}, \text{ та } y_{\max} = 2n \frac{70}{100},$$

де y_{\min} — умовно найкраще значення індексу (30 % від максимально можливого його значення), а y_{\max} — умовно найгірше значення індексу (70 % від максимально можливого його значення).

Тоді вираз для перетворення сумарного впливу i -го джерела небезпеки y_i до безрозмірної шкали матиме вигляд

$$d_i = \exp \left(- \exp \left[\frac{0,476 \cdot y_{\min} + 0,772 \cdot y_{\max} - 1,248 \cdot y_i}{y_{\min} - y_{\max}} \right] \right). \quad (8)$$

де d_i — сумарний вплив i -го джерела небезпеки зведений до безрозмірної шкали з межами від 0 до 1 (часткова функція бажаності).

Для оцінки загального впливу певного об'єкта на навколишнє середовище використана узагальнена функція бажаності Харінгтону (1). За отриманими кількісними значеннями часткових функцій бажаності d_i та узагальненою функцією бажаності D робляться висновки про вплив певних джерел небезпеки чи об'єкта в цілому на навколишнє середовище за допомогою табл. 1.

Висновки

Даний підхід реалізований у вигляді програмного модуля в середовищі Visual Basic for Application для Microsoft Excel. Програмний модуль може бути використаний на будь-якому персональному комп'ютері з встановленим програмним пакетом Microsoft Office, що дозволяє широко його використовувати і не потребує встановлення додаткового програмного забезпечення. У програмному модулі передбачено довідкову систему для спрощення його використання. Також цей програмний модуль дозволяє розширювати як перелік джерел впливу, так і перелік компонентів (параметрів) навколишнього середовища, на які ці джерела впливають. Результатом роботи модуля є розрахунок кількісних оцінок сумарних впливів джерел небезпеки та висновки у відповідності з табл. 1. Програмний модуль готує підсумкові таблиці з джерелами впливу та компонентами навколишнього середовища до друку у зручному для користувача вигляді.

Маючи кількісні значення впливу певних джерел небезпеки та об'єктів на навколишнє середовище можна проводити порівняльний їх аналіз та приймати необхідні заходи з метою зниження рівня негативного впливу окремих джерел чи об'єктів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Маршалл В. Основные опасности химических производств. — М.: Мир, 1989. — 672 с.
2. Горский В. Г. Химическое загрязнение — опасность для будущего России // Химия в интересах устойчивого развития. — 2000, № 8. — С. 507—514.
3. Сильнодействующие ядовитые вещества. Под ред. В. С. Юлина. — М.: Техинформ ГО, 1992. — 63 с.

Статюха Геннадій Олексійович — завідувач кафедри; **Бойко Тетяна Владиславівна** — доцент; **Бендюг Владислав Іванович** — асистент.

Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів. Національний технічний університет України «КПІ»;
Абрамов Ігор Борисович — директор.

Харківське державне відділення комплексних досліджень і оцінки впливу на навколишнє середовище Держбуду України