

У статті представлений метод використання індексів для оцінки техногенного ризику хіміко – технологічних об'єктів на стадії проектування. Розраховано індекс відносної небезпеки, проаналізовано категорію небезпечності об'єкту. Представлено результати для техногенних об'єктів

Ключові слова: техногенний об'єкт, техногенний ризик, індекс

В статье представлен метод использования индексов для оценки техногенного риска химико - технологических объектов на стадии проектирования. Рассчитан индекс относительной опасности, проанализирована категория опасности объекта. Представлены результаты для техногенных объектов

Ключевые слова: техногенный объект, техногенный риск, индекс

The article presents a method of using indices for evaluating the technological risk of chemical – engineering objects at the design stage. Indexes of relative risk were calculated, category of hazard object were analyzed. The results for technological objects were represented

Keywords: technogenic objects, technogenic risk, index

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ХІМІКО – ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

М.В. Назаренко*

Контактний тел.: (044) 592-14-30

Email: puma_sm@ukr.net

Т.В. Бойко

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (044) 454-91-37

Email: tvbojko@gmail.com

В.І. Бендюг

Кандидат технічних наук, доцент*

*Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів
Національний технічний університет України "Київський
політехнічний інститут"

Контактний тел.: (044) 454-94-01

E-mail: Vio77@mail.ru

1. Вступ

На території України знаходиться близько 1,3 тис. об'єктів, на яких зберігаються або використовуються більше ніж 440 тис. тонн небезпечних хімічних речовин. У зонах цих об'єктів проживає приблизно 22 млн. людей. Це вимагає від державних та комерційних структур постійного нагляду за безпекою функціонування цих потенційно-небезпечних об'єктів.

Загальноприйнятою в світовій практиці мірою безпеки для життєдіяльності населення та функціонування об'єктів економіки є ризик. Питання вибору методу аналізу ризику на підприємстві має значний вплив на якість і адекватність аналізу і на висновки про рівень безпеки на підприємстві.

На сьогоднішній день існує велика кількість методик оцінки ризику, але складність визначення «вузьких місць» об'єкту дослідження, різноманітність технологічних схем, обмеженість вихідних даних, складність визначення наслідків аварій і її можливих сценаріїв розвитку позначаються на процедурі оцінки ризику і призводять до ситуацій використання методик не за призначенням, що позначається на адекватності оцінки ризику при аваріях на потенційно-небезпечних виробництвах. Тому вдосконалення математичного та методологічного апарату для кількісного аналізу

ризиків, та створення універсального алгоритму ризик-аналізу є перспективним і актуальним питанням в Україні.

2. Поняття техногенного ризику

Аналіз та оцінювання ризиків у сфері техногенної безпеки є основою системи управління безпекою технічних і технологічних систем різних типів і рівнів. Вони включають такі основні етапи: обґрунтування цілей і завдань аналізу ризику; аналіз технологічних особливостей виробничого об'єкту; виявлення всіх джерел небезпеки; визначення подій, здатних ініціювати виникнення аварій; формування ймовірних сценаріїв розвитку аварій; аналіз сценаріїв; оцінювання ймовірності виникнення аварії для кожної події, що ініціює аварію; визначення чинників ураження; моделювання і прогнозування масштабів наслідків аварій для персоналу, населення, навколишнього середовища за різними сценаріями розвитку аварій; оцінювання ймовірностей впливу зовнішніх чинників, які не залежать від умов експлуатації потенційно небезпечних об'єктів; оцінювання й аналіз ризику щодо його прийнятності; побудова полів потенційного ризику навколо кожного з виділених джерел небез-

пеки; визначення достатності превентивних заходів для забезпечення стійкості об'єктів до внутрішніх і зовнішніх впливів.

В нашій роботі розглядаються *техногенні ризики* – ризики для населення, техногенних і природних об'єктів від негативних подій техногенного походження або ймовірність виникнення негативних подій техногенного характеру та можливих збитків від них за певний період часу [1]. Техногенні ризики залежать від потужності й рівня технічного потенціалу конкретної країни. Є визнана тенденція, що з розвитком індустріального суспільства кількість негативних техногенних чинників зростає. Нарощування техніки, впровадження нових технологій, з одного боку, сприяє зростанню добробуту і комфорту членів суспільства, з іншого - спричинює зростання рівня небезпеки, ризику виникнення техногенних аварій і надзвичайних ситуацій (НС) та їхніх масштабів [2].

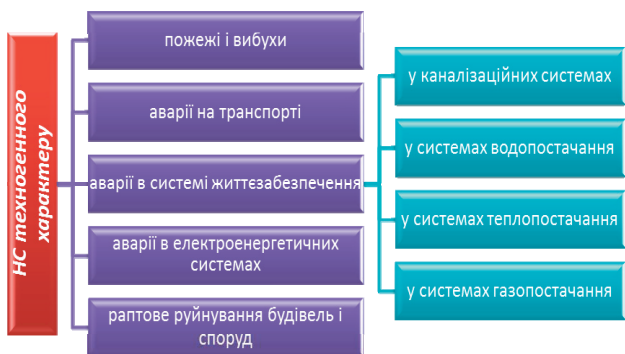


Рис. 1. Види НС техногенного характеру в Україні

Найбільш розповсюджені впродовж останнього десятиліття в Україні НС техногенного характеру наведені на рис. 2. Техногенні НС призводять до людських жертв, погіршення здоров'я населення, матеріальних втрат, руйнування навколишнього середовища [1].

3. Аналіз ризику хіміко-технологічних об'єктів

Задачами аналізу ризику на етапі проектування є [1]:

- 1) виявлення небезпек та кількісна оцінка ризику з урахуванням взаємодії вражаючих факторів аварій на персонал, населення, матеріальні об'єкти, навколишнє середовище;
- 2) забезпечення обліку результатів при аналізі прийнятності запропонованих рішень і виборі оптимальних варіантів розміщення обладнання, об'єкту з урахуванням особливостей навколишньої місцевості;
- 3) забезпечення інформацією служби для розробки інструкцій, технологічного регламенту та планів

ліквідації аварійних ситуацій, дій при надзвичайних ситуаціях;

4) оцінка альтернативних конструкторських пропозицій.

На основі великого досвіду методичних розробок аналіз ризику проводиться за схемою наведеною на рис. 2 [1].

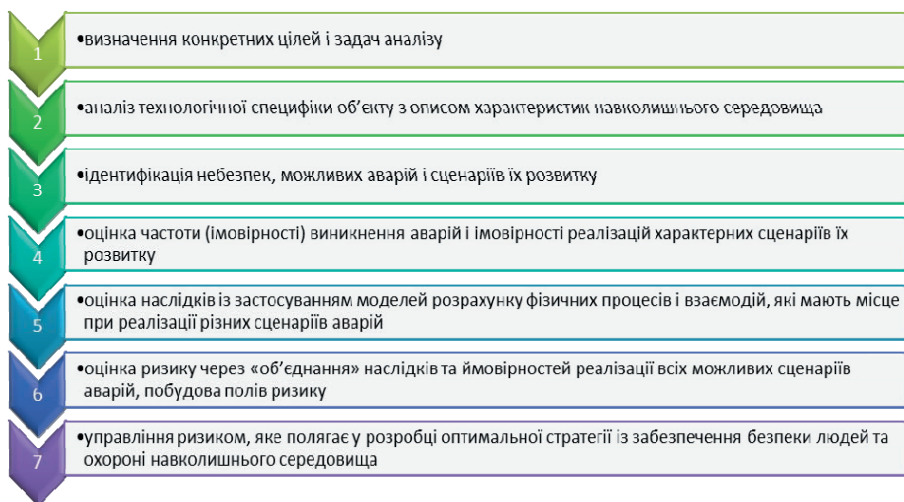


Рис. 2. Схема проведення аналізу ризику

4. Методи кількісної оцінки ризику

На даний час в Україні не існує загально прийнятої методики оцінки техногенної безпеки промислових підприємств. Серед існуючих підходів немає єдиного який би всебічно охопив всі аспекти техногенної безпеки підприємства. Різні методології дають змогу оцінити певні сторони проблеми. Дана робота присвячена питанням техногенної безпеки промислових підприємств, а саме пропонує підхід за допомогою якого можливо оцінити ступінь техногенної небезпеки промислових об'єктів та провести їх порівняльний аналіз.

Для можливості оцінки потенційної небезпеки промислових об'єктів необхідно створити методологію, яка б дала змогу визначати рівень безпеки таких об'єктів [1].

Існує декілька підходів до проблеми кількісного аналізу техногенного ризику. Найбільш поширені напрямки в яких застосовуються статистичні методи, імовірнісні методи, експертні методи та методи з використанням індексних оцінок.

Статистичні методи дозволяють давати досить точну оцінку ризику і мають властивість знижувати рівень невизначеності відносно показника ризику (індикатора) по мірі накопичування експериментальних даних. Але з допомогою цих методів досить важко отримати об'єктивну оцінку можливих наслідків порівняно рідких аварій, ризик від яких для населення характеризується математичним очікуванням наслідків.

Імовірнісний метод базується на використанні математичних моделей, які пов'язують передумови аварій з можливістю їх прояву. Недоліками імовірнісного методу є його громіздкість і трудомісткість, він потребує велику кількість вихідних даних, що в кінцевому

рахунку приводить до низької точності отримуваних результатів.

До недоліків індексних методів відносяться менша точність та спрощення при розрахунках. Але разом з тим, їх перевагою є використання безрозмірних індексних оцінок в якості індикаторів, що значно спрощує використання таких методів і зменшує складність обчислень. За допомогою індексних методів досить легко порівнювати безпеку різних об'єктів завдяки тому, що всі індексні методи базуються на шкалі безпеки, за якої відбувається віднесення об'єкту до певного рівня безпеки відповідно з отриманими значеннями індексних показників.

Враховуючи все вище сказане доцільно буде застосувати метод індексних безрозмірних оцінок для визначення техногенного ризику промислових об'єктів.

5. Використання індексного методу для оцінки хіміко – технологічних об'єктів

До основних індексних показників даної методології слід віднести індекс відносної небезпечності та індекс регіональної небезпечності, які в свою чергу базуються на другорядних індексах: індексі ризику, індексі потенційної шкоди, індексі пожежовибухонебезпечності та індексі токсичної небезпечності [2].

Величина індексу відносної небезпечності окремого джерела небезпеки промислового підприємства D_{RL_i} обчислюється за формулою:

$$D_{RL_i} = \sqrt[4]{I_{PT_i} \cdot I_{PS_i} \cdot I_{EX_i} \cdot I_{TX_i}}, \quad (1)$$

де I_{PT_i} – приведені значення індексу потенційної шкоди окремого джерела небезпеки; I_{RS_i} – приведені значення індексу ризику окремого джерела небезпеки; I_{EX_i} – приведені значення індексу пожежовибухонебезпечності окремого джерела небезпеки; I_{TX_i} – приведені значення індексу токсичної небезпечності окремого джерела небезпеки.

Індекс регіональної небезпечності є характеристикою відносної небезпеки розташування підприємства на певному промисловому майданчику. Індекс регіональної небезпечності дозволяє врахувати соціальні та географічні особливості розташування підприємства, що впливають на можливу шкоду в наслідок виникнення аварії [2].

Індекс регіональної небезпечності обчислюється за формулою:

$$R_{DG} = D_{RL} \sum_{i=1}^l r_{RF_i}, \quad (2)$$

де r_{RF_i} – коефіцієнт урахування місцевих особливостей; l – кількість регіональних факторів, що враховуються.

Індекс ризику одного джерела небезпеки промислового підприємства розраховується за формулою:

$$I'_{RS_i} = \frac{J_{GR_i} / (1 - J_{SP_i})}{\prod_{k=1}^{m_{EN}} J_{EN_k} \cdot [\sum_{j=1}^{m_{XG}} (1 - J_{XG_j}) / m_{XG}^2]}, \quad (3)$$

де J_{GR_i} – індекс позагарантійної небезпечності і -го джерела небезпеки; J_{EN_k} – індекс безпечності k-го внутрішнього фактору; J_{XG_j} – індекс небезпечності j-го зовнішнього фактору; J_{SP_i} – індекс урахування специфіки промислового майданчика і-го джерела небезпеки; m_{EN} – кількість внутрішніх факторів, що істотно впливають на безпечність; m_{XG} – кількість зовнішніх факторів, що істотно впливають на безпечність.

Індекс потенційної шкоди визначає серйозність можливих наслідків надзвичайних ситуацій чи аварій. Основою оцінки потенційної шкоди є граничні норми зберігання небезпечних речовин (сполук) і максимальні кількості небезпечних речовин, які можуть знаходитися на підприємстві фактично. Індеси потенційної шкоди розраховуються для окремих джерел небезпеки з урахуванням їх можливого взаємовпливу [3].

Величина індексу потенційної шкоди розраховується за формулою:

$$I'_{PT_i} = \frac{\sum_{j=1}^n Q_{AM_j} / Q_{BN_j}}{n}, \quad (4)$$

де Q_{AM_j} – максимальна сумарна кількість небезпечної речовини одного типу, що використовується в даному компактно розташованому потенційно небезпечному об'єкті, кг; Q_{BN_j} – гранична кількість небезпечної речовини, кг; n – число небезпечних речовин різного типу, що використовуються на даному компактно розташованому потенційно небезпечному об'єкті.

Індекс пожежовибухонебезпечності враховує небезпеку від наявності на досліджуваному об'єкті пожежонебезпечних та вибухонебезпечних речовин.

$$I'_{EX_i} = K_{EN} \cdot K_{MT} \cdot K_{FL} \cdot K_{TR} \cdot K_{TC}, \quad (5)$$

де K_{EN} – коефіцієнт вибухонебезпечності речовин; K_{MT} – матеріальний коефіцієнт небезпечності; K_{FL} – коефіцієнт небезпеки запалення; K_{TR} – коефіцієнт небезпеки теплового випромінювання; K_{TC} – коефіцієнт врахування небезпеки технологічних параметрів процесу.

Наявність хімічних речовин на промисловому об'єкті передбачає обов'язковий облік токсичної небезпеки, пов'язаної з впливом хімічного забруднення на навколишнє середовище.

Вираз для визначення унітарного індексу токсичної небезпеки I'_{TX_i} має наступний вигляд:

$$I'_{TX_i} = K_{TX} \cdot K_{CA} \cdot K_{DR} \cdot K_{TC}, \quad (6)$$

де K_{TX} – коефіцієнт токсичної небезпеки речовини; K_{CA} – коефіцієнт враховуючий розміри зони зараження токсичною речовиною (коефіцієнт зони зараження); K_{DR} – коефіцієнт тривалості шкідливої дії токсичної речовини; K_{TC} – коефіцієнт врахування небезпеки технологічних параметрів процесу.

Віднесення потенційно небезпечного об'єкта до певної категорії небезпеки проводиться відповідно до отриманих значень унітарних індексів пожежо-

вибухонебезпечності Γ'_{EX} , токсичної небезпечності Γ'_{TX} , а також індексів ризику Γ'_{RS} і індексу потенційного збитку Γ'_{PT} , з використанням яких розраховується унітарний індекс відносної небезпечності.

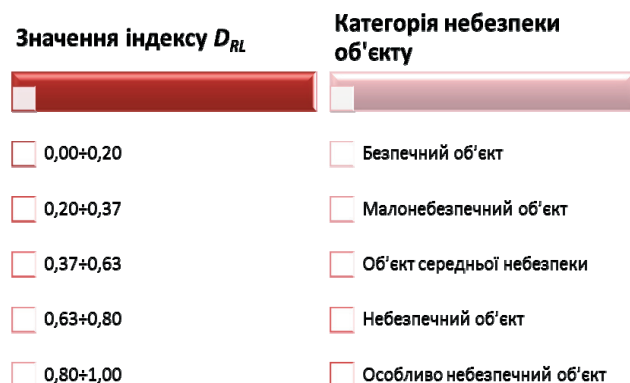


Рис. 3. Ранжирування об'єктів за ступенем небезпечності

Як приклад використання методик нами зроблено розрахунок техногенної небезпеки теплової електростанції ТЕЦ-5, розташованої в населеному пункті Дергачі Харківської обл. на основі документації з її модернізації. Джерелом енергії для роботи теплових електростанцій (ТЕЦ) є газ, вугілля, мазут; рідше - торф, сланці. Питома витрата умовного палива дорівнює приблизно 340 г/кВт-год. Специфіка технології виробництва полягає в тому, що технічне водоспоживання - забезпечення турбоагрегатів водою, необхідною для охолодження відпрацьованої пари, на конденсаційних електростанціях становить 25-30 м³/сек в розрахунку на турбіну потужністю 1 ГВт. У зв'язку з цим поблизу ТЕС повинне бути велике джерело водозабору (водосховище, річка, озеро, море). З метою економії води здебільшого застосовують оборотне водопостачання зі створенням охолоджуючих ставків або градирень (на конденсаційних електростанціях). Сегментне водопостачання з одноразовим пропусканням охолоджуючої води через турбіни застосовується набагато рідше.

На відміну від інших виробництв (наприклад, чорної і кольорової металургії), димові викиди сучасних ТЕЦ здійснюються через невелику кількість дуже високих труб, висотою 180-350 м. Тому забруднювачі розсіюються у великому просторі нижньої тропосфери.

При цьому концентрації речовин зазвичай не перевищують ГДК або становлять не більше десяти відсотків. Лише у виняткових випадках при несприятливих метеорологічних умовах викиди перевищують ГДК в два-три рази.

У результаті аналізу використовуваного обладнання, були відібрані об'єкти, на яких присутні небезпечні речовини у великих кількостях або об'єкти контактують з великими об'ємами небезпечних речовин. Для відібраних об'єктів, з використанням розробленого програмного комплексу, був проведений розрахунок індексів техногенної небезпеки для навколишнього середовища. Результати розрахунків наведено в табл. 5.2, де містяться отримані значення індексів потенційного ризику і потенційного збитку, які приведені до єдиної безрозмірної шкали, а також

розрахований на їх основі індекс відносної небезпеки для найбільш небезпечних об'єктів.

Відповідно до отриманих результатів індексу відносної небезпеки D_{RL} найбільш небезпечним об'єктом є котел ТГМП-344А. Залежно від значення індексу відносної небезпеки, даний об'єкт віднесений до об'єктів середньої категорії небезпеки. Віднесення всього промислового об'єкта до певної категорії небезпеки проводиться за найбільш небезпечним його об'єктом. У результаті ТЕЦ-5 віднесена до об'єктів середньої категорії небезпеки.

Використовуючи отримані значення індексів відносної небезпеки і категорію небезпеки проєктованих промислових об'єктів, слід приймати рішення про доцільність розміщення даного об'єкта на певній промисловому майданчику. Аналізуючи значення індексів потенційного ризику і потенційного збитку, можна визначити які фактори вносять максимальний внесок у підвищення рівня небезпеки об'єкта з можливістю подальшого коригування необхідних параметрів проєктованого об'єкта.

Таблиця 1

Розраховані показники небезпеки

Об'єкт	IRS	IPТ	DRL	Категорія небезпечності
Мазутне господарство				
Насос для перекачування мазуту	0,165	1	0,406	Об'єкт середньої небезпеки
Дренажний насос	0,167	0,207	0,185	Безпечний об'єкт
Конденсаторний насос	0,164	0,471	0,277	Мало небезпечний об'єкт
Насос рециркуляції мазуту	0,164	1	0,404	Об'єкт середньої небезпеки
Насос другого підйому	0,164	0,8	0,362	Мало небезпечний об'єкт
Насос першого підйому	0,164	0,8	0,362	Мало небезпечний об'єкт
Основне обладнання				
Котел ТГМП-344А	0,189	1	0,434	Об'єкт середньої небезпеки
Котел ТГМЕ – 464 (мазут)	0,164	1	0,404	Об'єкт середньої небезпеки
Котел ПТВМ 180 (мазут)	0,164	1	0,404	Об'єкт середньої небезпеки
Теплофікаційна установка				
Котел ПТВ 180 (мазут)	0,164	0,716	0,342	Мало небезпечний об'єкт

6. Висновки

Рівень техногенного ризику є наслідком антропогенної діяльності і залежить від технічного потенціалу окремої країни. Впровадження нових технологій сприяє зростанню добробуту людей, проте разом із цим підвищується рівень техногенної небезпеки. Тому оцінювання ризику на стадії проєктування стає важливим аспектом підготовки до будівництва хіміко – технологічного підприємства.

Література

1. Алымов В.Т. Техногенный риск [Текст] / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. – М.: ИКЦ «Акадмкнига», 2006 – 118 с.
2. Статюха Г.А. Оценка экологической опасности промышленных систем [Текст] / Г.А. Статюха, Т.В. Бойко, В.И. Бендюг // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-22: Сб. трудов XXII Международ. науч. конф.: В10 т. Т. 4. Секция 4, Псков. - 2009. - С. 36-38.
3. Sustainable Development In Quantity Indicators Of The Assessment Of Technogenic Safety (на англ. языке) [Текст] / Gennady St-
atyukha, Tatyana Bojko, Vladyslav Bendyug, Arcady Shakhnovsky // Chemistry & Chemical Technology, Lviv, 2010, Vol. 4, №1– P. 69-72.

У статті розглянуті питання, пов'язані з оптимізацією роботи міської служби водовідведення шляхом впровадження безперервного моніторингу промислових стоків. Це дозволить прискорити пошук джерела понаднормативних забруднень, контролювати якісний склад і кількість стоку

Ключові слова: моніторинг, система водовідведення, нечіткі множини

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оптимизацией работы городской службы водоотведения путем внедрения непрерывного мониторинга промышленных стоков. Это позволит ускорить поиск источника сверхнормативных загрязнений, контролировать качественный состав и количество стока

Ключевые слова: мониторинг, система водоотвода, нечеткие множества

In the paper the questions related to the optimization of City Sanitation Service through the introduction of continuous monitoring of industrial effluents. This will speed up the search for the source of excessive pollution, monitor the qualitative composition and amount of runoff

Key words: monitoring, drainage system, fuzzy sets

УДК 681.518:510.22::004.9

ПОШУК ДЖЕРЕЛА ПОНАДНОРМАТИВНИХ ЗАБРУДНЕНЬ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ МОНІТОРИНГУ ПРОМИСЛОВИХ СТОКІВ

А.Є. Мезиненко

Аспірант

Кафедра інженерної і комп'ютерної графіки

Харківський національний університет

радіоелектроніки

пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166

Контактний тел.:(057) 702-13-78

E-mail: anna.mezinenko@gmail.com

Н.О. Манакова

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра прикладної математики та інформаційних

технологій

Харківська національна академія міського

господарства

вул. Революції, 12, м. Харків, 61169

E-mail: natalym@rambler.ru

Вступ

Різноманіття вимог до системи водовідведення, неповнота і суперечливість вхідної інформації призводять до того, що реальні завдання управління мережею доводиться вирішувати в умовах невизначеності. Дані про якісний склад і кількість стоку обробляються тільки при вході на очисні споруди в дискретні моменти часу. Це призводить до зниження швидкості реагування у разі виявлення порушень і ускладнює пошук

джерела понаднормативних забруднень, а також доказ його провини. У разі надзвичайної ситуації на очисних спорудах, шкідливі речовини потрапляють у водойми. Це може негативно вплинути на здоров'я людей і на стан навколишнього середовища.

Безперервний моніторинг стану технічних об'єктів, що надають техногенне навантаження на навколишнє середовище, є одним з актуальних завдань сучасної екології. Для ефективного видалення токсичних речовин із стічних вод необхідно мати відповідну