

**Г. О. Статюха, д. т. н., проф.; Т. В. Бойко, к. т. н., доц.;  
В. І. Бендюг, к. т. н.; П. І. Терплецький**

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНДЕКСНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ**

*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. Розглянуті категорії небезпечних речовин за впливом на навколишнє середовище та за можливим сценарієм аварії. Використано метод індексних безрозмірних оцінок для визначення техногенного ризику промислових об'єктів.*

### **Вступ**

Забезпечення екологічно та техногенно безпечних умов життєдіяльності кожної особи і суспільства є одним із пріоритетних національних інтересів України. Щорічно в нашій країні виникає близько 500 техногенних надзвичайних ситуацій та 300 – спричинених природними факторами. Ці надзвичайні ситуації забирають життя багатьох людей, завдають збитків державі в середньому до 800 млн. грн. щорічно. Сукупні розміри прямих і опосередкованих втрат від вражаючих факторів НС техногенного і природного характеру з кожним роком зростають на 10—30 % і фактично виснажують людські та бюджетні ресурси.

Наявність в Україні розвиненої промисловості, надвисока її концентрація в окремих регіонах, існування великих промислових комплексів, на яких зосереджено потенційно небезпечні об'єкти різної категорії та потужності, обумовлює велику вірогідність виникнення надзвичайних ситуацій техногенного походження, які загрожують людині, економіці та природному середовищу. На території України функціонує понад 1,7 тис. промислових об'єктів, на яких зберігається або використовується більше 300 тис. тонн небезпечних хімічних речовин. Це заводи і комбінати хімічних галузей промисловості, заводи з переробки нафти та нафтопродуктів, термінали і склади, де концентрується продукція хімічних виробництв. У зонах можливого хімічного зараження від цих об'єктів знаходяться понад 250 адміністративно-територіальних одиниць, в яких мешкає близько 20 млн. чоловік.

В Україні діє понад 1,5 тис. вибухо- і пожежонебезпечних виробництв, на яких зосереджено понад 13 млн. т твердих та рідких небезпечних речовин. Переважна більшість вибухо- і пожежонебезпечних об'єктів розташована в центральних, східних та південних областях країни, де сконцентровані хімічні, нафто- і газопереробні, коксохімічні та металургійні підприємства, функціонує розгалужена мережа нафто-, газо-, аміакопроводів і т. ін.

У зв'язку з цим виникає потреба оцінки реальних існуючих загроз та виявлення особливо небезпечних об'єктів з числа потенційно небезпечних для можливості прийняття попереджувальних заходів та заходів по зниженню рівня ризику особливо небезпечних промислових об'єктів.

### **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.

Експертні методи частково вирішують проблему розрахунку при недостатності вихідних даних. До їх недоліків можна віднести залежність точності результатів від компетентності експертів, необхідність достатньої кількості експертів та складність передбачення можливих наслідків аварії.

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. З 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.

### Категорії небезпечних речовин

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України № 956 від 11 липня 2002 року затверджені «Нормативи порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки». До небезпечних речовин за їх властивостями відносяться такі категорії речовин:

1. горючі (займісті) гази — гази, які утворюють у повітрі при нормальному тиску суміші, що сприяють поширенню полум'я в детонаційному чи дефлаграційному режимі або можуть горіти в повітрі в дифузійному режимі при витіканні струменем (факельне горіння);
2. горючі рідини — рідини з температурою спалаху, що дорівнює або менша 61 °С у закритому тиглі, або температурою спалаху, що дорівнює або менша 66 °С у відкритому тиглі (легкозаймісті рідини згідно з ГОСТ 12-1.044-89);
3. горючі рідини, перегріті під тиском — горючі рідини згідно з ГОСТ 12.1.044-89, які знаходяться в апаратах, резервуарах або трубопроводах під тиском при температурі, що перевищує температуру кипіння при атмосферному тиску в 1,25 і більше разів;
4. вибухові речовини — рідкі або тверді речовини чи суміші речовин, які під впливом зовнішніх факторів здатні швидко змінювати свій хімічний склад, а цей процес саморозповсюджуватися з виділенням великої кількості тепла і газоподібних продуктів (клас 1 згідно з ГОСТ 19433-88);
5. речовини-окисники — речовини 5 класу небезпеки (згідно з ГОСТ 19433-88), у тому числі:
  - речовини, які підтримують горіння, викликають та/або сприяють спалахуванню інших речовин у результаті екзотермічної окисно-відновної реакції, температура розкладання яких не перевищує 65 °С та/або час горіння суміші окисника яких з органічною речовиною (дубовою тирсою) не перевищує часу горіння еталонного окисника з дубовою тирсою;
  - органічні пероксиди (речовини з двовалентною структурою кисню, які можуть вважатися похідними пероксиду водню);
6. високотоксичні та токсичні речовини — речовини, які мають властивості, зазначені в таблиці 1 (ГОСТ 12.1.007-76).

Таблиця 1

Класи токсичних речовин (ГОСТ 12.1.007-76)

Клас речовини	ГДК у повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup>	Середня смертельна доза LD (50) при потраплянні в шлунок, г/кг ваги тіла	Середня смертельна доза LD (50) при впливі на шкіру, мг/кг ваги тіла	Середня смертельна концентрація LD (50) у повітрі, мг/м <sup>3</sup>	Дискримінуюча доза, мг/кг ваги тіла
Високотоксична	Менш як 0,1	Менш як 15	Менш як 100	Менш як 500	Менш як 5
Токсична	0,1-1	15-150	100-500	500-5000	5

Токсичність речовини при пероральному впливі на тварин (дискримінуюча доза) визначено методом фіксованої дози за рекомендаціями Конвенції про трансграничний вплив промислових аварій (1992 рік).

7. речовини, які становлять небезпеку для довкілля (високотоксичні для водних організмів), — речовини, які мають властивості, зазначені в таблиці 2, згідно з Конвенцією про трансграничний вплив промислових аварій (1992 рік).

8.

Таблиця 2

**Високотоксичні речовини для водних організмів**

Смертельна концентрація LD (50), при впливі на рибу протягом 96 годин, міліграмів на 1 літр	Ефективна концентрація ЕС (50) при виливі на дафнії протягом 48 годин, міліграмів на 1 літр	Інгібуюча концентрація ІС (50) при впливі на водорості протягом 72 годин, міліграмів на 1 літр
Не більш як 10	Не більш як 10	Не більш як 10

За видами аварій, що можуть статися виходячи з властивостей небезпечних речовин, та за впливом уражальних факторів цих аварій, категорії небезпечних речовин об'єднуються в групи:

– група 1 (вибух) — горючі (займисті) гази, горючі рідини, перегріті під тиском, ініціюючі (первинні), бризантні (вторинні) та піротехнічні вибухові речовини, речовини-окислювачі, речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів;

– група 2 (пожежа) — горючі (займисті) гази, горючі рідини, горючі рідини, перегріті під тиском, речовини-окисники, а також речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів;

– група 3 (шкідливі для людей і довкілля) — високотоксичні речовини, токсичні речовини, речовини, які становлять небезпеку для довкілля (високотоксичні для водних організмів), речовини, які становлять небезпеку для довкілля (токсичні для водних організмів) та/або можуть здійснювати довгостроковий негативний вплив на водне середовище, а також речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів.

У відповідності до даної постанови Кабінету Міністрів, небезпечність промислових об'єктів оцінюється тільки по принципу наявності небезпечних речовин та їх кількості. Додатковим параметром є припущення про можливий вид аварії в залежності від певних властивостей небезпечних речовин. Даний підхід, на нашу думку, має дуже спрощений характер, бо не враховує певні особливості кожного окремо взятого об'єкту, розташування, технологічний процес, наявність зовнішніх факторів, які підвищують рівень безпеки виникнення аварії і т.ін.

### **Застосування індексних показників ризику**

Нами пропонується взяти принципи, закладені в постанові Кабінету Міністрів, за основу та доповнити їх показниками, що дозволять розширити та поглибити принципи оцінки рівня безпечної потенційно небезпечних об'єктів. Виходячи з вище сказаного, доцільно створити групу індексних показників чи, так званих, індикаторів, які враховуватимуть окрім виду, властивостей та кількості небезпечної речовини, також і певну кількість факторів і властивостей, що негативним чином впливають на роботу та безпечність об'єкту, і на його небезпечність по відношенню до навколишнього середовища та здоров'я людини.

В основу отримання та використання чисельних значень індексних показників ризику (індикаторів ризику) покладено припущення про зв'язок можливості виникнення аварії з інтенсивністю впливу на джерело безпеки техногенних та місцевих природних факторів незалежно від конструктивних особливостей обладнання, тобто сама наявність факторів ризику визначає можливість аварії. Оцінка відносної безпеки промислового об'єкта здійснюється за допомогою обліку зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на безпечність діяльності об'єкта.

На безпеку функціонування обладнання впливає велика кількість факторів. Безпечність об'єкту залежить від встановленого безпечного терміну експлуатації, часу протягом якого об'єкт працює після встановлення останнього гарантованого терміну експлуатації, надійності обладнання та великої кількості зовнішніх і внутрішніх негативних факторів. Негативний вплив на безпечність об'єкту різних факторів може бути пов'язаний з перевищенням допустимих значень технологічних

параметрів, екстремальними значенням параметрів навколишнього середовища, впливом інших чинників техногенного характеру. Для можливості врахування цих факторів ми пропонуємо використовувати в якості показника безпечності індекс ризику функціонування джерела небезпеки [2-3].

Індекс потенційної шкоди визначає серйозність можливих наслідків виникнення аварії. Основою оцінки потенційної шкоди є граничні норми зберігання небезпечних речовин (сполук) і максимальні кількості небезпечних речовин, які можуть знаходитися на підприємстві фактично. Індeksi потенційної шкоди розраховуються для окремих джерел небезпеки з урахуванням їх можливого взаємовпливу [2-3].

Для можливості більш детальної оцінки небезпеки об'єктів, на яких зберігаються чи використовуються небезпечні речовини, що за своїми властивостями, та впливом уражальних факторів від можливих аварій відносяться до групи 1 (вибух) і групи 2 (пожежа), запропонований Індекс пожежовибухонебезпечності [2, 4]. Даний показник враховує вибухову небезпеку речовини, небезпеку запалення, небезпеку від теплового випромінювання в разі виникнення пожежі та небезпеку технологічних параметрів проведення процесу, що можуть спричинити виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті.

Небезпека об'єктів, на яких присутні речовини групи 3 (шкідливі для людей і довкілля) оцінюється за допомогою індексу токсичної небезпечності [2, 5]. Цей індексний показник призначений для оцінки токсичної небезпеки речовини, дозволяє врахувати можливий розмір зони зараження, внаслідок викиду речовини в атмосферу, та можливу тривалість вражаючої дії токсичної речовини по відношенню до людини.

### Висновки

Застосування індексних оцінок для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки дозволяє повніше уявити можливу загрозу з боку об'єкту, за рахунок включення різноманітних факторів, що впливають на рівень ризику об'єкту. Градація небезпечних об'єктів з використанням безрозмірних показників з межами від 0 до 1, дає змогу точніше оцінити рівень небезпеки об'єкту. Виявлення небезпечних промислових підприємств з числа потенційно небезпечних з подальшим їх віднесенням до кількох категорій, в залежності від отриманих значень індексних показників, дозволить проводити більш гнучку градацію за рівнем небезпеки. Це, в свою чергу, дасть змогу приймати об'єктивніші рішення для кожного окремо взятого об'єкту по зниженню рівня його небезпеки та покращення попереджувальних заходів щодо виникнення можливих аварій.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Статюха Г. О., Бойко Т. В., Бендюг В.І. До питання оцінки безпечності промислових об'єктів в аспекті сталого розвитку // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 3. – С. 57-61.
2. Бендюг В.І. Оцінка техногенної безпеки промислових підприємств: методологія та програмне забезпечення // Зб. наук. пр. Луганського державного аграрного університету. Сер. техніч. науки. – 2004. – № 40(52). – С. 366-374.
3. Статюха Г. О., Бойко Т. В., Бендюг В.І. Розробка методики оцінки небезпечних видів діяльності промислових підприємств // Екологія і ресурси. – 2003. – № 7. – С. 46-55.
4. Statyukha G., Pidmohilnyy M., Bojko T. and Bendyug V. Assessment explosion-proof and fire risk industrial targets in a context of strategy of sustainable development // Summaries of 16<sup>th</sup> International Congress of Chemical and Process Engineering «CHISA 2004». – Praha (Czech Republic), 2004. – P5.70.
5. Статюха Г. О., Бойко Т. В., Бендюг В.І. Использование индексов пожаровзрывоопасности и токсической опасности при оценке техногенного риска промышленных объектов // Труды Одесского политехнического университета. Научный и производственно-практический сборник по техническим и естественным наукам. – 2002. – С. 61-63.