

УДК 658.588:65.011.3

*А.М. Марущак, кандидат с.-г. наук, доцент,*

*Р.М. Кирилук, асистент ПДАТУ*

*Д.А. Окіпняк, викладач Центру підготовки інженерних військ*

## ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ АВАРІЙ В СИСТЕМІ БЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

*Розглядаються аналіз та оцінювання ризиків аварій на промислових об'єктах, моделі і методики оцінювання ризиків аварій, комп'ютерна їх реалізація для нашої держави. Застосування показника ризику дає змогу порівнювати дію небезпечних чинників різної природи, визначати, з урахуванням внеску кожного окремого чинника, інтегральний ступінь будь-якого промислового об'єкта.*

*Ключові слова: аварії, оцінка ризику, промислові об'єкти, безпека.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Аварії та надзвичайні ситуації на промислових об'єктах, включаючи пожежі, вибухи і витікання небезпечних речовин, можуть призвести не тільки до ураження людей небезпечними хімічними речовинами, але й до негативного впливу на навколишнє середовище, руйнування будинків, споруд, технологічного устаткування. Вони є джерелами економічних та екологічних втрат, а протягом останніх років ці втрати мають стійку тенденцію до зростання.

З метою впровадження методів аналізу й оцінювання ризиків аварій в Україні ухвалено низку нормативно-правових актів, які зобов'язують наглядові органи оцінювати за рівнем ризику прийнятність і надмірну небезпеку видів діяльності, пов'язаних з можливими аварійними ситуаціями, що мають несприятливі наслідки для людей та навколишнього середовища. Це, зокрема, Закон України „Про об'єкти підвищеної небезпеки” [3] та постанова Кабінету Міністрів „Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки” [8], якою визначено нормативи порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки, порядок ідентифікації та обліку цих об'єктів, порядок декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки.

Відповідно до Закону України „Про об'єкти підвищеної небезпеки” суб'єкт господарської діяльності, а також підприємства, установи, організації, які планують експлуатувати об'єкти підвищеної небезпеки, повинні виконати всебічні дослідження рівня безпеки й оцінити ризики виникнення аварій, їх вплив на навколишнє середовище. На виконання цього Закону Міністерство праці і соціальної політики України розробило Методику визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки [7]. Однак спроба скористатись Методикою на практиці для оцінювання ризиків аварій показала, що хоча вона й передбачає застосування ймовірнісних моделей, проте містить тільки типові вимоги до оцінки наслідків відмов і не містить жодних математичних моделей і методів розрахунку ризиків виникнення аварій та прогнозування величини збитків.

Отже, Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки, безумовно, важлива, проте для забезпечення можливості розрахунків ризиків аварій на об'єкти підвищеної небезпеки (ОПН) потребує суттєвого доопрацювання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Аналіз сучасних методів оцінювання ризику і прийняття рішень в умовах невизначеності показав, що різні автори розглядають термін „ризик” по-різному. Унаслідок цього у країнах Європи багато справ із декларування безпеки промислових об'єктів довго перебувають в судах через відсутність чіткого визначення терміну „ризик”.

Найчастіше з поняттям ризику пов'язують ймовірність настання небажаної події. Так, у Законі України „Про об'єкти підвищеної небезпеки” [3] наведено таке визначення ризику: „Ризик – ступінь ймовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки і/або за її межами”. Таке визначення ризику зводиться до визначення ймовірності (відносної частоти) реалізації аварії на об'єкті за певний проміжок часу, як правило, за рік. Для цього визначення ризику його оцінка не передбачає розрахунку збитків внаслідок реалізації негативної події.

У праці російських фахівців [6] дано таке визначення: “риск аварии – мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасном производственном объекте и тяжесть ее последствий”.

У сучасній вітчизняній та закордонній практиці для формалізації ризику ( $R$ ) широко використовується модель, яка пов’язує між собою ймовірність ( $P$ ) виникнення негативної події  $A$  (аварії, катастрофи) і ймовірну величину можливих наслідків ( $W$ ) у результаті реалізації цієї події, а саме:

$$R(A) = P(A) \times W(A). \quad (1)$$

Присутня у цій моделі ймовірність  $P(A)$  чисельно виражає міру можливості здійснення тієї чи іншої негативної події  $A$ , пов’язаної з невизначеною ситуацією, а ймовірна величина очікуваних наслідків  $W(A)$  внаслідок реалізації негативної події  $A$  залежить не тільки від можливих втрат (кількості загиблих, поранених, матеріальних втрат), а й від ступеня уразливості об’єкта для події  $A$ , тобто

$$W(A) = V(A) \times U(A), \quad (2)$$

де  $W(A)$  – ймовірна величина можливих наслідків реалізації події  $A$ ;

$V(A)$  – ступінь уразливості об’єкта для події  $A$ ;

$U(A)$  – умовний повний збиток внаслідок реалізації події  $A$ .

Таким чином, підставляючи вираз (2) у формулу (1), отримуємо наступну модель для визначення рівня ризику:

$$R(A) = P(A) \times V(A) \times U(A), \quad (3)$$

де  $R(A)$  – ризик (негативної події  $A$ );

$P(A)$  – ймовірність реалізації негативної події  $A$ ;

$V(A)$  – ступінь уразливості об’єкта для події  $A$ ;

$U(A)$  – умовний повний збиток при реалізації події  $A$ .

Отже, формула (3) є загальною для всіх типів ризиків, які характеризуються своїми масштабами прояву. Але при її практичному використанні у кожному конкретному випадку може виникнути необхідність додаткових досліджень.

Зазначимо, що під уразливістю потенційно небезпечного об’єкта  $V$  розуміють рівень можливих втрат об’єкта або його окремих елементів, зумовлених впливом на нього факторів певної інтенсивності. Уразливість об’єкта є проявом його властивостей (інженерно-технічних, організаційних, соціально-психологічних), здатності протистояти відповідному впливу.

**Ціль та завдання досліджень.** На практиці у багатьох випадках необхідно визначити інтегральний ризик – узагальнений показник, який включає комплекс загроз, що можуть реалізуватися за певних умов і спричинити аварії на заданій території. Тоді ймовірність прояву комплексу загроз визначається за допомогою добутку ймовірностей сумісних подій, а збитки від реалізації цих подій визначаються за допомогою результатів детальних досліджень для відносно обмежених територій.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Аналіз та оцінювання ризиків аварій у сфері промислової безпеки є основою системи управління безпекою промислових об’єктів різних типів. Вони включають такі основні завдання: обґрунтування цілі та завдань аналізу ризику; аналіз технологічних особливостей виробничого об’єкта; виявлення всіх джерел небезпеки; визначення подій, що можуть ініціювати виникнення аварій: формування імовірних сценаріїв виникнення та розвитку аварій; оцінювання ймовірності виникнення аварії для кожної події, що ініціює аварію; моделювання і прогнозування наслідків аварій для персоналу, населення і навколишнього середовища за різними сценаріями розвитку аварій; оцінювання ймовірностей впливу зовнішніх чинників, оцінювання й аналіз ризику щодо його прийнятності; побудова полів потенційного ризику навколо кожного з виділених джерел небезпеки; визначення достатності превентивних заходів для забезпечення стійкості об’єктів до внутрішніх та зовнішніх впливів.

З метою оцінювання ризику аварій для кожної події, що ініціює аварію, виконується оцінка ймовірності її реалізації протягом одного року. Для цього використовуються логіко-

ймовірнісні методи, зокрема „мінімальних шляхів”, „мінімальних перетинів”, „дерево подій”, „дерево відмов”; статистичні методи обробки даних про аварійність технологічної системи, що відповідають специфіці ОПН чи виду діяльності; експертні оцінки ймовірності виникнення події, що розглядається, виконані за певною методикою. Розрахунок ймовірності аварії також проводиться із застосуванням функцій розподілів випадкових величин, зокрема біноміального закону, закону розподілу Бернуллі, законів розподілу Вейбулла, Парето, логарифмічно-нормального закону та ін.

„Дерево подій” – метод, що застосовується для побудови логічної структури сценаріїв та оцінки ймовірностей критичних подій. „Дерево подій” використовує початкову подію як вихідну точку розвитку сценарію аварії. Далі через послідовно-паралельні ланцюги проміжних подій, кожному з яких відповідає деяка ймовірність його виникнення, оцінюється сукупна ймовірність виникнення кінцевої окремої критичної події.

Метод „дерево відмов” характеризується тим, що спочатку розглядається деяка конкретна критична подія. Вона зображується як головна подія і пов’язується з численними базовими подіями зазначенням цих подій та логічних операторів над ними. Якщо виникнення кожної із зазначених окремих подій характеризується ймовірністю  $P_i$ , тоді ймовірність критичної події  $P$  визначається рівнянням:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i).$$

Узагальнений алгоритм аналізу та оцінювання ризику аварій на промислових об’єктах представлено на рис. 1.

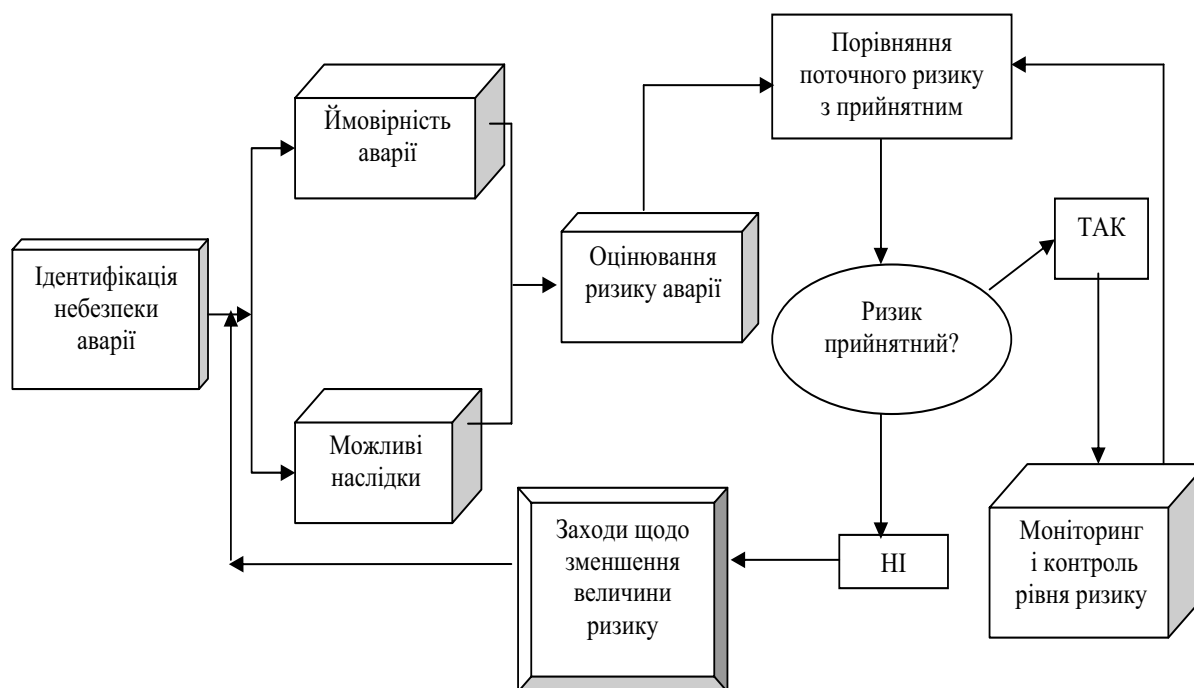


Рис. 1. Загальна схема аналізу та оцінювання ризику аварій

Як видно з рис. 1, аналіз та оцінювання ризиків аварій включає такі основні етапи: ідентифікацію небезпеки (виявлення ризиків), кількісне оцінювання ймовірності виникнення аварії, оцінювання можливих негативних наслідків, оцінювання ризиків, порівняння визначеного поточного значення ризику з прийнятним значенням ризику, вжиття заходів щодо зниження ризику в разі перевищення прийнятного рівня, в противному випадку – моніторинг і контроль рівня ризику.

Існує немало заходів безпеки, які можуть бути використані на промислових об’єктах в тій або іншій ситуації, зокрема: заміна небезпечних матеріалів безпечними або менш небезпечними в існуючому технологічному процесі; зниження запасів небезпечних речовин чи

матеріалів: забезпечення безпечної відстані між небезпечним виробництвом і житловою зоною, застосування автоматизації з тим, щоб необхідність для виробничого персоналу відвідувати небезпечні виробничі ділянки підприємства була мінімальною; запобігання аварійним вибокам шляхом додержання встановлених норм і стандартів; оснащення системами аварійної сигналізації про можливий викид небезпечних речовин у значних кількостях; розробка планів локалізації аварійних ситуацій і аварій, планів евакуації людей у безпечні місця; устаткування підприємств протипожежними автоматичними системами для зниження збитку від пожежі.

Отже, запобігання аваріям потребує значних зусиль і фінансових витрат на всіх етапах управлінського циклу.

**Висновки.** Визначення оцінок ризиків аварій має ґрунтуватися на результатах контролю технічного стану потенційно небезпечних об'єктів, статистичних даних про аварії і надзвичайні ситуації техногенного характеру, комплексного моніторингу небезпечних геологічних і гідрометеорологічних процесів, стану природних комплексів, а також на результатах моделювання відповідних небезпечних подій та ситуацій, їх впливу на здоров'я населення.

Застосування показника ризику дає змогу порівнювати дію небезпечних чинників різної природи, визначати, з урахуванням внеску кожного окремого чинника, інтегральний ступінь небезпеки будь-якого промислового об'єкта.

Застосування методології оцінювання ризику дає можливість розробляти механізми і стратегію різних регулюючих заходів щодо підвищення безпеки промислових об'єктів; встановлювати межі варіабельності величин ризику і невизначеностей, пов'язаних з обмеженістю початкових даних або з невирішеністю наукових проблем.

#### Список використаних джерел

1. Алымов В., Тарасова Н. Техногенный риск. Анализ и оценка. – М. : Академкнига, 2004. – 75 с.
2. Бегун В. В., Науменко І. М. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): Навч. посібник. – К., 2004. – 328 с.
3. Закон України № 2245-111 від 18.11. 2001 р. „Про об'єкти підвищеної небезпеки”.
4. Закон України „Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» № 877-V від 05.04. 2007 р.
5. Лисиченко Г. В., Забулонов Ю. Л., Хміль Г. А. Природний, техногенний та екологічний ризику: аналіз, оцінка, управління. – К. : Наукова думка, 2008. – 543 с.
6. Методические указания по проведению анализа риска объектов повышенной опасности. РД 03-418-01. Утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 10.07. 2001 г. № 30.
7. Наказ Мінпраці та соціальної політики України від 04.12. 2002 р. № 637 „Про затвердження Методики визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки”.
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.07. 2002 р. № 956 „Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки”.

*Анотація.* Рассматриваются анализ и оценка рисков аварий на промышленных объектах, модели и методики оценки рисков аварий, компьютерная их реализация для нашего государства. Применение показателя риска позволяет сравнивать действие опасных факторов разной природы, определять, с учетом вклада каждого отдельного фактора, интегральный степень любого промышленного объекта.

**Ключевые слова:** аварии, оценка рисков, промышленные объекты, безопасность.

**Summary.** We consider the analysis and assessment of the risks of accidents at industrial sites, models and methodology for assessing the risks of accidents, their computer implementation for our state. Implementation of a risk, which allows you to compare the action of the hazards of different nature, to determine, taking into account the contribution of each factor, the integral power of any industrial facility.

**Keyword:** accident risk assessment, industrial facilities, security.