

УДК 622.8:351

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260422.68.853

ЗАПРОВАДЖЕННЯ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГРОЗИ ВИНИКНЕННЯ ТА МОЖЛИВИХ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЦИВІЛЬНОЮ БЕЗПЕКОЮ

РОМАНІШИНА О. В.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,
МИСЛІБОРСЬКИЙ В. В.², канд. техн. наук, доц.

^{1*} Кафедра будівництва та цивільної безпеки, Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, 29016, Хмельницький, Україна, тел. +38 (097) 302-73-17, e-mail: o.v.romanishina@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2029-1004

² Кафедра будівництва та цивільної безпеки, Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, 29016, Хмельницький, Україна, тел. +38 (097) 945-20-75, e-mail: mvovka13@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2076-6604

Анотація. Постановка проблеми. Надзвичайні ситуації природного та техногенного походження у вигляді промислових аварій, пожеж, вибухів, викидів шкідливих та небезпечних хімічних речовин призводять до ураження здоров'я, смертельних наслідків, забруднення навколишнього середовища, руйнування будівель, споруд та промислових об'єктів. В Україні діє низка нормативно-законодавчих документів для застосування методів аналізу та оцінювання ризиків надзвичайних ситуацій та аварій. Ці документи направлені на здійснення державними наглядовими органами оцінювання ризиків природних явищ та видів діяльностей, які супроводжуються виникненням аварійних ситуацій та їх несприятливим впливом на населення та навколишнє середовище. Закон України «Про об'єкти підвищеної безпеки» проголошує, що суб'єкт господарської діяльності ідентифікує об'єкти підвищеної безпеки, повинен провести дослідження безпеки й оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та їх вплив на людей і навколишнє середовище, а також готує і подає до місцевих органів виконавчої влади декларацію безпеки об'єкта підвищеної безпеки. **Мета** – аналіз ризиків надзвичайних ситуацій та аварій, методики їх оцінювання. Аналіз показника ризику створює можливість порівняти дію різних небезпечних факторів за природою походження, часом дії та наслідками. Це дасть можливість звернути увагу на об'єкти виробництва, технології, природні системи, щоб не допустити виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із ними. **Висновки.** Оцінка ризиків надзвичайних ситуацій та аварій повина будуватись на статистичних даних про них, на результатах контролю та нагляду за технічним станом потенційно небезпечних об'єктів, на висновках моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій, на побудові моделі виникнення та впливу небезпечних ситуацій та розрахунках наслідків її впливу.

Ключові слова: ризик; оцінка ризику; надзвичайні ситуації; аварії; безпека

INTRODUCTION OF A RISK-ORIENTED APPROACH TO THE DEFINITION OF THE OCCURRENCE THREAT AND POTENTIAL CONSEQUENCES OF THE TYPICAL SITUATIONS INFLUENCE IN THE CIVIL SAFETY MANAGEMENT SYSTEM

ROMANISHYNA O.V.^{1*}, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,
MYSLIBORSKYI V.V.², Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.

^{1*} Department of Building and Civil Safety, Khmelnytskyi National University, 11, Institutaska St., Khmelnytskyi, 29016, Ukraine, tel. +38 (097) 302-73-17, e-mail: o.v.romanishina@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2029-1004

² Department of Building and Civil Safety, Khmelnytskyi National University, 11, Institutaska St., Khmelnytskyi, 29016, Ukraine, tel. +38 (097) 945-20-75, e-mail: mvovka13@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2076-6604

Abstract. Problem statement. Emergencies of natural and technogenic nature in the form of industrial accidents, fires, explosions, releases of harmful and hazardous chemicals lead to health damage, fatal consequences, environmental pollution, destruction of buildings, structures and industrial facilities. Ukraine has a number of legislative and regulatory instruments for the application of emergency and accident risk analysis and assessment methods. These documents are aimed at the state supervisory authorities' assessment of the risks of natural phenomena and activities that are accompanied by emergencies and their negative impact on the population and the environment. According to

Ukrainian legislation, a business entity identifies high-risk objects, must conduct a safety investigation and an emergencies risks assessment and their impact on people and environment. The business entity also prepares and submits to the local authorities a safety declaration of high-risk object. **The purpose of the article.** The article aims to consider the issue of emergency and accident risk analysis and its assessment methodology. Risk indicator analysis makes it possible to compare the actions of different hazard factors in terms of their nature, time of effect and consequences. The opportunity to highlight and focus on production facilities, technologies, natural systems to prevent emergencies related to them was appeared. **Conclusions.** The estimation of emergencies and accidents risks should be based on statistical data, on the results of control and supervision for the potentially dangerous objects technical condition, on the conclusions of emergencies monitoring and prediction, on the construction of a model for hazardous situations occurrence and impact and calculation of the consequences of its impact.

Keywords: *risk; risk estimation; emergencies; accidents; safety*

Вступ. В Україні, як і в усьому світі, зросла занепокоєність збільшенням щорічної кількості надзвичайних ситуацій (НС) природного і техногенного характеру, їх масштабів, наслідків та збитків. Це створило необхідність в удосконаленні управління цивільною безпекою. Одним із таких методів стало управління, що запроваджує аналіз і оцінення ризику як кількісної характеристики небезпеки для суб'єктів господарювання, населення і навколишнього природного середовища від того чи іншого об'єкта підвищеної небезпеки, а також керування ризиками надзвичайних ситуацій. Ризик повинен оцінюватися не тільки за нормальних умов безаварійної роботи об'єкта, а й у разі виникнення аварій і катастроф, що вплинули на людей і довкілля.

Під природним ризиком розуміють можливість небажаних несприятливих подій та їх наслідків від небезпечних природних об'єктів, процесів і явищ, а під техногенним ризиком – від небезпечних процесів, явищ, об'єктів виробництва. Соціальний ризик визначається як виникнення негативних наслідків від небезпечних соціальних процесів (збільшення кількості людей, які живуть за межею бідності, дисбаланс соціально-економічного стану) та явищ (наркоманія, алкоголізм, злочинність тощо).

Незалежними характеристиками оцінки ризику є час і збитки, а для прогнозу ризику розраховують частоту виникнення надзвичайних подій, наслідки та збитки від них.

Методика аналізу ризику, як кількісної оцінки небезпеки, особливо важлива для тих місцевостей, де міститься велика кількість

небезпечних виробництв і об'єктів у поєднанні зі складною соціально-політичною атмосферою і недостатнім фінансуванням.

За науково-технічною концепцією, природний і техногенний ризики розраховують вірогідним розміром втрат за певний період часу. Заздегійд ідентифікований (спрогнозований) ризик, визначення факторів, що впливають на його значення, проведення ефективних заходів щодо зниження ризику за рахунок зміни цих встановлених факторів – це й належить до управління ризиком [4].

Відповідно до закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки», ризик – ступінь імовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки і/або за його межами; прийнятний ризик – ризик, який не перевищує на території об'єкта підвищеної небезпеки і/або за її межами гранично допустимого рівня; управління ризиком – процес прийняття рішень і здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику.

У загальному випадку управління ризиком – це аналіз, розроблення і обґрунтування ефективних програм діяльності, направлених на реалізацію рішення у сфері забезпечення безпеки. Головний показник такої діяльності – процес оптимального використання ресурсів на зниження усіх видів ризику для досягнення такого рівня безпеки населення і навколишнього середовища, який тільки можливий на даному етапі соціально-економічного розвитку. Цей процес

ґрунтується на моніторингу навколишнього середовища, роботи об'єктів підвищеної небезпеки і аналізі ризику [5].

За іншим визначенням, управління ризиком – це цілеспрямована діяльність із реалізації найкращого з існуючих методів та засобів зменшення рівня ризику до такого значення, якого суспільство очікує за прийнятне, виходячи з об'єктивних обмежень на ресурси і час.

Методи досліджень. Для управління ризиком, як правило, застосовують метод, який ґрунтується на врахуванні суб'єктивних аспектів та ігнорує соціально-економічні обставини, які є визначальними для рівня безпеки людини та суспільства. Науковий підхід до прийняття заходів щодо розвитку суспільства вимагає нестандартного та інноваційного мислення, яке покладається на кількісний та якісний аналіз ризику та результатів виконання запропонованих рішень. Ці рішення розробляються та реалізуються системою управління ризиками.

Основна частина цього управління – система управління ризиками природних та техногенних надзвичайних ситуацій. У процесі управління ризиками НС необхідно удосконалити:

- систему уникнення виникнення НС і процеси регулювання ризиків на державному рівні;
- систему ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідки, включаючи своєчасне та оперативне реагування на НС, технічні методи та засоби проведення аварійно-рятувальних робіт, рятування та реабілітації постраждалих;
- систему навчання та підготовки керівників органів управління, рятувальників, спеціалістів і населення з питань зменшення ризиків та масштабів НС.

Структура управління ризиками включає такі важливі складові:

- досягнення ризику на рівні прийняттого, залежно від економічних і соціальних факторів;
- упровадження заходів державного регулювання безпеки;

- спостереження за процесами та явищами навколишнього середовища, визначення ризику для життєдіяльності населення і попередження НС;

- визначення доцільності проведення захисних заходів;

- доцільний розподіл засобів і ресурсів на заходи щодо зниження ризику та зменшення масштабів і наслідків НС;

- забезпечення проведення аварійно-рятувальних і відновних робіт у разі виникнення НС.

Аналіз ризику надзвичайних ситуацій проводять за такою схемою: розпізнавання небезпеки, моніторинг навколишнього середовища – оцінювання загрози – встановлення обсягів ураження людей та навколишнього середовища. Проводять порівняння встановленого ризику з прийнятним і приймають рішення про необхідність ефективних та доцільних заходів захисту, підготовку ресурсів, сил і засобів для здійснення аварійно-рятувальних робіт, проведення відновлювальних робіт [1].

Сьогодні використовуються такі концепції аналізу ризику:

- *технічна концепція* ґрунтується на аналізі частоти виникнення НС як методі знаходження їх вірогідностей. За її використання існуючі статистичні дані приймаються середніми за видом, місцем виникнення, часом, масштабом та групами населення;

- *економічна концепція* базується на проведенні аналізу ризику як частини загального дослідження витратно-прибуткового механізму. Мета цієї концепції полягає в розподілі ресурсів так, щоб використати їх із максимальною користю для суспільства;

- *психологічна концепція* полягає в проведенні досліджень індивідуальних переваг людей стосовно запланованих ними дій під час виникнення НС із метою пояснення, чому індивідууми не застосовують власну думку про ризик на основі середніх значень; чому люди реагують за їх розумінням ризику, а не

належно до об'єктивного рівня ризику або науково оціненого;

- *соціальна концепція* ґрунтується на соціальному поясненні небажаних наслідків, враховуючи групові цінності та інтереси. Соціальний аналіз ризику об'єднує суспільну думку стосовно ризику з особистими або громадськими інтересами і цінностями. Культурологічний підхід показує, що відомі культурні прототипи визначають образ мислення окремих осіб і громадських організацій, спонукаючи їх приймати одні цінності і відмовлятися від інших;

- за *технократичної концепції* після виявлення небезпек (встановлення можливих ризиків) аналізують їх рівень і наслідки їх реалізації. Для цього використовують методи оцінювання ризику, які поділяються на феноменологічні, детерміністські та ймовірні.

Феноменологічний метод будується на визначенні обсягів та можливостей аварійних процесів за результатами аналізу необхідних певних умов, за яких реалізуються різні закони природи.

Детерміністський метод ґрунтується на проведенні аналізу систематичності етапів розвитку аварій, що починається від вихідної події через послідовність передбачуваних стадій відмов, ушкоджень, деформацій і руйнування елементів до кінцевого стану системи.

Ймовірнісний метод аналізу ризику передбачає оцінювання вірогідності виникнення аварії та розрахунок відносних імовірностей того чи іншого шляху розвитку процесів. Наразі цей метод став одним з найбільш перспективних і прийнятних для застосування.

Результати досліджень. Дослідження ризику для населення і територій від надзвичайних ситуацій на підставі ймовірнісного аналізу дозволяє використовувати різні методики оцінювання ризику. Залежно від існуючих вихідних даних методики можуть бути такими:

- статистична – вірогідність ризику визначається відповідно до статистичних даних;

- теоретично-ймовірнісна – застосовується для оцінювання ризиків від певних подій, у випадках відсутності статистичних даних;

- евристична – враховують інтуїтивні вірогідності, отримані за допомогою експертного оцінювання [3].

Для оцінювання ризику (R) широко використовується модель, яка з'єднує між собою ймовірність (P) виникнення події з її небажаними наслідками A (надзвичайних ситуацій, аварій, катастроф) та ймовірне значення можливих небажаних наслідків (W) реалізації цієї події, що виражається формулою:

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

Ймовірність $P(A)$ вказує числову можливість виникнення певної події з небажаними наслідками A , при цьому ймовірне значення небажаних наслідків $W(A)$ у разі виникнення події A залежить від ступеня вразливості об'єкта за події A та від можливих втрат, таких як травмування, смертельні наслідки, забруднення навколишнього середовища та матеріальні збитки:

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

де $V(A)$ – ступінь вразливості об'єкта при події A ; $U(A)$ – ймовірні сумарні збитки від події A .

Вразливістю потенційно небезпечного об'єкта V вважається рівень можливих втрат об'єкта чи його окремих частин унаслідок впливу на нього факторів, що мають різну інтенсивність. Вразливість об'єкта характеризується здатністю протистояти певному впливу.

Об'єднання формул (1) та (2) дає можливість отримати нову модель визначення рівня ризику:

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

Уразливість об'єкта V – це можливі втрати елемента або усього об'єкта внаслідок впливу на нього факторів безпеки різної інтенсивності.

Остання формула дає можливість визначити будь-який тип ризику з різними

масштабами виникнення, часом дії, наслідками та збитками.

У багатьох практичних ситуаціях необхідно розраховувати загальний або інтегральний ризик, який враховує комплекс загрозових небезпек, що можуть здійснитися за певних умов та призвести до аварій. В такому випадку ймовірність проявлення усіх комплексних загроз знаходиться як добуток імовірностей можливих подій, а збитки від цих подій визначають шляхом досліджень територій реалізації загроз НС.

Обговорення результатів досліджень.

Оцінювання та аналіз ризиків виникнення надзвичайних ситуацій являють собою основні заходи системи управління цивільної безпеки, до яких належать: обґрунтування аналізу ризику, знаходження усіх джерел небезпеки, визначення умов та подій, що можуть ініціювати виникнення

надзвичайної ситуації, уявлення ймовірного розвитку подій у разі виникнення надзвичайної ситуації, прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій для населення, персоналу підприємств, навколишнього середовища за різними варіантами розвитку подій, розрахунок рівня ризику та порівняння його з прийнятним значенням, аналіз проведених заходів для забезпечення стійкості об'єктів за впливу небезпек надзвичайних подій.

Для оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій застосовують ймовірнісні методи, такі як «дерево відмов», «дерево подій», експертні оцінки ймовірностей виникнення надзвичайних ситуацій, статистичні методи збирання інформації та даних про аварійність і небезпечність виробничих об'єктів та природних явищ.

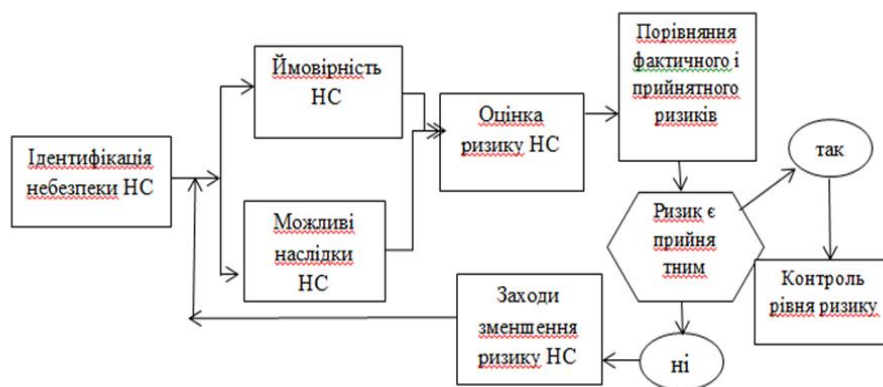


Рис. Схема аналізу та оцінювання ризику

Метод «дерево відмов» ґрунтується на дедуктивному аналізі відмов, дає змогу визначати небажаний стан системи (виникнення аварії), аналізувати систему з урахуванням умов експлуатації для з'ясування всіх можливих сценаріїв розвитку негативної події [2]. «Дерева подій» – це графічні моделі, які впорядковують і відображають події перебігу аварії (виконання функцій безпеки або роботи систем) згідно з вимогами з ослаблення вихідних подій. Вони показують, як зреагують системи на аналізованих вихідне

подія, чи будуть виконані при цьому функції безпеки, умови безпечної експлуатації і що відбудеться у результаті, як відіметься вихідна подія на об'єкті.

Загальний алгоритм аналізу та оцінювання ризику наведені на рисунку.

Аналіз та оцінка ризиків виникнення НС включають ідентифікацію небезпеки НС, визначення ймовірності виникнення НС та їх наслідків, оцінюванню ризику НС, порівняння його із значенням прийнятного ризику, планування заходів зі зменшення ризиків НС, контроль рівня ризику.

Слід зазначити, що, враховуючи вплив на індивідуальний ризик різноманітних чинників (видів негативних подій, частоти виникнення, сили, взаємного розташування джерел небезпеки і об'єктів впливу, захищеності і уражуваності цих об'єктів відносно вражаючих чинників джерел небезпеки, а також витрати на реалізацію заходів щодо зменшення впливу окремих чинників), обґрунтовують раціональні заходи, які дозволяють знизити природні та техногенні ризики до мінімально можливого рівня.

Окремі небезпечні явища, потенційно небезпечні об'єкти порівнюють за величиною індивідуального ризику, виявляючи критичні ризики. Раціональний обсяг заходів захисту здійснюється в межах ресурсних обмежень, які впливають із соціально-економічного становища країни.

Висновки. Процедуру оцінювання ризику НС можна показати такими етапами:

1. Створення бази даних про регіон, що вивчається, до якої входить інформація про його географію, метеорологію, топологію, інфраструктуру, розподіл населення і демографію, розташування промислових та інших потенційно небезпечних об'єктів, основні транспортні потоки, сховища, промислові та побутові відходи тощо.

2. Ідентифікація та інвентаризація небезпечних видів господарської діяльності, виділення пріоритетних об'єктів для подальшого аналізу.

3. Кількісне оцінювання ризику для навколишнього середовища і здоров'я населення, яке включає: кількісний аналіз впливу небезпек упродовж усього терміну експлуатації підприємства з урахуванням ризику виникнення аварійних викидів небезпечних речовин; аналіз впливу небезпечних відходів; аналіз ризику під час транспортування небезпечних речовин.

4. Аналіз інфраструктури й організації систем забезпечення безпеки, який включає:

аналіз і планування дій у разі надзвичайних ситуацій з урахуванням взаємодії різних служб з органами державного управління і контролю, а також із представниками громадськості і населенням; аналіз систем і служб цивільного захисту; у тому числі і пожежної безпеки з урахуванням пожежної безпеки підприємств, об'єктів підвищеної небезпеки, систем транспортування енергії та енергоносіїв; аналіз структури контролю якості довілля регіону; експертизу й аналіз законодавчих і нормативних документів.

5. Розроблення і обґрунтування стратегій та оперативних планів дій, покликаних ефективно реалізувати рішення у сфері безпеки і гарантування досягнення визначеної мети.

6. Формулювання інтегральних стратегій управління і розроблення оперативних дій, яке включає в себе оптимізацію витрат на забезпечення промислової безпеки; певну черговість здійснення організаційних заходів щодо підвищення сталості функціонування і зниження екологічного ризику під час нормальної експлуатації об'єктів регіону, а також у надзвичайних ситуаціях.

На основі прогнозу масштабів можливої або такої, що виникла, надзвичайної ситуації вживаються заходи щодо захисту населення і територій в рамках єдиної системи цивільного захисту за двома основними напрямками:

- першочергові заходи щодо зниження ризиків і зменшення масштабів надзвичайних ситуацій, які здійснюються завчасно;
- заходи щодо локалізації (ліквідації) надзвичайних ситуацій, які вже виникли (екстрене реагування, тобто аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, відновні роботи, реабілітаційні заходи і відшкодування збитків).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Березуцький М. І., Адаменко В. В. Небезпечні виробничі ризики та надійність : навч. посіб. для студ. за напрямком підготовки 6.170202 «Цивільна безпека». Харків : ФОП Панов А. М., 2016. 385 с.

2. Лисиченко Г. В., Забулонов Ю. Л., Хміль Г. А. Природний, техногенний та екологічний ризики : аналіз, оцінка, управління : монографія. Ін-т геохімії навколиш. середовища НАН України. Київ : Наукова думка, 2008. 542 с.

3. Марущак А. М., Кирилюк Р. М., Окіпняк Д. А. Оцінювання ризиків аварій в системі безпеки промислових об'єктів. *Збірник наукових праць ПРАТУ*. № 19. 2011. С. 516–519.

4. Про затвердження «Методики визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки» : Наказ Міністрації та соціальної політики України № 637 від 04.12. 2002 р.

5. Про об'єкти підвищеної небезпеки : Закон України № 2245–III від 26.04. 2014 р.

REFERENCES

1. Berezutsky M.I. and Adamenko V.V. *Nebezpechni vyrobnychi rizyky ta nadiynist* [Dangerous industrial risks and reliability : a textbook for students in the field of training 6.170202 “Civil Security”]. Kharkiv : FOP Panov A. M., 2016, 385 p. (in Ukrainian).

2. Lisichenko G.V., Zabulonov Yu.L. and Khmil G.A. *Pryrodnyy, tekhnogennyy ta ekologichnyy ryzyky : analiz, otsinka, upravlinnya* [Security analysis of complex systems using the methods of “event tree” and “failure tree”. Natural, man-made and environmental risks : analysis, evaluation, management : monograph]. Inst. of Geochemistry Surrounded. Wednesday of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv : Scientific Opinion, 2008, 542 p. (in Ukrainian).

3. Marushchak A.M., Kirilyuk R.M. and Okipnyak D.A. *Otsinyuvanya ryzykiv avariiv v systemi bezpeky promyslovykh ob'ektiv* [Estimation of accident risks in the system of safety of industrial facilities]. *Zbirnyk naukovykh prats' PRATU* [Collection of Scientific Works of PJSC]. Vol. 19, 2011, pp. 516–519. (in Ukrainian).

4. *Pro zatverdzhennya “Metodyky vyznachennya rizykyv ta yikh pruynyatnykh rivniv dlya deklaryvannya ob'ektivpidvushchenoyi nebezpeky”* [On approval of the “Methods for determining risks and their acceptable levels to declare the safety of high-risk facilities”]. Order of the Ministry of Labor and of Social Policy of Ukraine no. 637 from 04.12. 2002. (in Ukrainian).

5. *Pro objektu pidvushchenoji nebezpeky* [On high-risk objects]. Law of Ukraine no. 2245–III of 26.04.2014. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 03.04.2022.