



## KAPITEL 6 / CHAPTER 6<sup>6</sup>

### ENSURING THE SAFETY OF TECHNICAL SYSTEMS BY MANAGING TECHNOGENIC RISKS

DOI: 10.30890/2709-2313.2022-10-02-009

#### Вступ

Стан захищеності життєве важливих інтересів людини, суспільства та держави від надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру вивчає теорія безпеки. В контексті реальних подій небезпека може реалізуватися у вигляді прямого або непрямого збитку для об'єкту (предмету) від поступової або раптової дії неконтрольованої енергії, або різко – в результаті відмови системи. Прихована (потенційна) небезпека для людини реалізується у формі травм, які відбуваються при нещасних випадках, аваріях, пожежах; для технічних систем – у формі руйнувань, втрати керованості; для екологічних систем – у вигляді забруднень, втраті видової різноманітності тощо [1, 2].

#### 6.1. Оцінка небезпек технічної системи

Проведення комплексу заходів щодо забезпечення промислової безпеки людини базується на виявленні найбільш слабких елементів будь-якого роду систем, вихід з ладу яких підлягає найбільшому ризику. При цьому саме поняття системи передбачає сукупність елементів, що об'єднані між собою внутрішніми зв'язками, та взаємодіють з навколишнім середовищем за допомогою зовнішніх зв'язків. У зв'язку з цим мати уявлення про якість, переваги і недоліки будь-якої системи можна лише з більшою або меншою мірою ймовірності. Імовірнісна природа параметрів системи є фундаментальною властивістю. На жаль, саме в цій невизначеності параметрів систем і криється основна причина як техногенних, так і природних катастроф. У випадках, коли використовується термін технічна система, мається на увазі, що вона є продуктом певного рівня розвитку техніки. Однак слід пам'ятати, що навіть в автоматичних і тим більше в автоматизованих чи роботизованих системах (комплексах) людина дистанційно обов'язково присутня або на стадії завдання їх програми, або на стадії управління [3].

Крім безпосереднього функціонування, експлуатація технічної системи в процесі її так званого «життєвого циклу» передбачає реалізацію в самих різних поєднаннях таких етапів:

- зберігання (консервація);
- транспортування;
- підготовка до функціонування;
- регламентне технічне обслуговування;
- ремонтне обслуговування;
- підготовка до зберігання (консервації);

<sup>6</sup>Authors: Mitina Nataliia Borusivna, Tkaliia Olga Ivanivna



- утилізація, що пов'язана з повним припиненням подальшого існування технічної системи.

З точки зору промислової безпеки будь-яка технічна система володіє двома основними і найбільш важливими для людини станами:

- стан працездатності всіх компонентів системи та забезпечення необхідного її функціонування протягом заданого часу, що характеризується структурною справністю і функціональною спроможністю виконання необхідних дій протягом заданого часу;

- стан непрацездатності (відмови) хоча б одного з компонентів системи або незабезпечення необхідного її функціонування протягом заданого часу, тобто структурно несправна або функціонально нездатна виконувати необхідні функції протягом заданого часу [4].

Функціональну можливість виконання покладених на систему експлуатаційних вимог, її структурної справності зазначені у першому із станів. При цьому як технічна частина системи, так і людина, яка з нею працює, діють протягом заданого часу без відмов або збоїв. Другий стан розпадається на два можливих різновиди: перший має структурну несправність технічної частини системи, тобто наступ так званої відмови системи, під якою в існуючій теорії надійності прийнято розуміти подію, що полягає в повній або частковій втраті системою стану працездатності, що обумовлена непрацездатністю технічної частини системи. Другий різновид непрацездатного стану системи викликаний незабезпеченням виконання технічно справною системою необхідних функцій протягом заданого часу, тобто свого роду функціональною відмовою системи. У більшості випадків такі функціональні відмови (збоїв) обумовлені непрацездатністю (помилками) людини, яка входить до складу ергономічно-технічної системи. Інакше кажучи, "людський фактор" є просто однією з можливих форм відмов системи, в якій технічна частина справна, а людина, що входить до складу такої ергономічно-технічної системи, проявляє в процесі роботи властивості своєї не кваліфікованості, втоми, неувважності, в результаті яких вся система в цілому не забезпечує виконання необхідних функцій протягом заданого часу [5].

Таким чином, небезпеки технічної системи проявляються, з одного боку, у вигляді передбачених її нормальною роботою впливів на людину ординарних ситуацій, з іншого боку, ті ж небезпеки, але значно посилені кількісно і істотно розширені за своїм якісним складом, що супроводжують всі види відмов системи і викликають до існування непередбачені її нормальною роботою неординарні ситуації, які мають небезпечний вплив на людину, особливо непередбачуваних за їх інтенсивністю та появою у часі. Аналіз таких відмов важливий, оскільки викликані ними впливи на людину можуть бути неприпустимими для неї.

## **6.2. Ідентифікація небезпек і оцінка ризиків**

Україна за насиченістю території промисловими об'єктами перевищує розвинені європейські держави, значну частину з них становлять потенційно



небезпечні підприємства, що пов'язані з виробництвом, переробкою та зберіганням сильнодіючих отруйних, вибухонебезпечних і пожежонебезпечних речовин. Криза в економіці, яка супроводжується збільшенням частки застарілих технологій і обладнання, зниженням рівня модернізації та оновлення виробництва підвищує ризик техногенних катастроф. Оцінити ризик можливо через аналіз його походження (виникнення), масштабу в конкретній обстановці. Ситуацію ускладнює недотримання об'єктами правил техногенної безпеки. Тому встановлені критерії, за якими оцінюється ступінь ризику: провадження діяльності на потенційно небезпечних об'єктах, об'єктах підвищеної безпеки, а також на об'єктах, що мають стратегічне значення для економіки і безпеки держави [6, 7]; об'єктах, віднесених до певної категорії за вибухо та пожежною небезпекою [8]; кількість осіб, які перебувають на об'єкті, умовна висота будинку, надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення [1, 9]; площа об'єкта, категорія складності об'єкта будівництва [10]; наявність підземних та/або підвальних поверхів, приміщень, споруд [1, 11]; належність об'єкта до пам'яток архітектури та історії [12]. Відповідно до наведених критеріїв суб'єкти господарювання відносяться до одного з трьох ступенів ризику – високого, середнього або незначного. Усі потенційно небезпечні об'єкти, що функціонують на території держави за ступенем безпеки та залежно від масштабів виникаючих надзвичайних ситуацій розбиті на п'ять класів безпеки аварій: 1 - загальнодержавних або транскордонних, 2 – регіональних, 3 – територіальних, 4 – місцевих, 5 – локальних. Така класифікація потенційно небезпечних об'єктів дає змогу при необхідності спрогнозувати можливість виникнення надзвичайних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах та визначити показники ступеня ризику (потенційний ризик, колективний ризик, індивідуальний ризик, ризик нанесення матеріального збитку для населення) у зв'язку з можливими аваріями на потенційно небезпечних об'єктах; безпеку, до якої призведе надзвичайна ситуація техногенного характеру в загальному ризику надзвичайних ситуацій.

Організація прогнозування техногенних надзвичайних ситуацій здійснюється на основі інформації про всі наявні в регіоні потенційно небезпечні об'єкти. Результати прогнозування надзвичайних ситуацій техногенного характеру враховуються при вирішенні питань: проектування, будівництва, експлуатації і виводу з експлуатації об'єктів, видачі дозволів і ліцензій на види діяльності, пов'язані з підвищеною безпекою. Наростання окремих видів комплексів потенційних і реальних загроз у техногенній сфері вимагає різкого посилення ролі держави у вирішенні проблем екологічної безпеки з використанням критеріїв ризиків. При цьому все більш очевидною стає необхідність включення ризиків у техногенній сфері в систему стратегічних ризиків України.

Аналіз ризику, обумовленого наявністю джерела шкідливої та небезпечної дії, складається з етапу оцінки ризику, що супроводжується дослідженнями етапу управління ризиком. Управління ризиком – це аналіз ризикової ситуації, розробка і обґрунтування управлінського рішення, нерідко у формі правового акту, спрямованого на мінімізацію ризику. На етапі управління ризиком



аналізують різні альтернативи і вибирають найбільш відповідні управлінню дії. З метою ухвалення остаточного рішення результати оцінки ризику розглядаються з урахуванням інженерних, економічних і політехнічних аспектів. Модель оцінки ризику включає чотири етапи [13]:

1. Ідентифікація або розпізнавання небезпеки, коли визначається, чи випадково який-небудь агент ризику асоціюється з певним впливом на здоров'я і оцінюються кількісні характеристики джерел шкідливих дій.

2. Оцінка дії, визначається експозицією, що характеризує тривалість, частоту і величину дії, до якої схильні або можуть бути схильні індивіди або популяція у присутності агенту ризику.

3. Оцінка «доза-ефект» дає кількісні дані про зміни в середовищі, в організмі людини або популяції під впливом певної кількості агенту ризику. Тобто описує взаємини між дією або отриманою дозою агенту і величиною негативного впливу на здоров'я.

4. Характеристика ризику полягає у взаємному стикуванні і порівнянні даних, які отримані на попередніх стадіях, з метою остаточної оцінки ризику.

Завершальна фаза моделі оцінки ризику одночасно є першою ланкою управління ним. Послідовність оцінки ризику: первинна ідентифікація небезпеки; опис джерела небезпеки і пов'язаного з ним збитку; статичні оцінки і імовірнісний аналіз ризику.

Управління ризиками використовує інформацію про ідентифікацію небезпеки і оцінку ризиків разом з інформацією про технічні ресурси, соціальні, економічні і політичні величини, в цілях здійснення контролю, вибору або ухвалення рішення про заходи, що дозволяють зменшити або прибрати ризик. В результаті здійснюється проектування і реалізація політики і стратегії в сферах, безпосередньо пов'язаних з охороною здоров'я населення.

Основна частина управління ризиком полягає у визначенні шляхів зменшення ризику при заданих обмеженнях на ресурси і час, які моделюються чотирма етапами.

Перший етап пов'язаний з характеристикою ризику, проведення порівняльної характеристики ризиків з метою встановлення пріоритетів. На фазі, що завершує оцінки ризику встановлюється ступінь небезпеки (шкідливості).

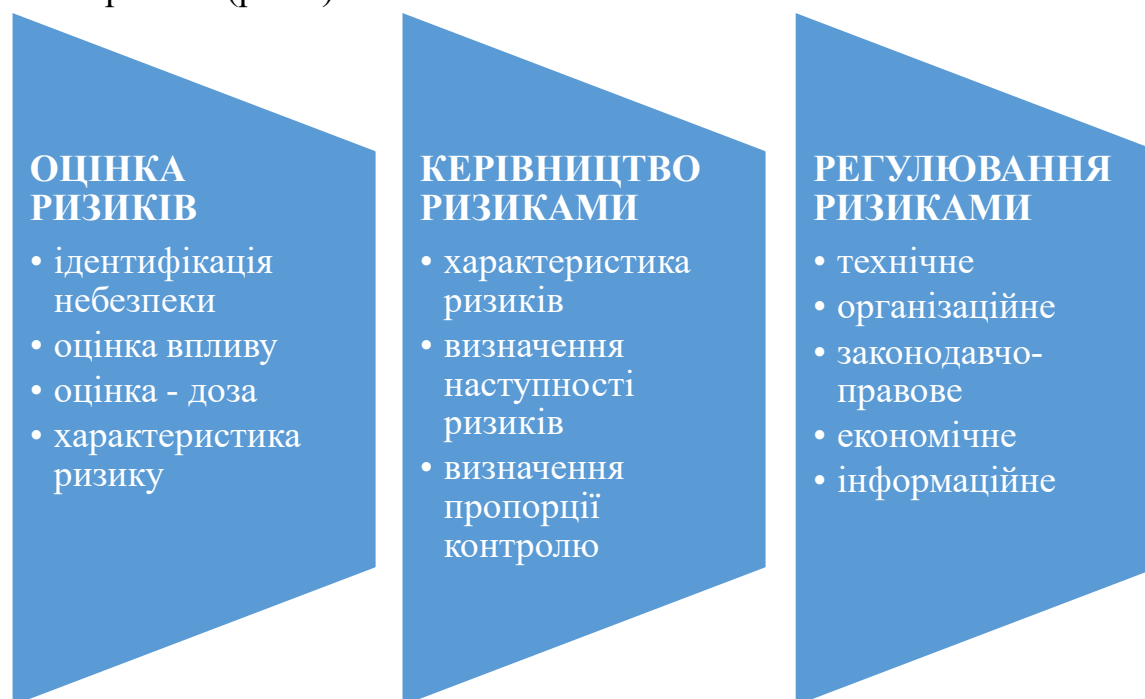
Другий етап – визначення прийнятності ризику. Ризик прирівнюється з рядом соціально-економічних чинників: вигода від господарської діяльності; втрати від діяльності; наявність і можливості регулюючих заходів, з метою зменшення негативного впливу на середовище і здоров'я людини. Процес порівняння спирається на метод – витрати-вигоди. У зіставленні не ризикових чинників з ризиковими проявляється суть процесу управління ризиком. Можливі три варіанти рішень, що приймаються: ризик прийнятний повністю; ризик прийнятний частково; ризик неприйнятний повністю. Нині рівень межі ризику, яким нехтують, встановлюється як 1% від максимально допустимого.

Третій етап – визначення пропорції контролю, полягає у виборі однієї з типових мір, що сприяють зменшенню або усуненню ризику.

Четвертий етап – ухвалення регулюючого рішення, відповідно до визначених нормативно-правових актів, що відповідні реалізації тієї типової



міри, яка була встановлена на попередній стадії. Останній етап не тільки завершує процес управління ризиком, а і пов'язує усі його стадії в єдиний процес ухвалення рішень (рис.1).



**Рисунок 1 – Взаємозв'язок оцінки та управління ризиком**

Отже, цілеспрямоване проведення заходів щодо зниження індивідуальних, групових, популяційних ризиків на основі аналізу ризиків, вибору пріоритетів і економічного обґрунтування заходів при максимально широкому порівнянні їх варіантів включає управління ризиками.

### 6.3. Заходи регулювання ризиками

Регулювання ризиків включає заходи різного характеру, основні з них технологічного, правового, інформаційного, економічного.

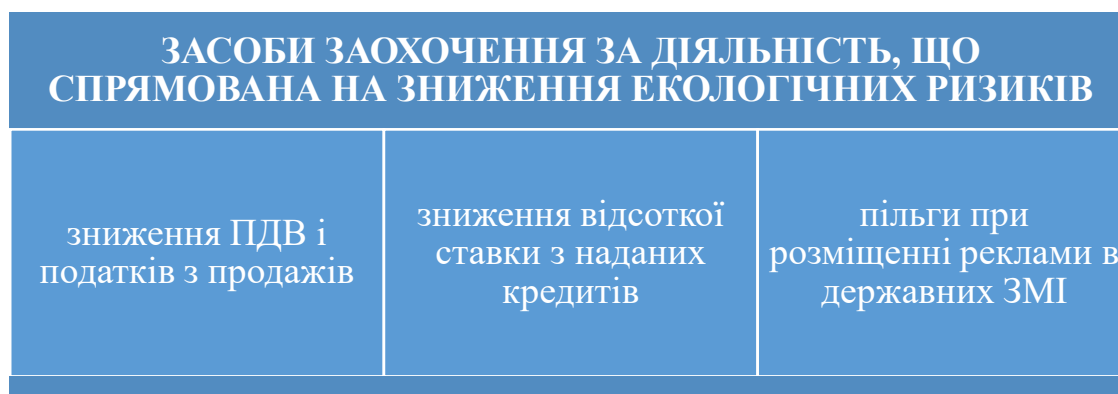
Технологічне регулювання розглянемо, за наявності екологічного ризику. Так, виробництво, що поставляє в середовище шкідливий агент може бути просто закрите, якщо його негативний вплив великий, а нагода модернізації виявляється технічно і економічно безперспективною. Інші методи – це зміна технологічної карти виробництва, впровадження замкнутих технологічних циклів, що забезпечують безвідходне виробництво, організація економічно вигідної переробки відходів, зміна складу початкової сировини т.і. Іноді вимагається доповнити технологічний процес операцією уловлювання, осадження, абсорбування відходів і побічних продуктів виробництва з тим, щоб нейтралізувати вплив шкідливих речовин на організм.

Засоби регулювання ризиками можуть бути зосереджені на створенні умов, при яких людина не потрапить в небезпечну зону, захищена від дії небезпечних факторів застосуванням колективних та індивідуальних засобів захисту:



захисним екраном, одягом, респіратором, тобто здатна довго виконувати певні види робіт під час перебування в небезпечній зоні.

Правове регулювання є рушійною силою управління ризиками, що встановлює адміністративну, фінансову і навіть карну відповідальність за дії, які призводять до збільшення популяційних ризиків. Зокрема, у ряді країн ЄС (Європейська економічна спільнота), діяльність підприємств, що спрямована на зниження екологічних ризиків, поліпшення екологічної чистоти виробництва, кінцевої продукції, всіляко заохочується. Причому засоби і об'єми заохочення закріплені відповідними нормативно-правовими актами (рис.2).



**Рисунок 2 – Засоби заохочення підприємств**

Інформаційне регулювання є найважливішою і необхіднішою складовою частиною системи управління ризиками, оскільки адекватна інформація дозволяє визначити джерело і величину небезпеки, намітити напрям, в якому слід здійснювати необхідні дії.

Моніторинг є найважливішим джерелом інформації, на підставі якої здійснюється управління ризиками. Завданням моніторингу:

- отримання відповідної домовленості і об'єктивної інформації;
- системний аналіз і оцінка отриманої інформації;
- підготовка умов для розроблення пропозицій з усіх питань забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення.

Економічним методом регулювання ризиків є система страхування ризиків різних видів діяльності від можливих небезпек. Для регулювання техногенної безпеки першорядне значення має вибір методу та інструментарію регулювання. Розрізняють методи прямого та непрямого регулювання. Непрямого регулювання метод заснований на принципі економічного спонукання порушників до підвищення безпеки. Прямого регулювання метод заснований на принципі адміністративно-правового примусу порушників та включає наступні механізми [14]:

- нормативне (технічне) регулювання;
- ліцензування;
- реєстрацію;
- експертизу;
- технічний аудит;
- облік і розслідування нещасних випадків і аварій;



- попередження аварій та готовність аварійно-рятувальних формувань; декларування безпеки небезпечних об'єктів;
- розробку паспортів безпеки об'єктів;
- підготовку та атестацію персоналу;
- нагляд і контроль та ін.

Нормативне регулювання має шляхи здійснення:

- встановлення обов'язкових вимог, добровільних правил, загальних принципів;
- характеристики щодо продукції, процесів (методів) виробництва;
- експлуатації та утилізації;
- робіт або послуг;
- контролю за дотриманням обов'язкових вимог.

Технічне регулювання включає розробку технічних регламентів (Міжнародна організація зі стандартизації (ISO), Європейський комітет зі стандартизації (ЄКС) та ін.), стандартизацію та підтвердження відповідності [15]. Одним із нормативних документів, що встановлює обов'язкові для застосування і дотримання вимоги до об'єктів технічного регулювання (будівель і споруд, процесів і методів виробництва, продукції, експлуатації та утилізації), а також встановлює, в разі необхідності, оцінки відповідності обов'язковим вимогам є технічний регламент.

Практика щодо встановлення правил, загальних принципів, характеристик, розрахованих на багаторазове використання на добровільній основі, що спрямована на досягнення впорядкованості та підвищення конкурентоспроможності в галузі виробництва і використання продукції, виконання робіт і надання послуг обов'язково стандартизується. Підтвердження відповідності результатом якої є документальне посвідчення (у вигляді декларації про відповідність або сертифіката відповідності) того, що процеси (методи) виробництва, продукція, експлуатація та утилізація, роботи та послуги відповідають встановленим вимогам технічних регламентів або положенням стандартів. Формами підтвердження відповідності є сертифікація, ліцензування, декларування відповідності.

Реєстрація небезпечних об'єктів здійснюється у Державному реєстрі небезпечних виробничих об'єктів. Оскільки основним фактором виробництва промислових підприємств є природні ресурси, то важливо організувати виробництво так, щоб для відновлюваних природних ресурсів виконувався основний принцип: норма споживання природних ресурсів не має перевищувати темпів природного відтворення ресурсів. Діяльність людини за останні роки, на жаль, все частіше носить деструктивний вплив на оточуюче середовище. Його наслідок швидше межує із поняттям надзвичайного, тому що характеризується неприпустимо високим рівнем використання основних природних ресурсів, необхідних для життєзабезпечення людини; граничним забрудненням екологічних систем; виснаженням їх відновлювальних можливостей і різким погіршенням здоров'я населення, що створює серйозну загрозу національній безпеці України. Методи для оцінювання техногенних збитків від постійних екологічних порушень, тобто від джерел забруднення, що діють постійно і від



випадкових небезпечних процесів техногенного характеру або від надзвичайних ситуацій [14, 15]. Експертиза промислової безпеки небезпечних виробничих об'єктів дозволяє підвищити ефективність заходів з попередження професійного травматизму та аварій на виробництві. В основі державної експертизи закладені наступні принципи (рис. 3):



**Рисунок 3 – Принципи державної експертизи**

Експертизі промислової безпеки підлягають:

- проектна документація на будівництво, розширення, реконструкцію, технічну модернізацію, консервацію і ліквідацію небезпечного виробничого об'єкта;

- будівлі та споруди, технічні пристрої, які застосовуються на небезпечному об'єкті;

- декларація промислової безпеки та інші документи, що пов'язані з експлуатацією небезпечного об'єкта. У декларації безпеки представляють оцінку можливості аварії і пов'язаною з нею загрозою для персоналу і населення прилеглих територій; аналіз достатності вжитих заходів з попередження аварій і забезпечення експлуатації об'єкта відповідно до вимог норм і правил промислової безпеки; локалізацію і ліквідацію наслідків аварій на об'єкті, перелік заходів щодо зниження можливих негативних наслідків у разі аварії на об'єкті.

Система заходів щодо усунення або зменшення техногенних збитків промислових підприємств в умовах формування сталої економіки, передбачає: розроблення для промислових підприємств державних цільових програм, що сприятимуть технічному переоснащенню; впровадженню енергоефективних і ресурсозберігаючих технологій; а також маловідходних, безвідходних та екологічно безпечних технологічних процесів. Дієвим буде створення відповідної нормативно-правової законодавчої бази шляхом розроблення та удосконалення чинного законодавства України, відповідно до об'єктивних





потреб оптимальної взаємодії суспільства і природи з урахуванням об'єктивних законів їх розвитку і відображення цих законів у механізмі дії правових норм.

## **Висновки**

У роботі описано, що будь-яка діяльність людини є потенційно небезпечною, тому система управління ризиками використовує інформацію про ідентифікацію потенційної небезпеки і оцінку ризиків разом з інформацією про технічні ресурси, соціальні, економічні величини, в цілях здійснення контролю, вибору або ухвалення рішення про заходи, що дозволяють зменшити або прибрати ризик. Зазначені основні заходи регулювання ризиків технологічного, правового, інформаційного, економічного характеру. Показано, що забезпечення контролю за дотриманням заходів безпеки, оцінки достатності та ефективності заходів щодо попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій, експертиза, декларування, впровадження та удосконалення відповідної нормативно-правової законодавчої бази проводиться з метою безпеки небезпечних потенційних об'єктів.