

УДК 331.45
№ держреєстрації
0121U110250
Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ДМИТРА МОТОРНОГО
69600, Запорізька обл., м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66
тел. (06176) 4-45-46

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
д.т.н., професор
Анатолій ПАНЧЕНКО



ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Програма 5

**ДОСЛІДЖЕННЯ РИЗИКІВ З ПИТАНЬ ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ,
РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ЇХ ЗНИЖЕННЮ
В ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСТІ**

(проміжний)

Директор НДІ АТЕ
д.т.н., професор



Олеся ПРИСС

Керівник НДР
к.т.н., професор



Юрій РОГАЧ

2023

Рукопис закінчено 08 грудня 2023 р.

Результати цієї роботи розглянуто Науково-технічною радою
науково-дослідного інституту «Агротехнологій та екології»
Протокол № 4 від 27 грудня 2023 р.

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник проекту і
відповідальний виконавець –
завідувач лабораторії, професор,
кандидат технічних наук

Ю.П. Рогач
(реферат, вступ, висновки
та пропозиції, література,
участь у 3.3, 3.4)

Доцент, кандидат
сільськогосподарських наук



О.В. Яцух
(участь у 2.3, 2.4, 3.2)

Доцент,
кандидат технічних наук

М.В. Зоря
(участь у 2.1, 2.2, 3.1)

Асистент

П.О. Беляк
(участь у 2.2)

Асистент

Г.О. Падалка
(участь у 1.1, 1.2)

Асистент

Н.О. Шац
(участь у 1.3, 1.4)

Магістр

Д.О. Павлюк
(список літератури)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 78 сторінок, 11 рисунків, 6 таблиць, 36 джерел використаної літератури.

Об'єкти досліджень: ризики промислових об'єктів і територій, що виникають в процесі господарської діяльності.

Мета дослідження полягає у висвітленні теоретичних підходів до аналізу і оцінки механізму управління ризиками промислових об'єктів і територій та визначення основних шляхів його оптимізації.

Методи досліджень: В процесі дослідження було застосовано наступні методи: спостереження і узагальнення, аналіз і синтез, порівняння, структурно-логічний метод, статистичний, метод моделювання, графічний, розрахунково-аналітичний.

Зокрема, метод спостереження використаний при дослідженні практичної діяльності промислових об'єктів, а саме вивчення системи управління ризиками в досліджуваних організаціях. Метод аналізу і синтезу використовувався для вивчення методів та інструментів управління ризиками організації. Метод порівняння був застосований при дослідженні теоретичних основ поняття «механізм управління ризиками». Використання графічного методу було доцільне при побудові різноманітних схем з методології механізму управління ризиками.

В результаті проведених досліджень: Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що запропоновані в роботі висновки та рекомендації мають прикладний характер та можуть бути використані як основа для розробки механізму управління комплексними ризиками промислових об'єктів та територій.

Прогноз на подальші дослідження – розрахунок ризиків найбільш потенційно загрозливих об'єктів.

Ключові слова: РИЗИК, АНАЛІЗ РИЗИКУ, ПРОМИСЛОВИЙ ОБ'ЄКТ, РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД, ТЕХНОГЕННА НЕБЕЗПЕКА.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ МЕТОДІВ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ТЕХНОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ	7
1.1. Сучасні моделі ефективного управління ризиками	7
1.2. Метод оцінки рівня безпеки основних об'єктів захисту	9
1.3. Аналіз основних чинників формування загроз у техногенному середовищі	13
1.4. Аналіз методів оцінки ризиків природного і техногенного походження	18
Висновки по розділу 1	22
РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ РИЗИКО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІМОВІРНІСНИХ СТРУКТУРНО- ЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИНИКНЕННЯ Й РОЗВИТКУ НС	23
2.1. Загальний аналіз ризику та проблем безпеки	23
2.2. Концепція припустимого (прийняттого) ризику	28
2.3. Розподіл підприємств, установ та організацій за ступенем ризиків їх господарської діяльності	30
2.4. Методологічні підходи визначення ризику	35
Висновки по розділу 2	40
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ КОМПЛЕКСНОГО (ЗАГАЛЬНОГО) РИЗИКУ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ТЕРИТОРІЙ	41
3.1. Методичні підходи до управління ризиками підприємства	41
3.2. Характеристика методів аналізу ризику небезпечних промислових об'єктів	62
3.3. Оцінка ризику втрати та ушкодження господарських об'єктів в регіонах України	67
3.4. Методи визначення ризику техногенної небезпеки	70
Висновки по розділу 3	72
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	74

ВСТУП

Заходи, які нині вживаються в Україні для відвернення або ліквідації наслідків НС, не дають бажаного результату. Це зумовлено застарілістю ЄДСЦЗ, яка передбачала підпорядкування потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) територіальним і функціональним підсистемам [1]. З огляду на події останніх років, які наочно засвідчують неефективність системи управління безпекою, постає актуальна проблема її вдосконалення й осучаснення.

У світі вже понад 30 років використовується так званий ризик-орієнтований підхід (РОП) до запобігання надзвичайним ситуаціям, а також до усунення їх наслідків. Суть зазначеного підходу полягає в обчисленні ризиків для кожного конкретного ПНО з урахуванням усіх джерел небезпек, чинників і обставин, що сприяють виникненню та розвитку небезпеки.

Впровадження РОП передбачає оцінювання ризику (кількісне та якісне), тобто визначення ймовірності виникнення тих чи інших надзвичайних ситуацій та спричинених ними збитків, а отже потребує створення інституту компаній, які отримуватимуть в органах державної влади ліцензії на оцінювання ризиків на певних об'єктах і працюватимуть за методиками, узгодженими із тими державними органами, від яких отримали дозвіл на здійснення своєї діяльності.

Актуальність роботи обумовлена тим, що управління ризиками в підприємницькій діяльності спирається на аналіз ризиків та пошук інструментів, що допоможуть на них впливати.

Саме тому для успішного існування підприємства необхідно правильно оцінювати ступінь ризику та вміти розраховувати та управляти ним. Для певних галузей створення системи управління ризиками є вкрай важливим, особливо в тому випадку, коли мова йде про підприємства, що відносяться до потенційно небезпечних об'єктів та об'єктів критичної інфраструктури.

Ризик орієнтований підхід є невід'ємною складовою господарської діяльності вітчизняних підприємств. При цьому мінливість та нестабільність

зовнішнього оточуючого середовища організації підвищує ризики та створює небезпеку критичних наслідків та навіть припинення діяльності організації внаслідок реалізації окремих ризиків на практиці. Враховуючи небезпеку, яку становлять ризики для стабільності та стійкості діяльності підприємства, актуальність управління ними в сучасних умовах не викликає сумнівів. Таким чином, можемо констатувати, що ризик-орієнтований підхід визнається важливим інструментом сталого розвитку та гарантування техногенної безпеки в Україні [2].

Мета та завдання дослідження полягає у висвітленні теоретичних підходів до аналізу і оцінки механізму управління ризиками промислових об'єктів і територій та визначення основних шляхів його оптимізації.

Досягнення зазначеної мети вимагало вирішення наступних **завдань**:

- дослідити основні чинники формування загроз безпеці у техногенному середовищі;
- провести аналіз методів оцінки ризиків техногенного походження;
- розглянути сучасні моделі ефективного управління ризиками;
- дослідити методіку аналізу та оцінки ризиків промислових об'єктів;
- розглянути методичні підходи до управління ризиками підприємства.

Об'єктом дослідження є ризики промислових об'єктів і територій, що виникають в процесі господарської діяльності.

Предметом дослідження є механізм управління ризиками промислових об'єктів і територій.

Методи досліджень. Методологічну основу досліджень складають методи структурно-функціонального аналізу, які використано для розробки методіки розрахунку комплексного (загального) ризику промислових об'єктів та територій. В процесі дослідження було застосовано наступні методи: спостереження і узагальнення, аналіз і синтез, порівняння, структурно-логічний метод, статистичний, метод моделювання, графічний, розрахунково-аналітичний.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ МЕТОДІВ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ТЕХНОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ

1.1. Сучасні моделі ефективного управління ризиками

Згідно з положеннями Кодексу цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 р. цивільний захист – це комплекс заходів, які реалізуються на території України в мирний час і в особливий період та спрямовані на захист населення, територій, навколишнього природного середовища, майна, матеріальних і культурних цінностей від надзвичайних ситуацій та інших небезпечних подій, запобіганню виникненню таких ситуацій і подій, ліквідацію їх наслідків, надання допомоги постраждалим, здійснення державного нагляду (контролю) у сфері пожежної та техногенної безпеки [3].

Стратегічний курс України на інтеграцію до Європейського Союзу в межах Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, зумовлюють необхідність удосконалення й подальшого розвитку національної системи реагування на надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру [4].

Управління ризиком – це багатоступінчастий процес, який має на меті зменшити або компенсувати збитки для об'єкта при настанні несприятливих подій.. Сучасна найбільш актуальна парадигма управління ризиками включає до механізму управління ризиками чотири рівні: 1-й рівень – ситуаційний ризик менеджмент (несистематичне випадкове управління окремими ризиками); 2-й рівень – процесний ризик-менеджмент (управління ризиками в рамках кожного структурного підрозділу організації відповідно до їх функцій та завдань); 3-й рівень – інтегрований ризик-менеджмент (комплексна система управління ризиками на чолі з вищим керівництвом компанії); 4-й рівень – безперервний ризик-менеджмент (забезпечує збільшення вартості бізнесу в умовах сталого розвитку) [5].

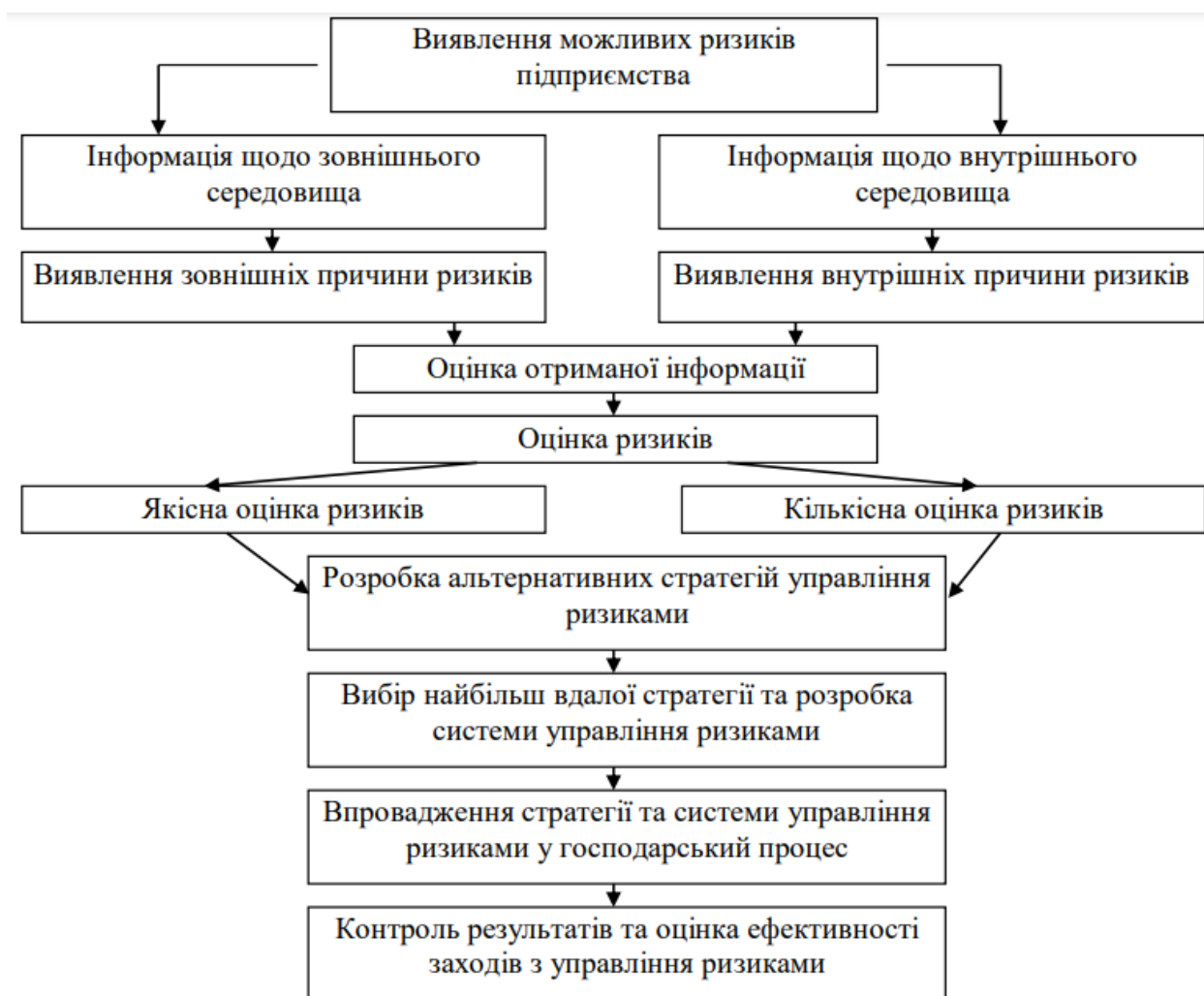


Рис. 1.1. Сучасна модель управління ризиками підприємства.

При цьому останнім часом враховуючи безпрецедентне ускладнення та прискорення виробничих процесів, комунікаційне та транспортне різноманіття відбулося лавиноподібне зростання факторів ризику, що буквально змусило змінити підхід у ставленні до постійно виникаючих загроз зовнішнього та внутрішнього середовища.

Динамічний підхід до формування системи управління ризиками в сучасній організації ґрунтується на тому, що ефективність і результативність проведених дій повинні розглядатися з урахуванням динаміки коливань рівня ризику за певний період часу. Даний підхід підкреслює значимість стратегії управління ризиками на довгострокову перспективу, створює умови для ведення перманентного моніторингу та контролю за діяльністю щодо скорочення очікуваних ризиків [6, 7].

1.2. Метод оцінки рівня безпеки основних об'єктів захисту

На рівень екологічної безпеки регіонів України, що склався і формуватиметься в майбутньому, суттєво впливає величина ризику від можливих і реальних природних і техногенних катастроф, а також від негативних процесів, що можуть призвести до загострення екологічних проблем і соціальних конфліктів [8].

Тому одним зі стратегічних підходів щодо забезпечення екологічної та природно-техногенної безпеки України має бути принцип ненульового ризику, що вимагає утворення ефективної системи економічних механізмів відносно забезпечення безпеки людини, навколишнього середовища та суспільства [9].

Аналіз ризиків на регіональному рівні тісно пов'язаний з аналізом загроз, що своєю чергою визначають рівень безпеки регіонів держави.

Теоретичною основою оцінки рівнів безпеки регіонів може бути теорія надійності, відповідно до якої надзвичайні ситуації слід розглядати як «відмови» елементів систем, що призводять до порушення їх стійкості [10].

При проведенні розрахунків вважається, що надзвичайні ситуації з негативними наслідками для основних об'єктів захисту регіону розподіляються за розподілом Пуассона.

$$F(N) = P(\xi \leq N) = \sum_{k=0}^N P(k) = \sum_{k=0}^N \frac{1}{k!} a(\Delta t)^k \exp(-a(\Delta t)), \quad (1.1)$$

де ξ – випадкова кількість реалізацій НС за час Δt ;

$P(k)$ – ймовірність НС за час (Δt) ;

$a(\Delta t)$ – параметр розподілу Пуассона, що визначається як середнє число НС протягом часу Δt , $a(\Delta t) = M[\xi] = \lambda(\Delta t)$;

λ – частота НС за одиничний інтервал часу;

N – кількість НС, що сталися упродовж часу Δt .

Оцінка частоти НС λ здійснюється за співвідношенням $\lambda = N/\Delta T$, де N – кількість НС, що сталися упродовж часу $\Delta T \gg \Delta t$.

Пуассонівський розподіл справедливий для подій, які мають малу ймовірність чи трапляються нечасто, тобто якраз для надзвичайних ситуацій. Дискретна випадкова величина X має розподіл Пуассона з параметром $\lambda > 0$, якщо при $k = 0, 1, 2, \dots$ функція ймовірності X визначається за формулою $f(k; \lambda) = \Pr(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$, де e – число Ейлера (2,71828), $k!$ – факторіал k .

Припустимо, що безпека регіону визначається величиною ризику, який не перевищує прийнятний рівень. Нехай $S_{\Sigma}(t)$ – функція безпеки, а сукупність характеристик аварій і катастроф, які мають рівні ймовірності виникнення, визначається за допомогою функцій ризику $H_{\Sigma}(t)$. При цьому

$$S_{\Sigma}(t) = \prod_i^n S_i(t), \quad (1.2)$$

$$H_{\Sigma}(t) = \sum_i^n H_i(t), \quad (1.3)$$

де S_i, H_i , – функції безпеки та ризику i -тої загрози,
 n – кількість загроз.

Нехай розглядається пуассонівський потік «відмов». У такому разі можна записати [10]

$$S_{\Sigma}(t) = \exp\left(-\sum_i^n \int_0^t \lambda_i(\tau) \rho_{ij}(\tau) d\tau\right) \quad (1.4)$$

$$H_{\Sigma}(t) = 1 - \exp\left(-\sum_i^n \int_0^t \lambda_i(\tau) \rho_{ij}(\tau) d\tau\right) \quad (1.5)$$

де λ_i – інтенсивність надзвичайних ситуацій i -го виду;

ρ_{ij} – ймовірність j -тої компоненти системи для i -го виду надзвичайної ситуації.

Розрахунок ймовірностей ρ_{ij} передбачає наявність технічних, екологічних, економічних і соціальних критеріїв безпеки. Нині вони відсутні.

За таких умов у першому наближенні можна припустити:

$$\rho_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_i},$$

де n_{ij} – кількість надзвичайних ситуацій i -го виду з ураженням j -ї компоненти, n_i – загальна кількість подій i -го типу.

Параметри λ_i та ρ_{ij} можуть бути розраховані за допомогою методів статистичного оцінювання для кожного i -го виду.

Для перевірки гіпотези щодо зміни випадкової величини – кількості втрат k від НС для основних об'єктів захисту в заданому регіоні за розподілом Пуассона при рівні значимості $\alpha = 0,05$ розраховується значення критерію Пірсона χ^2

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^r \frac{(n_k - \dot{n}_k)^2}{\dot{n}_k} = \sum_{k=1}^r \frac{(n_k - Np_k)^2}{Np_k}, \quad (1.6)$$

де n_k – емпірична ймовірність НС з негативними наслідками для основних об'єктів захисту заданого регіону,

\dot{n}_k – теоретична ймовірність, що визначається як добуток загального числа НС N і теоретичної ймовірності виникнення НС p_k з негативними наслідками в заданому регіоні;

r – максимальна кількість випадків спостережуваних втрат k від НС.

Оцінка середньої ймовірності виникнення НС у Запорізькій області здійснюється за

$$\lambda \cong \bar{x} = \sum_{i=1}^r \frac{n_k k}{N} = 4,644. \quad (1.7)$$

При цьому теоретична ймовірність виникнення НС з негативними наслідками для основних об'єктів захисту даного регіону для умов розподілу Пуассона визначається

$$p_k = P_n(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} = \frac{4.644^k e^{-4.644}}{k!}, \quad (1.8)$$

де λ – вибіркове середнє значення, що для заданих умов дорівнює $\lambda = 4,644$; k – кількість втрат від НС для основних об'єктів захисту в заданому регіоні. Результати визначення критерію Пірсона наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Параметри розрахунку критерію Пірсона

k	n_k	p_k	$\dot{n}_k = Np_k$	$\frac{(n_k - \dot{n}_k)^2}{\dot{n}_k}$
0	1	0,009618	1,702473	0,289854
1	6	0,044669	7,906399	0,459673
2	18	0,103723	18,35893	0,007017
3	25	0,160565	28,42004	0,411563
4	29	0,186419	32,99614	0,483971
5	48	0,173148	30,64727	9,825258

6	21	0,134019	23,72133	0,312194
7	15	0,088913	15,73764	0,034574
8	9	0,051615	9,135834	0,00202
9	4	0,026634	4,714159	0,10819
10	1	0,012369	2,189288	0,646057
Σ	177	0,991692	175,5295	12,58037

Результати оцінки свідчать, що фактичне значення критерію $\chi^2 = 12,580$. При цьому критичне значення критерію Пірсона за рівня значимості 0,05 для 9 ступенів свободи (для умови розподілу Пуассона кількість ступенів свободи $r = k - 2 = 11 - 2 = 9$) складає $\chi_{0,05;9}^2 = 16,918$. Оскільки фактичне значення критерію χ^2 не перевищує критичне значення, тобто $\chi^2 < \chi_{0,05;9}^2$, гіпотеза щодо розподілу генеральної сукупності кількості втрат від НС для основних об'єктів захисту у Запорізькій області за законом Пуассона не протирічить дослідним даним.

Регіони України як об'єкт дослідження можуть розглядатися у вигляді багаторівневої динамічної системи великої розмірності зі складними зв'язками і всередині окремих рівнів, і між рівнями взагалі. Як складники цієї системи у подальшому аналізуються такі об'єкти захисту: особи, потенційно небезпечні об'єкти й довкілля.

Аналіз характеру прояву надзвичайних ситуацій різного походження засвідчив, що для території України найхарактернішими є такі загрози, як аварії на промислових, цивільних і військових об'єктах, пов'язаних із втратою надійності та стійкості конструкцій, аварії (катастрофи) на транспорті, пожежі, вибухи на промислових об'єктах, пожежі у природних екосистемах, аварії з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних речовин на об'єктах економіки (крім транспортних), метеорологічні НС, геологічні НС, отруєння людей, інфекційна захворюваність людей.

З урахуванням зазначених положень далі оцінюється рівень безпеки основних об'єктів захисту для регіонів України.

1.3. Аналіз основних чинників формування загроз у техногенному середовищі

На території Запорізької області станом на 01.01.2020 року функціонувало 1197 потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) промисловості, що зберігають або використовують у виробничій діяльності сильнодіючі отруйні речовини, у т.ч. хлор і аміак [11]. На хімічно небезпечних об'єктах (ХНО), яких у Запорізькій області станом на 01.01.2021 року налічувалося 30, здебільшого використовуються застарілі технології, вони оснащені зношеним обладнанням. За останні роки заміна або оновлення основних виробничих фондів цих підприємств майже не здійснювалися. На них зафіксовані численні порушення норм охорони праці, пожежної та санітарно-епідеміологічної безпеки, які систематично реєструються під час щорічних перевірок стану техногенної безпеки [12-15].

Масштабний характер розвитку й прояву зазначених деструктивних процесів у Запорізькій області призводить до того, що вони стали відповідними ризикоутворюючими чинниками. Для регіональної оцінки впливу таких чинників на формування економічного ризику природних і техногенних катастроф досліджено залежності між обсягом валового регіонального продукту (ВРП) та концентрацією ПНО, утворенням відходів і викидами в атмосферне повітря. Валовий регіональний продукт є узагальнюючим показником, який характеризує рівень розвитку економіки регіону. ВРП у ринкових цінах визначається як сума валової доданої вартості усіх видів економічної діяльності, включаючи чисті податки на продукти.

Ризик виникнення надзвичайних ситуацій техногенного і екологічного характеру значною мірою визначається станом потенційно небезпечних об'єктів. Кількість ПНО протягом останніх років стрімко зростає, як правило, за рахунок реєстрації нових АЗС. Попередження надзвичайних ситуацій на ПНО передбачає здійснення комплексу заходів щодо зменшення ризику НС техногенного характеру на цих об'єктах [16].

Концентрація потенційно небезпечних об'єктів на території певного регіону характеризує рівень його техногенного навантаження через співвідношення кількості ПНО в межах регіону та його площі (рис. 1.2).

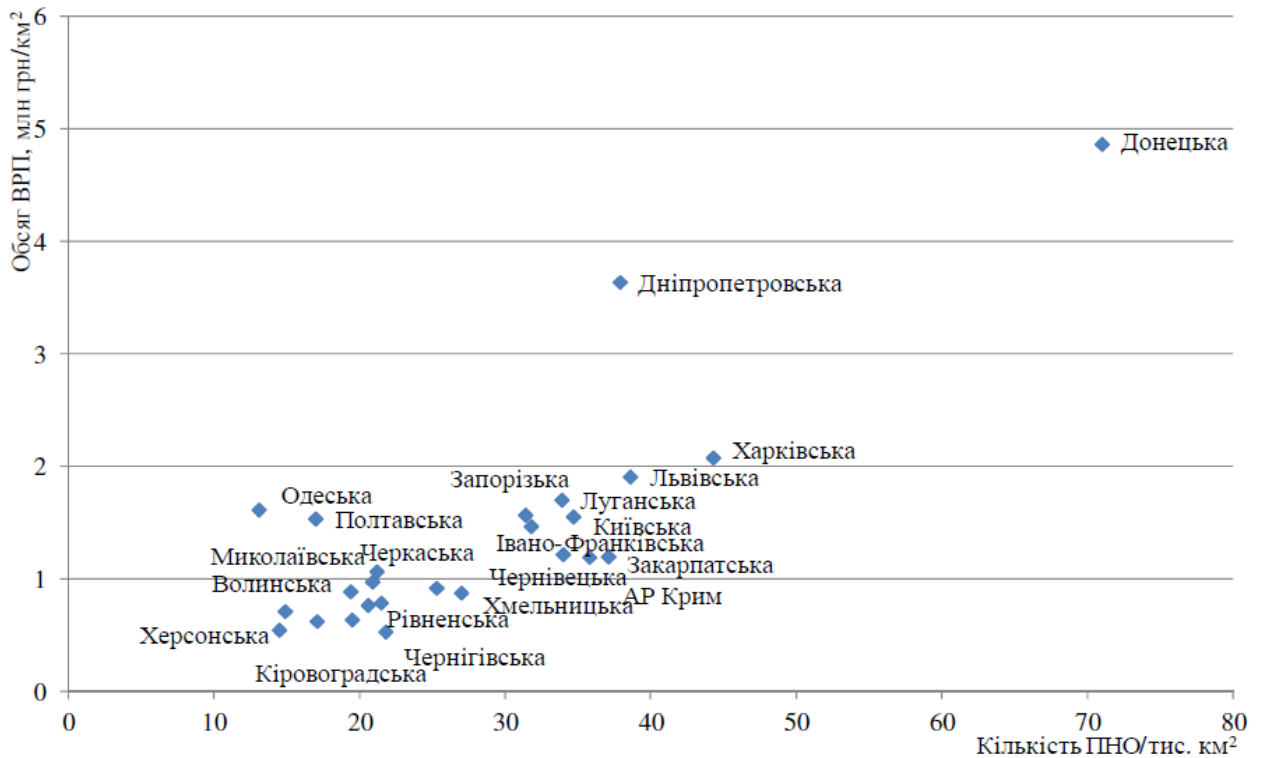


Рис. 1.2 – Залежність між обсягом ВРП і техногенним навантаженням регіонів України.

Результати аналізу даної залежності свідчать про те, що величина ВРП більшості промислових регіонів держави (Донецька, Дніпропетровська, Харківська, **Запорізька**, Львівська області) безпосередньо пов'язана з їх надмірним техногенним навантаженням, що переважно проявляється у значній кількості функціонуючих ПНО на їх території. Отримані дані також виявляють тенденцію, відповідно до якої зростання обсягів ВРП значної кількості адміністративних областей відбувається з відповідним збільшенням числа ПНО (рис. 1.3).

Дані діаграми свідчать про вкрай високий рівень техногенного навантаження промислово розвинених регіонів держави, що виражається у великій кількості ПНО на їх території. Для Запорізької області цей показник складає 31,3 ПНО/тис. км².

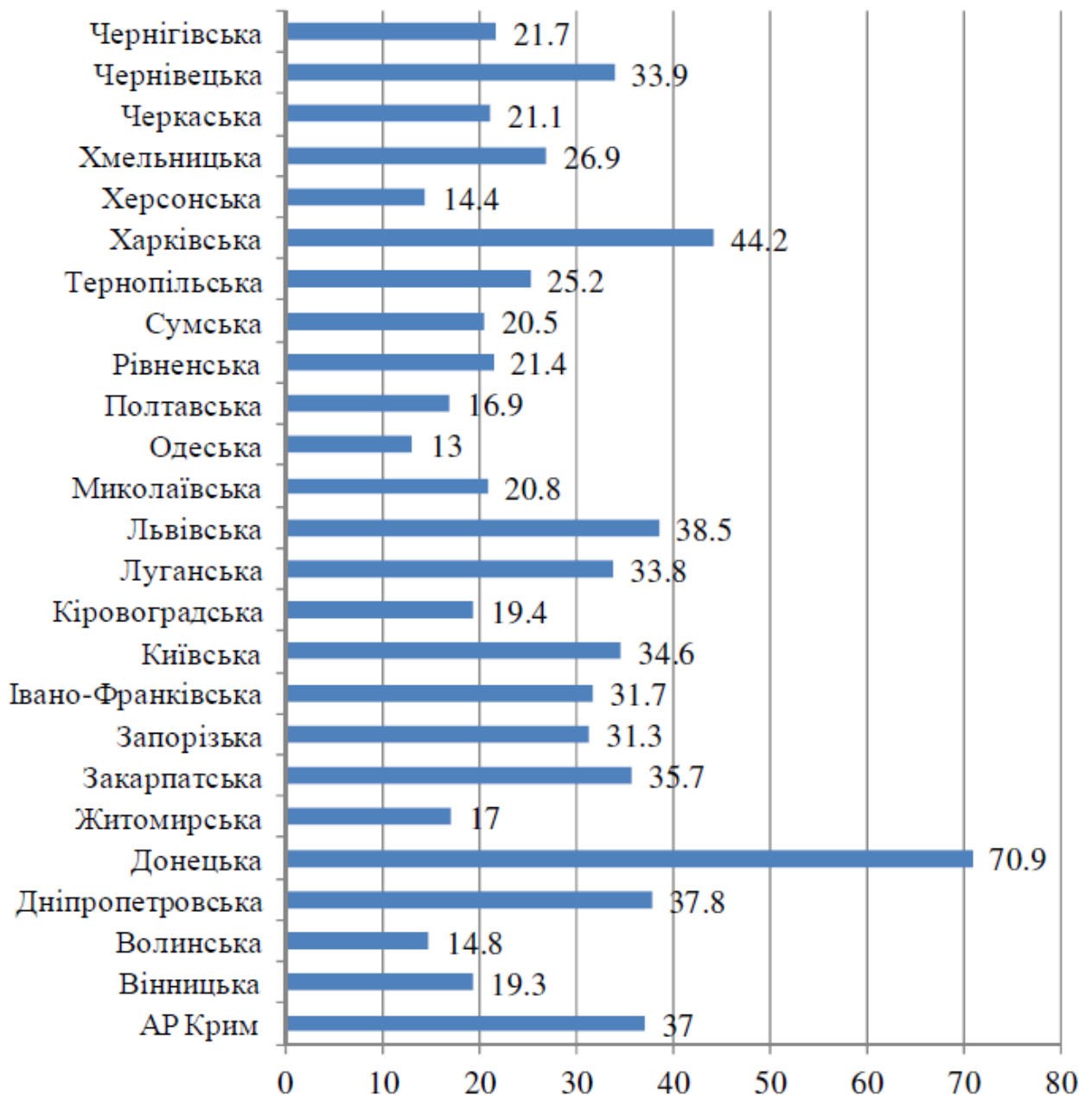


Рис. 1.3 – Питома щільність ПНО на території областей України
(кількість ПНО/тис. км²).

Накопичення значних обсягів відходів [17] спричиняє підвищення навантаження як на окремі компоненти ресурсного потенціалу регіонів, так і країни загалом. Найбільш відчутного впливу зазнають людські та земельні ресурси. Зростання обсягів відходів на одного мешканця призводить до підвищення рівня соціального дискомфорту та збільшення ризику для здоров'я громадян. Унаслідок зростання накопичених відходів на земельних ділянках відбувається прискорене збільшення дефіциту земельних ресурсів.

Середня величина утворених відходів у розрахунку на одну особу у 2014-2020 рр. в Україні становила 8,7 т. Упродовж 2014-2020 рр. середньорічний темп приросту навантаження відходів на земельні ресурси в Україні становив 4,3%, тоді як навантаження на людські ресурси в середньому зростало щорічно на 4,9%.

Якщо провести порівняння українських показників з аналогічними в країнах-членах ЄС, то у 2020 р. розмір утворених відходів на одну особу в Україні був у 2,3 раза вищим (або на 6266 кг), ніж у середньому серед країн-членів ЄС. Лише п'ять країн серед 27 членів ЄС за результатами 2020 р. продемонстрували вищий рівень утворених відходів на одну особу, ніж в Україні: Фінляндія (на 89,6% більше), Болгарія (на 51,6% більше), Швеція (на 32,4% більше), Люксембург (на 32,0% більше) та Естонія (на 9,9% більше) (рис. 1.4).

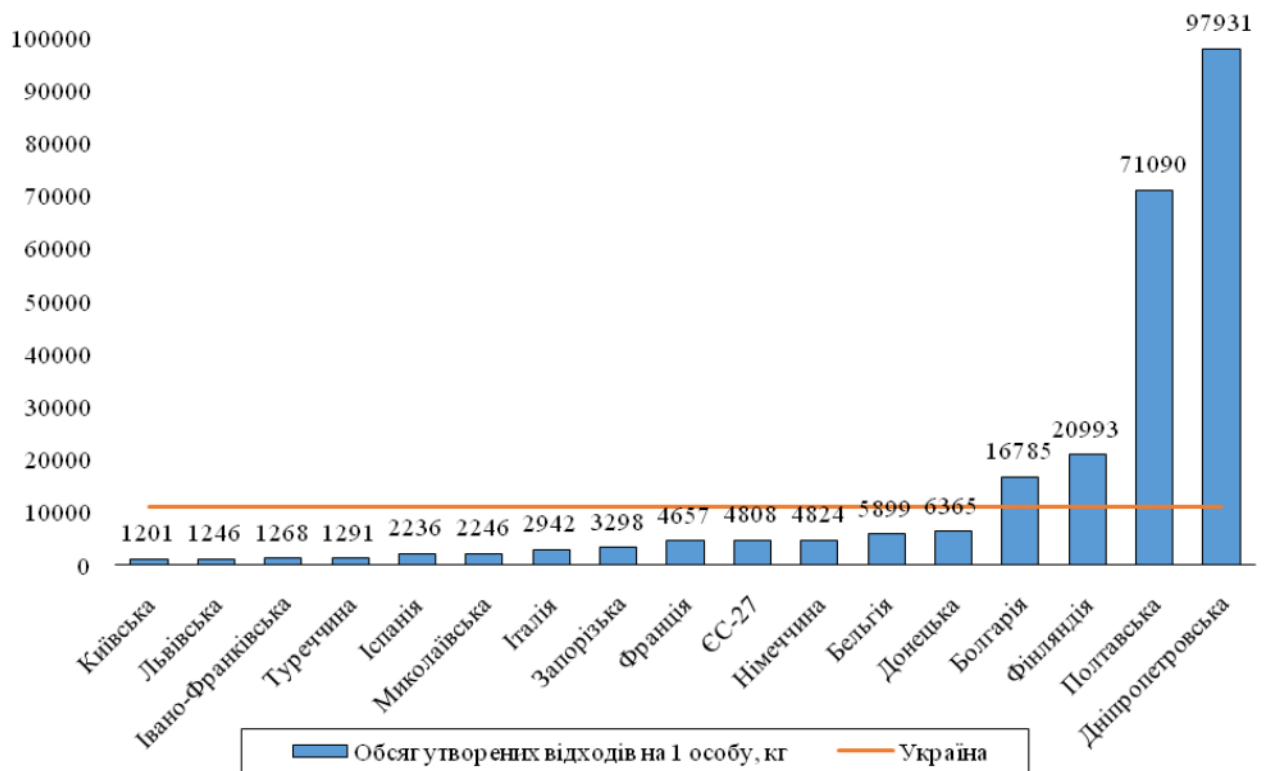


Рис. 1.4 – Утворення відходів у розрахунку на одну особу в окремих регіонах України та країнах-членах ЄС у 2020 р.

Обсяги відходів на одну особу окремих регіонів України значно перевищували відповідний показник кожної з країн-членів ЄС. У 2020 р.

обсяг відходів на одну особу в Донецькій області на 11,1% перевищував аналогічний показник Бельгії, у **Запорізькій області** – на 12,1% перевищував національний обсяг Італії, у Миколаївській області – на 10 кг перевищував національний обсяг Іспанії. В Івано-Франківській, Львівській та Київській областях обсяги відходів на одну особу у 2020 р. практично відповідали обсягу Туреччини (1291 кг / особу). Якщо врахувати той факт, що щільність населення згаданих країн значно перевищує відповідний показник у перелічених регіонах України, можна говорити про критичний стан сфери управління відходами в цих регіонах.

Аналіз даних рис. 1.5 свідчить, що існує відповідний зв'язок між обсягом ВРП та утворенням значної кількості відходів, який полягає у тому, що зростання ВРП промислово розвинених і техногенно перевантажених регіонів держави відбувається одночасно із зростанням значних обсягів відходів. Особливо чітко така тенденція простежується у Дніпропетровській, Донецькій, Луганській, **Запорізькій** областях. До речі, сьогодні в Україні показник кількості відходів на душу населення є найвищим з-поміж країн Європейського Союзу.

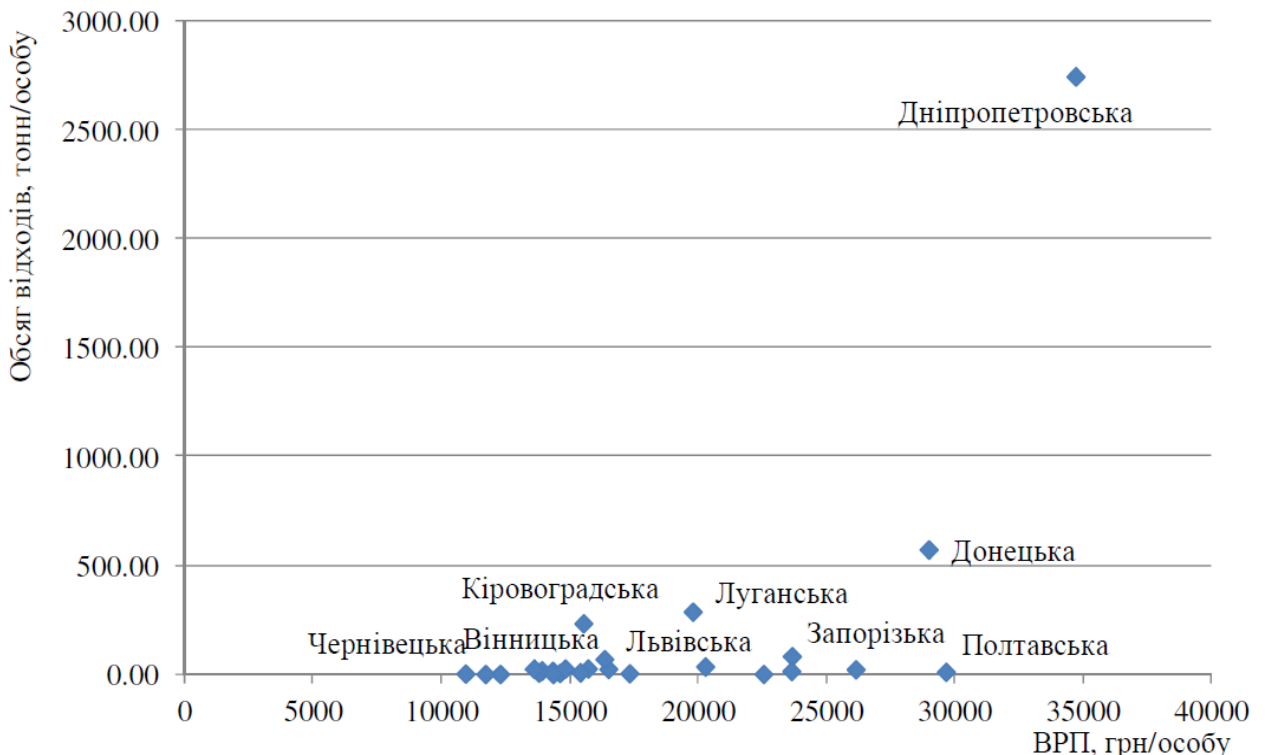


Рис. 1.5 – Обсяг ВРП та утворення відходів в регіонах України.

1.4. Аналіз методів оцінки ризиків природного і техногенного походження

Оцінка ризику передбачає перелік кроків, що дозволяють врахувати вплив основних чинників небезпеки. Виходячи з національного і міжнародного досвіду для оцінки ризику R може використовуватися функціонал F , що пов'язує ймовірність P виникнення несприятливої події і математичне очікування збитку L від неї [9, 18, 19].

$$R = F_R\{L, P\} = \sum_i [F_{R_i}(L_i, P_i)] = \int C(L)P(L)dL = \int C(P)L(P)dP, \quad (1.9)$$

де i – види несприятливих подій,

C – вагові функції, що враховують взаємовплив ризиків.

У загальному випадку для якісного і кількісного аналізу ризиків за виразом (1.9) на основі досліджень складних динамічних нелінійних небезпечних процесів включаючи виникнення відмов, ушкоджень, руйнувань, загибелі, аварій, катастроф проводиться побудова фізичних і математичних моделей для небезпечних об'єктів, що аналізуються.

У цих моделях і сценаріях виникнення і розвитку несприятливих подій можуть застосовуватися відповідні небезпечні процеси, що розвиваються в часі t . За такого підходу використовуються тимчасові шкали ризиків $R(t)$.

Загальний збиток L або його складові L_i визначаються через узагальнену суму збитків, що наносяться населенню N , господарським об'єктам T і довкіллю E

$$L = F_L\{L_N, L_T, L_E\} = \sum_i [F_{L_i}(L_{N_i}, L_{T_i}, L_{E_i})]. \quad (1.10)$$

Збитки L за (1.10) і відповідно ризики R за (1.9) визначаються в загальному випадку з урахуванням значного числа показників. Однак в сучасних умовах величини L і R від певних несприятливих подій можна оцінювати за показниками, що враховують економічні збитки та людські втрати за летальними або нелетальними випадками.

Ймовірність P виникнення несприятливої події чи її складових P_i у загальному випадку визначається як функціонал ймовірності, що залежить від джерел загроз, вражаючих чинників і об'єктів ураження та захисту – людини N , господарських об'єктів T і довкілля E .

$$P = F_p\{P_N, P_T, P_E\} = \sum_i [F_{P_i}(P_{N_i}, P_{T_i}, P_{E_i})]. \quad (1.11)$$

Відповідно до Порядку ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та ведення їх обліку, затвердженого постановою КМ України від 13.09.2022 р. № 1030 в нашій державі відбувається ідентифікація та облік об'єктів підвищеної небезпеки, до яких відносяться суб'єкти господарювання, у власності або користуванні яких є об'єкти, де можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, а також на всіх суб'єктів господарювання, що мають намір розпочати будівництво ПНО [20].

Крім того, особливу загрозу становлять греблі та інші будівлі гідроелектростанцій, водоскидні, водоспускові і водовипускні споруди, тунелі, канали, насосні станції, судноплавні шлюзи, суднопідйомники, споруди, призначені для захисту від повеней і руйнувань берегів водосховищ, берегів і дна русел річок, споруди, що захищають сховища рідких відходів промислових і сільськогосподарських організацій, пристрої від розмивів на каналах і інші споруди, призначені для використання водних ресурсів і запобігання шкідливій дії вод і рідких відходів.

Для кожного з поєднань діючих на небезпечних об'єктах вражаючих чинників та їх ГДЗ здійснюється імовірнісне моделювання та інтегрування з урахуванням функцій розподілу по площі F і часу t для визначення ризиків R , ушкодження D або уразливості V людини N , господарських об'єктів T і довкілля E через відношення поточних значень до критичних

$$\{D_{T,t}, V_{F,t}\}_{F,t} = F_{DV}\{(E/E_c), (W/W_c), (I/I_c)\} = \iint_{F,t} [(E/E_c), (W/W_c), (I/I_c)] dF dt. \quad (1.12)$$

За встановленими величинами ушкоджень $D_{T,t}$ і уразливості $V_{F,t}$ для заданої вірогідності $P_{F,t}$ оцінюються величини збитків $L_{F,t}$.

Отримані значення $R_{F,t}$ і $L_{F,t}$ для людини N , господарських об'єктів T і довкілля за 1.9, 1.10, 1.11 дають можливість визначити значення для заданої точки F і часу t ризиків $R_{F,t}$ і побудувати карти ризиків.

У випадку науково обґрунтованих гранично припустимих рівнів ризику $[R]$ чи $[R_{F,t}]$ умова безпеки може бути надана у формі

$$\{R, R_{F,t}\} \leq \{[R], [R_{F,t}]\}. \quad (1.13)$$

При рішенні прямої задачі про забезпечення безпеки за умовою (1.13) величини $[R]$ чи $[R_{F,t}]$ можуть встановлюватися з використанням допустимих значень $[E]$ і $[W]$. Управління ризиками з урахуванням виразу (1.13) зводиться до виконання комплексу таких заходів :

- із застосуванням розрахунково-експериментальних методів оцінити ризики $\{R, R_{F,t}\}$;
- з урахуванням міжнародного, національного досвіду науково обґрунтувати рівні гранично допустимих ризиків $\{[R], [R_{F,t}]\}$;
- з урахуванням необхідних витрат Z та їх ефективності m_Z розробити заходи для забезпечення заданого рівня безпеки.

Тоді загальне завдання оцінки і управління ризиками для технічного регулювання можна надати у вигляді

$$\{R, R_{F,t}\} \leq \{[R], [R_{F,t}]\} = F_Z \{m_Z \cdot Z\}. \quad (1.14)$$

Для оцінки ризиків R з урахуванням виразу (1.10) за його складовими – збитками L та ймовірності P виникнення несприятливих подій на будь-якій із стадій життєвого циклу небезпечного об'єкту утворюється вибірка, узагальнення і аналіз статистичних даних про виникнення і розвиток цих подій за попередній період Δt .

До числа основних видів збитків L від несприятливих подій слід включити: для населення N : L_{N1} – загибель людей (летальний випадок); L_{N2} – ураження (не летальний випадок); для господарських об'єктів T : L_{T1} – знищення небезпечного об'єкту; L_{T2} – ушкодження ПНО; для довкілля S : L_{S1} – руйнування об'єкту природного середовища; L_{S2} – ушкодження об'єкту довкілля.

При проведенні попередньої оцінки збитків L_N для населення N при одній несприятливій події з урахуванням умови (1) разом з числом летальних N_1 і не летальних N_2 результатів можуть бути враховані економічні збитки L_N від втрати L_{N1} людських життів N_1 і здоров'я L_{N2} для кількості потерпілих N_2

$$L_N = L_{N1}N_1 + L_{N2}N_2 \quad (1.15)$$

Величини L_{N2} і N_2 можна розбити на три основні групи, відповідні групам інвалідності або втрати працездатності. Число загиблих N_1 і потерпілих N_2 враховує групи людей, що беруть участь в технічному регулюванні: операторів, персоналу, населення за межами ПНО.

Величина збитку L_{N1} від втрати людського життя можуть визначатися спеціальними розрахунками з урахуванням великого віку, стану здоров'я, рівня кваліфікації і освіти, сфери зайнятості, місця проживання.

Величини L_{N2} можна пов'язати з L_{N1}

$$L_{N2} = K^N L_{N1}, \quad (1.16)$$

де - K^N - коефіцієнт зниження збитків ($0 \leq K^N \leq 1$).

Коефіцієнти зниження збитків для трьох вказаних вище груп інвалідності чи втрати працездатності визначаються за експертною оцінкою.

Для техногенної сфери T втрата або ушкодження небезпечного об'єкту при одній несприятливій події визначаються по аналогії з умовою (7)

$$L_T = L_{T1}N_{T1} + L_{T2}N_{T2}, \quad (1.17)$$

де L_{T1} , L_{T2} – первинні збитки від втрати або ушкодження одного небезпечного об'єкту; N_{T1} , N_{T2} – кількість втрачених або пошкоджених небезпечних об'єктів.

Величини L_{T1} и L_{T2} залежать від початкової вартості C_T ПНО, рівня його потенційної небезпеки, виду аварійної ситуації і сценарію її виникнення, стадії життєвого циклу і виду ушкоджень

$$L_{T1} = K_{CT}C_T (1-t/t_{TC}), \quad (1.18)$$

де K_{CT} – коефіцієнт збільшення збитку при втраті небезпечного об'єкту в результаті виникнення несприятливої події ($1 \leq K_{CT} \leq 2$); t – час виникнення несприятливої події; t_{TC} – термін роботи небезпечного об'єкту.

Величини L_{T2} залежать від міри ушкодження (уразливості) небезпечного об'єкту при виникненні несприятливої події

$$L_{T2} = K_{V,D}^T L_{T1}, \quad (1.19)$$

де $K_{V,D}^T$ – коефіцієнт ушкодження D (уразливості V), ($0 \leq K_{V,D}^T \leq 1$)

У першому наближенні для небезпечного об'єкту можна прийняти три групи ушкоджень з $K_{V,D}^T$, рівними 0.75; 0.5 і 0.25.

Для оцінки ризиків R кожній з розрахункових величин по виразах (1.9) - (1.19) мають бути поставлені у відповідність числа подій n_i зі своїми варіантами j .

Висновки до розділу 1

1. Застосування динамічної програми ризик-менеджменту передбачає не тільки попередню програму і прогнознi розрахунки, але і включає активне використання заходів і засобів з координації заданих параметрів входу, виходячи з виникаючих особливостей.

2. Досліджено характер впливу природних і техногенних загроз на стан основних об'єктів захисту південного регіону держави, що включають населення, господарські об'єкти та компоненти довкілля. Обґрунтовано використання теорії надійності для удосконалення методики оцінки рівня безпеки основних об'єктів захисту регіонів України.

3. Аналіз актуальних джерел загроз техногенній безпеці регіонів України засвідчив, що зростання ВРП промислово розвинутої і техногенно навантаженої Запорізької області супроводжується відповідним збільшенням кількості відходів і викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

4. Проведений аналіз методів оцінки ризиків природного і техногенного походження показав, що комплексний ризик екологічній безпеці на регіональному рівні може визначатися через узагальнену суму ризиків для населення, потенційно небезпечних об'єктів і довкілля від реалізації НС різного походження.

РОЗДІЛ 2

ВИКОРИСТАННЯ РИЗИКО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІМОВІРНІСНИХ СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИНИКНЕННЯ Й РОЗВИТКУ НС

2.1. Загальний аналіз ризику та проблем безпеки

Україна належить до країн з високим рівнем ризику техногенних аварій і катастроф. Найбільша кількість потенційно небезпечних об'єктів експлуатується в хімічній, оборонній промисловості, енергетиці, транспорті та будівництві.

Сучасний стан безпеки в Україні є гіршим в порівнянні з іншими європейськими країнами. Щорічно від нещасних випадків, природних катастроф та техногенних аварій виникає понад 50 тис. пожеж, під час яких гинуть сотні людей; ще вищим є показник загибелі від дорожньо-транспортних пригод – гине від 50 до 85 тис. осіб. Ступінь ризику отримати травму або загинути в Україні на один-два щаблі вища, ніж у країнах Центральної та Західної Європи і ймовірність цієї величини наближено складає біля $1 \cdot 10^{-3}$ [21-23].

З метою уніфікації всі наслідки прояву небезпек розглядають як шкоду. Кожний вид шкоди має своє кількісне вираження. Наприклад: кількість загиблих, поранених або хворих; площа зараженої території; площа вигорілого лісу; вартість зруйнованих споруд і т.п.

Показовим кількісним способом визначення шкоди вважається вартісний спосіб, у цьому випадку, шкода, визначається у грошовому еквіваленті. Друга, не менш важлива характеристика безпеки, а точніше міра можливої безпеки – це частота її прояву.

Універсальною характеристикою безпеки, яка охоплює ймовірність реалізації безпеки та можливу шкоду від прояву безпеки є *ризик*. В залежності від джерел безпеки ризику можуть бути *техногенними*,

природними, соціально-політичними та комбінованими. Природний ризик пов'язаний з імовірністю прояву несприятливих природних явищ; соціально-політичний – небезпечних дій інших людей. Техногенний ризик виникає в результаті аварій на АЕС, танкерах, небезпечних хімічних об'єктах і при руйнуванні гребель водоймищ.

Згідно ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Поправка» **ризик (R)** – це імовірність заподіяння шкоди з урахуванням її тяжкості [24].

Чисельно ризик визначається за допомогою декількох підходів [25]:

1) відношення кількості подій з небажаними наслідками (n) до максимально можливої їх кількості за конкретний період часу (N);

$$R = \frac{n}{N}, \quad (2.1)$$

Наведена вище формула дозволяє оцінити значення загального та групового ризику:

- при оцінці *загального ризику* величина N визначає максимальну кількість усіх подій;
- при оцінці *групового ризику* – максимальна кількість подій у конкретній групі, яка обрана із загальної кількості за певними ознаками.

Група може бути складена з людей однієї професії, віку, статі; суб'єктів господарської діяльності одного класу, транспортних засобів одного типу.

2) добуток імовірності виникнення небезпеки на очікуваний розмір збитку від прояву небезпеки;

3) добуток серйозності небажаної події на частоту її реалізації;

4) чисельне значення, що характеризує стан небезпеки.

$$R = H + V - C \quad (2.2)$$

де H – небезпеки;

V – уразливість (сукупність умов і процесів, які є результатом прояву фізичних, соціальних, економічних факторів і факторів навколишнього середовища, що визначають чутливість людини або суспільства до дії небезпеки);

C – захищеність (сукупність засобів і методів окремої людини або суспільства в цілому, які вони використовують для запобігання наслідків прояву небезпеки).

Найчастіше ризик вимірюється в тій же величині, що і вражаючий чинник небажаної події / потенційний збиток.

Індивідуальний ризик – це ймовірність ураження окремої особи протягом певного періоду часу в результаті впливу досліджуваних чинників небезпеки при реалізації несприятливої випадкової події з урахуванням ймовірності її перебування в зоні ураження. Індивідуальний ризик **R_i** характеризує реалізацію небезпеки певного виду для конкретної особи, а також розподіл ризику в часі та просторі.

Індивідуальний ризик може бути *побутовим, професійним, добровільним та вимушеним*. Так, індивідуальний ризик може бути добровільним, якщо він обумовлений діяльністю людини на добровільній основі, і вимушеним, якщо людина піддається ризику у складі частини суспільства (наприклад, проживання в екологічно несприятливих регіонах, поблизу джерел підвищеної небезпеки).

Індивідуальний ризик не дозволяє судити про масштаб катастрофи, тому вводиться поняття групового (соціального) ризику.

Груповий ризик є залежністю між частотою негативних подій (аварій, катастроф, стихійних лих) та кількістю постраждалих в них людей, характеризує масштаби і тяжкість негативних наслідків надзвичайних ситуацій, а також різного роду явищ і перетворень, що знижують якість життя людей.

Нескінченно малий («нульовий») ризик свідчить про відсутність реальної небезпеки в системі, і навпаки, чим вищий ризик, тим вища реальність впливу небезпеки.

Ризик класифікують в залежності від джерел небезпеки. Так, *техногенний ризик* виникає в результаті аварій на АЕС, танкерах, небезпечних хімічних об'єктах і при руйнуванні гребель водоймищ.

Причинами таких техногенних аварій є інтенсивність технологічних процесів, висока концентрація виробництва, використання технологій, які використовують велику кількість ресурсів та мають ще більше відходів, недостатнє забезпечення пристроями очистки та утилізації. Природний ризик пов'язаний з імовірністю прояву несприятливих природних явищ.

Також ризик можна класифікувати як:

- внутрішній ризик (пов'язаний з функціонуванням підприємства);
- зовнішній ризик (не пов'язаний з функціонуванням підприємства);
- людський фактор (ризик, пов'язаний з помилками людини).

Часто достатньо якісної оцінки ризику небезпеки, яка ґрунтується на складанні матриць ризику без виконання числових розрахунків. Для цього оцінюють категорії серйозності небезпеки та рівні ймовірності небезпеки.

Категорії серйозності небезпеки встановлюють якісні значення відносної серйозності ймовірних наслідків небезпечних умов. Категорії серйозності небезпеки застосовують, в першу чергу, для визначення важливості використання тих чи інших профілактичних заходів безпеки.

В залежності від серйозності наслідків небезпеки поділяють на **чотири категорії**:

I – *катастрофічні* (приводять до смерті людини або руйнування системи);

II – *критичні* (призводять до серйозних травм, стійких захворювань, істотних ушкоджень у системах);

III – *граничні* (призводять до незначних травм, короткочасних захворювань, ушкоджень у системах);

IV – *незначні* (призводять до менш значних ушкоджень, ніж в III категорії).

Так, ситуації, які відносяться до I-ї категорії (катастрофічні небезпеки), вимагають значно більшої уваги, ніж ті, які відносяться до IV-ї категорії (незначні небезпеки). *Категорії серйозності небезпеки використовують при визначенні профілактичних заходів щодо забезпечення безпеки для певних умов або пошкоджень системи.*

Рівні ймовірності небезпеки – це якісне відображення відносної ймовірності реалізації небажаної події.

В залежності від частоти прояву, небезпеки поділяють на **п'ять рівнів**:

A – часті (велика ймовірність того, що небезпека буде реалізована);

B – можливі (може проявитися кілька разів за період життєвого циклу);

C – випадкові (іноді може відбутися за період життєвого циклу);

D – віддалені (малоймовірне, але можлива подія за період життєвого циклу);

E – неймовірні (настільки малоймовірно, що можна припустити, що така небезпека ніколи не відбудеться).

Серйозну небезпеку можна вважати припустимою, якщо буде доведено, що її ймовірність низька, а можливу подію можна вважати припустимою, якщо буде доведено, що її наслідки незначні. Так, небезпеки з індексом 4C, 4D, 4E мають незначний рівень ризику; з індексом 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A – мають неприпустимий рівень ризику і потребують розробки заходів та прийняття управлінських рішень, спрямованих на мінімізацію можливого ризику (рис. 2.1).

Таблиця 2.1 – Матриця оцінки ризику

Частота, з якою відбувається подія	Категорія небезпеки			
	I Катастрофічна	II Критична	III Гранична	IV Незначна
(A) Часто	1A	2A	3A	4A
(B) Вірогідно	1B	2B	3B	4B
(C) Час від часу	1C	2C	3C	4C
(D) Віддалено	1D	2D	3D	4D
(E) Неймовірно	1E	2E	3E	4E
Індекс ризику небезпеки				
Класифікація ризику 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A 1D, 2C, 2D, 3B, 3C 1E, 2E, 3D, 3E, 4A, 4B 4C, 4D, 4E	Критерії ризику Неприпустимий (надмірний) Небажаний (гранично допустимий) Припустимий з перевіркою (прийнятний) Припустимий без перевірки (знехтуваний)			

Вважають, що ймовірність припустимого ризику небезпеки обернено пропорційна її серйозності. Розробка матриці оцінки ризику полегшує оцінку та класифікацію ризику за ступенем припустимості.

Використовуючи спільно методики визначення серйозності та імовірності небезпеки можна вивчати та класифікувати небезпеки, визначати їх потенційно можливі наслідки та ризики [9].

2.2. Концепція припустимого (прийняттого) ризику

За ступенем допустимості ризик буває:

- знехтуваний;
- припустимий (прийнятний);
- граничнодопустимий;
- надмірний.

Знехтуваний ризик має настільки низький рівень, що він перебуває в межах припустимих відхилень природного / фонового рівня ($R \leq 10^{-7}$).

Припустимим (прийнятним) вважається рівень ризику, який враховує техніко-економічні й соціальні можливості на даному етапі розвитку суспільства ($10^{-7} < R \leq 10^{-4}$).

Гранично допустимий ризик – це максимальний ризик, який у жодному разі не повинен перевищуватися ($10^{-4} < R \leq 10^{-2}$).

Надмірний ризик характеризується дуже високим рівнем ($R > 10^{-2}$) і в переважній більшості випадків приводить до негативних наслідків.

Інтегральний ризик – сумарний ризик для населення, соціальних, техногенних і природних об'єктів від всіх можливих негативних подій природного і техногенного походження.

На практиці досягти нульового рівня ризику, тобто абсолютної безпеки, неможливо. Тому, сучасна концепція безпеки життєдіяльності базується на досягненні припустимого (прийняттого) ризику. Сутність концепції припустимого (прийняттого) ризику полягає в прагненні створити

мінімальну безпеку, яку сприймає суспільством у цей час. Припустимий ризик є певним компромісом між рівнем безпеки і можливостями його досягнення.

Максимально припустимим рівнем індивідуального ризику загибелі людину вважають ризик, рівним 10^{-6} у рік. **Низьким** вважають індивідуальний ризик загибелі людину, рівним 10^{-8} у рік.

Концепцію припустимого ризику можна ефективно використовувати для будь-якої сфери діяльності, галузі виробництва, підприємств.

На рис. 2.1 наведено спрощений приклад визначення прийнятного ризику загибелі людини за рік.

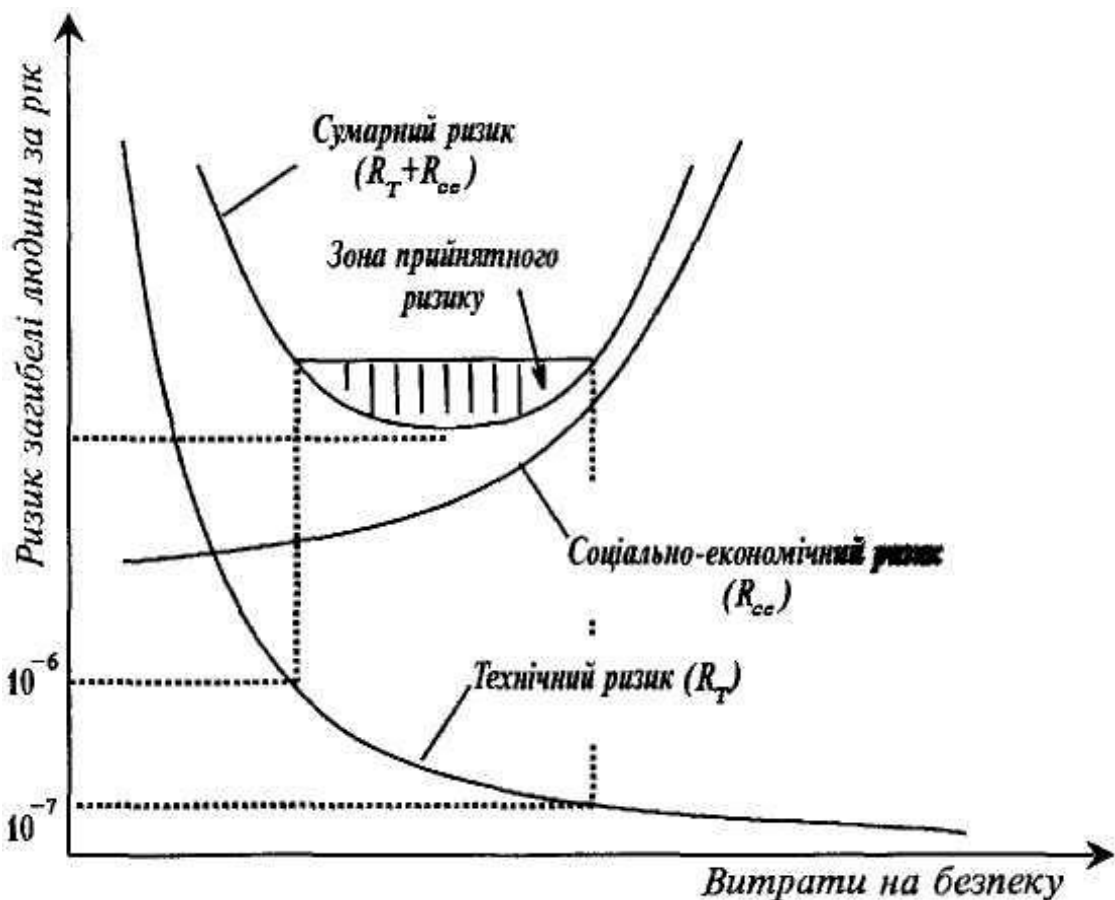


Рис. 2.1 Визначення припустимого (прийнятного) ризику

Із графіка помітно, що порушення балансу на користь кожної з сфер діяльності людини може послужити причиною різкого збільшення ризику і його рівень може вийти за межі припустимих значень. Зі збільшенням витрат на забезпечення безпеки технічних систем, технічний ризик зменшується, але зростає соціально-економічний. Надмірні витрати на підвищення безпеки

технічних систем, в умовах обмежених коштів, може завдати шкоди соціальній сфері, наприклад, погіршити медичну допомогу. Сумарний ризик буде мінімальним при збалансованому співвідношенні інвестицій у технічній та соціальній сферах. Повна безпека не може бути гарантована нікому, незалежно від способу життя.

При зменшенні ризику нижче рівня 10^{-6} на рік громадськість, як правило, не висловлює надмірної заклопотаності, і тому рідко вживаються спеціальні заходи для зниження ступеня ризику. Досить малим вважається індивідуальний ризик загибелі 10^{-8} на рік.

2.3. Розподіл підприємств, установ та організацій за ступенем ризику їх господарської діяльності

Відповідно до Постанови КМУ від 5 вересня 2018 р. № 715 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій», критерії розподілу суб'єктів господарювання за ступенем ризику їх господарської діяльності для безпеки життя і здоров'я населення, навколишнього природного середовища встановлюються з метою оцінювання ступеня ризику від провадження господарської діяльності [26].

Так, суб'єкти господарської діяльності незалежно від форм власності характеризуються високим, середнім та незначним ступенем ризику для безпеки життя, здоров'я населення і навколишнього природного середовища.

Критеріями оцінки ступеня ризику є наявність:

- хімічних, біологічних, радіаційних, вибухо-, пожежо- та інших небезпечних речовин і матеріалів;
- загрози від потенційно небезпечних об'єктів, об'єктів підвищеної небезпеки;

- загрози від небезпечних гідрологічних та геологічних процесів;
- гідротехнічних споруд, хвостосховищ, шламонакопичувачів, накопичувачів токсичних відходів;
- будівель та споруд, що належать до аварійно небезпечних об'єктів;
- об'єктів інфраструктури життєзабезпечення населення та населених пунктів;
- будівель з покрівлею площею понад 1000 кв. метрів, виготовленою з використанням вантових та арочних конструкцій.

Також критеріями розподілу суб'єктів господарювання за ступенем ризику їх господарської діяльності є чисельність людей, що за прогнозами можуть постійно або тимчасово перебувати на об'єктах та у місцях масового скупчення населення, а також належність підприємств до потенційно небезпечних об'єктів, об'єктів підвищеної небезпеки і таких, що мають стратегічне значення для економіки та безпеки держави.

До суб'єктів господарювання з високим ступенем ризику належать суб'єкти, у яких на праві власності, володіння чи користування перебувають:

- 1) об'єкти підвищеної небезпеки, потенційно небезпечні об'єкти і такі, що мають стратегічне значення для економіки та безпеки держави;
- 2) аварійно-рятувальні служби та формування;
- 3) об'єкти виробництва, зберігання, транспортування, використання, захоронення, знищення та утилізації отруйних речовин, у тому числі продуктів біотехнології та інших біологічних агентів;
- 4) бази, склади, арсенали боєприпасів та військового озброєння;
- 5) об'єкти утилізації боєприпасів, небезпечних речовин та матеріалів;
- 6) радіаційно небезпечні об'єкти (крім атомних електростанцій), підприємства з виготовлення і переробки відпрацьованого ядерного палива, підприємства із захоронення радіоактивних відходів, науково-дослідні та проектні організації, що працюють з ядерними реакторами;
- 7) шлаконакопичувачі, накопичувачі токсичних відходів та гідротехнічні споруди;

- 8) об'єкти, що підлягають постійному та обов'язковому обслуговуванню державними аварійно-рятувальними службами;
- 9) об'єкти з масовим перебуванням людей, стадіони, ринки, рекреаційні зони, місця відпочинку населення (турбази, водні об'єкти тощо);
- 10) захисні споруди цивільного захисту (цивільної оборони).

До суб'єктів господарювання з середнім ступенем ризику належать суб'єкти, у яких на праві власності, володіння чи користування перебувають:

- 1) об'єкти, що за прогнозами можуть опинитися у зоні можливого ураження у разі виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті підвищеної небезпеки та потенційно-небезпечному об'єкті;
- 2) об'єкти, розташовані на територіях з небезпечними гідрологічними та геологічними процесами;
- 3) об'єкти, розташовані на територіях, що за прогнозами можуть опинитися у зоні можливого затоплення у разі прориву або руйнування гідроспоруди;
- 4) об'єкти інфраструктури життєзабезпечення населення та населених пунктів;
- 5) будівлі та споруди з покрівлею площею понад 1000 кв. метрів, виготовленою з використанням вантових та арочних конструкцій;
- 6) навчальні та дошкільні заклади, домоуправління, інші суб'єкти господарювання, що згідно з нормативно-правовими актами проводять навчання населення діям у надзвичайній ситуації;
- 7) проектні та експертні, інші організації, діяльність яких пов'язана із забезпеченням техногенної безпеки у сфері цивільного захисту.

До суб'єктів господарювання з незначним ступенем ризику належать суб'єкти, що не віднесені до суб'єктів господарювання з високим та середнім ступенем ризику.

Заходи державного нагляду (контролю) за діяльністю суб'єктів господарювання здійснюються з такою періодичністю:

- з високим ступенем ризику – один раз на рік;

- із середнім ступенем ризику – один раз на три роки;
- з незначним ступенем ризику – один раз на п'ять років.

Розподіл суб'єктів господарювання за ступенем ризику здійснюється територіальними органами Державної інспекції цивільного захисту та техногенної безпеки щороку.

Згідно Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» кожне підприємство повинне здійснювати декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Воно проводиться з метою запобігання надзвичайних ситуацій техногенного й природного характеру, а також з метою забезпечення готовності до локалізації й ліквідації надзвичайних ситуацій техногенно-природного характеру або їх наслідків [27].

Шкода навколишньому середовищу (екологічна) і інші види збитку, мають кількісну оцінку, яка виражається у вигляді можливих ризиків нанесеної шкоди. Усі види збитку компенсуються об'єктами господарської діяльності або споживачами їх продукції, з вини яких нанесений збиток. Ці збитки враховують у собівартості та ціні продукції.

Для об'єктів підвищеної небезпеки припустимий (прийнятний) ризик встановлюється з урахуванням масштабів небезпеки, які можуть бути ним створені, та розташуванням в регіоні інших підприємств, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, за умови, що сумарний ризик виникнення небажаних наслідків не перевищує встановленого. Встановлені значення, вище яких ризик вважається абсолютно неприйнятним (верхній рівень), і значення, нижче яких ризик вважається абсолютно прийнятним (нижній рівень).

Неприйнятними значеннями ризиків для життя людини, вважають:

$R > 10^{-5}$ – для територіального ризику за межами санітарно-захисної зони підприємства, у складі якого є хоча б один об'єкт підвищеної небезпеки;

$R > 10^{-6}$ – для індивідуального ризику – для людини, що перебуває в за межами санітарно-захисної зони підприємства, у складі якого є хоча б один об'єкт підвищеної небезпеки (місті, селищі, селі, на території промислової зони підприємств і організацій);

$R > 10^{-5}$ – для соціального ризику загибелі більш 10 людей за рік, що перебувають за межами санітарно-захисної зони підприємства, у складі якого є хоча б один об'єкт підвищеної небезпеки (місті, селищі, селі, на території підприємств і організацій).

Також, у якості критерію соціального ризику може використовуватися очікувана кількість загиблих з розрахунку на 1000 жителів, на території санітарно-захисної зони, яка перебуває за межами, підприємства (міста, селища, села, на території підприємств і організацій, що перебувають у промисловій зоні).

У всіх випадках ризик виникнення аварій на об'єктах підвищеної небезпеки, для населення рекомендується вважати прийнятним при наступних його рівнях:

- територіального ризику $R \leq 10^{-7}$;
- індивідуального ризику $R \leq 10^{-8}$;
- соціального ризику $R \leq 10^{-7}$.

З урахуванням особливостей регіону, місцеві органи виконавчої влади можуть встановлювати інші значення верхнього й нижнього рівнів ризику. Значення верхнього рівня кожного з перерахованих вище критеріїв прийнятного ризику допускається встановлювати в 100 раз нижче їх аналогів, пов'язаних з небезпеками повсякденного життя і ризиком проживання в регіоні (дорожньо-транспортні пригоди, нещасні випадки в побуті, пожежі, вибухи газу тощо). У всіх випадках припустимий (прийнятний) ризик, який встановлений органами виконавчої влади в регіонах, не повинен перевищувати рівнів, які встановлено методикою визначення ризиків.

Для прийняття рішень про надання дозволу на експлуатацію, будівництво або реконструкцію об'єктів підвищеної небезпеки, може використовуватися кожний з перерахованих вище критеріїв прийнятного ризику (територіальний, індивідуальний або соціальний) або їх сукупність, залежно від специфіки об'єкта.

2.4. Методологічні підходи визначення ризику

Підхід, при якому прийняття конкретного рішення базується на оцінці ризику називають **ризик орієнтованим (РОП)**. Концепція РОП деякою мірою протилежна тому підходу, при якому необхідність і можливість досягнення кращого результату диктується жорсткою системою нормативів, правил, стандартів. Для того щоб надати перевагу конкретним заходам та засобам або певному їх комплексу, порівнюють витрати на ці заходи та засоби і рівень зменшення шкоди, який очікується в результаті їх запровадження [28].

Основними складовими ризик орієнтованого підходу є процедури оцінки ризику та управління ризиком. Оцінка ризику – аналіз виникнення та масштабів ризику в конкретній ситуації. Управління ризиком – аналіз ризикованої ситуації та розробка заходів, спрямованих на мінімізацію ризику.

Мета оцінки ризику – виявлення небезпек, одержання й узагальнення якісної та кількісної інформації про рівень і наслідки впливу шкідливих і небезпечних факторів на об'єкти та визначення ймовірних наслідків з метою попередження розвитку несприятливих ефектів і обґрунтування управлінських рішень для зниження рівня ризику.

Процедура оцінки ризику здійснюється в три етапи, це:

- ідентифікація небезпек;
- оцінка ризику впливу;
- характеристика ризику.

Ідентифікація небезпек – це початковий етап процедури оцінки ризику, який визначає, чи здатний фактор небезпеки викликати несприятливі ефекти або наслідки для об'єктів, на які він впливає. Головним завданням цього етапу є виявлення найбільш нестійких об'єктів, а також пріоритетних шкідливих і небезпечних факторів, які необхідні для визначення характеристики рівня ризику та джерел його виникнення.

На другому етапі процедури оцінки ризику – тобто при оцінці ризику впливу встановлюються причинні зв'язки між впливом потенційно-небезпечного фактору та розвитком несприятливих наслідків на об'єкті.

Для оцінки ризику переважно використовують такі методологічні підходи:

- статистичний;

Метод базується на аналізі коливань досліджуваного показника за певний відрізок часу. Вважають, що закономірність змін аналізованої величини поширюється на майбутнє; є достатньо ефективним для тривалих періодів часу.

- інженерний;

Метод базується на використанні теорії імовірності, статистичних методів, розрахунку частоти тощо.

- модельний;

Метод ґрунтується на побудові моделей передумов події в системі з урахуванням впливу шкідливих факторів на окрему людину, соціальні, професійні групи і т.п..

- експертний (оцінка ризику фахівцями-експертами; відноситься до суб'єктивних методів визначення рівня безпеки);

- соціологічний;

Метод заснований на системі методологічних, методичних та організаційно-технічних заходів, пов'язаних між собою єдиною метою; отримання достовірних даних про явище або процес, які вивчаються, для їх наступного використання щодо зменшення небезпеки життю людини. В рамках соціологічного методу здійснюють опитування працівників та населення.

- нормативний;

Систему нормативів можна розглядати як один із варіантів рейтингового методу з тією різницею, що шкала оцінки заздалегідь сформована і складається з мінімуму значень ранжування. Нормативний

метод оцінки дає змогу визначити ступінь ризику з максимальною точністю, але не дає можливості врахування деталей та обставин конкретної ситуації.

- **аналоговий** (використання та порівняння небезпек і факторів ризику, які відбувалися в подібних умовах та ситуаціях);

- **комбінований** (базується на використанні декількох методів).

Для оцінки ризику впливу також достатньо широко використовують логіко-графічний метод (метод дерева відмов), метод аналогій та ймовірно-статистичний метод.

Логіко-графічний метод полягає в аналізі «дерева відмов». При аналізі «дерева відмов» виявляються комбінації відмов (несправностей) устаткування, помилок персоналу й зовнішніх (техногенних, природних) впливів, які приводять до основної події (аварійної ситуації, нещасного випадку). Метод використовується для аналізу можливих причин виникнення аварійної ситуації й визначення її частоти (на підставі значення частоти вихідних подій). Метод дерева відмов, як правило, застосовується для аналізу або модернізації складних технічних систем і виробництв.

Метод аналогій полягає в порівнянні якої-небудь ризикованої ситуації з аналогічної, що відбувся раніше. Таке порівняння дозволяє використовувати більш надійні вихідні дані для оцінки ризику.

Ймовірно-статистичний метод є основним методом для сучасних інфраструктур з оцінки ризику впливу в будь-яких галузях господарського комплексу. Кількісний аналіз ризику в цей час використовується в ядерній і в хімічній галузях США і Європи. Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) розробило рекомендації для визначення безпеки АЕС на основі ймовірнісних моделей.

На третьому етапі – етапі характеристики ризику, здійснюється порівняльна оцінка ризиків і аналіз їх розподілу: територіального, за часом, об'єктам, факторам і наслідкам.

При виконанні цього етапу проводять узагальнення отриманих даних, роблять рекомендації, які необхідні для реалізації заходів щодо керування

ризиком. На цьому етапі також оцінюють значимість виниклих проблем і порівнюють отримані кількісні характеристики ризику зі значеннями умовно визначеного припустимого (прийнятного) ризику. За результатами проведених досліджень узагальнюється отримана інформація й робляться висновки про рівень фактичного ризику.

Управління ризиком засноване на використанні всіх отриманих висновків при оцінці ризику. При виборі пріоритетів, під час розробки будь-якого проекту, необхідно ще на першому етапі розробки виробу або системи максимально врахувати елементи, що виключають небезпеку [29].

Якщо виявлену небезпеку неможливо виключити повністю, необхідно знизити ймовірність ризику до припустимого рівня шляхом вибору відповідного рішення, а саме:

- повною або частковою відмовою від робіт і технологій, що мають високий ступінь небезпеки;
- заміною небезпечних операцій іншими - менш небезпечними;
- удосконаленням технічних систем і об'єктів;
- розробкою й використанням спеціальних засобів захисту;
- заходами організаційно-управлінського характеру, у тому числі контролем рівня безпеки, навчанням людей з питань безпеки, стимулюванням безпечної роботи й поведінки.

При виборі конкретних заходів і засобів або певного їхнього комплексу порівнюють витрати на ці заходи і засоби з рівнем зниження шкоди, який очікують в результаті їх впровадження / отриманої вигоди від зниження ризику. Для підвищення рівня безпеки до технічних, організаційних та адміністративних заходів додаються економічні, наприклад, страхування, грошові компенсації збитку, плата за ризик та інші. Іншим необхідним аспектом встановлення співвідношення витрат з розміром припустимого (прийнятного) ризику є можливість контролю або ліквідації ризику.

Деякі небезпеки, що мають відносно низький рівень ризику вважаються неприпустимими, тому що їх досить складно контролювати або ліквідувати.

Наприклад, хоча ризик удару блискавкою, імовірність якого 1 на 14 млн., можна вважати відносно низьким, люди рідко перебувають на вулиці під час грози. У цьому випадку, незважаючи на те, що ризик невеликий, необхідність його ліквідації ґрунтується на тому, що ціна повної зневаги такою небезпекою дуже висока (смерть або серйозні фізичні ушкодження), а ціна контролю або ліквідації цього ризику, навпаки, незначна (наприклад, треба просто залишатися в приміщенні). Проте, коли будівельні роботи повинні здійснюватися за графіком, вартість зниження можливості поразки людину блискавкою розглядається з погляду інші перспективи.

Існують небезпеки, які вважаються припустимими, хоча, мають великий потенціал ризику через те, що їх важко або практично неможливо усунути. Наприклад, це дії із запуску космічного човна. З погляду експлуатації всієї системи рівні ризиків, пов'язані із запуском і посадкою човна на кілька порядків вище ризиків польоту на авіалайнері, а ризики польоту на авіалайнері, ризиків пілотування легкого одномоторного літака. Але в цьому випадку такий ризик приймається, тому що, по-перше, його практично неможливо усунути на даному етапі розвитку космонавтики, а по-друге, кожний політ космічного човна відкриває нові перспективи для розвитку багатьох областей науки, техніки, оборони й об'єктів господарської діяльності.

Останньою процедурою системного аналізу ризику є **інформування про ризик**. Відповідна інформація, отримана при оцінці та управлінні ризиком, повинна бути доведена до фахівців, представників засобів масової інформації, зацікавлених груп і осіб. Інформування громадськості та зацікавлених осіб про ризики здійснюється шляхом обговорення проблематики з фахівцями, а також висвітлення в засобах масової інформації, експертиз та заслуховування відповідних звітів на громадських слуханнях.

Висновки по розділу 2

Вже більше 20 років у розвинених країнах при прийнятті рішень використовуються різні методи розрахунку ризику. Насамперед, це стосується рішень відносно ОПН, в першу чергу, атомних електростанцій. Із деякими уточненнями підходи до питань ядерної безпеки можуть застосовуватись до потенційно небезпечних промислових установок і, в більш загальному плані, для управління багатьма видами ризиків в основних життєвих контекстах: особистому, економічному, виробничому, екологічному, фізичному (здоров'я), інформаційному, суспільному і політичному вимірах. Розвинуті країни Європи, США і Канади досвід та практику забезпечення безпеки високих технологій екстраполювали і перенесли з необхідними уточненнями та корективами на основні сфери життя і діяльності суспільства. При цьому було враховано, що випадки та інциденти, надзвичайні ситуації в авіації та на трасах газопроводів, атомній енергетиці і кондитерській промисловості, на воді і суші, в побуті і виробництві, попри галузеве розмаїття, мають тотожний теоретичний базис ідентифікації джерел небезпек та побудови захисних бар'єрів. Використання оцінки ризику в процесі забезпечення безпеки було засвоєно протягом декількох десятиріч і доведена їх вигода та ефективність у різних сферах застосування. Оцінка ризику відіграє роль інструмента для надання допомоги при прийнятті рішень як тими, хто регулює охоронні заходи, так і тими, хто має реалізовувати, виконувати ці рішення, а також як засіб підтримання зв'язків між ними. Методологія РОП застосовується як в стратегічному плануванні, так і в повсякденній оперативній діяльності. Для України доцільно запозичити досвід потужної національної галузі, безпека якої в цей час перебуває на рівні світових стандартів – ядерної енергетики. Забезпечення ефективності управління на основі визначення рівнів ризику пов'язано з вирішенням проблеми компетентності та професіоналізму керівних кадрів і фахівців у галузі соціально-екологічної безпеки.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ КОМПЛЕКСНОГО (ЗАГАЛЬНОГО) РИЗИКУ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ТЕРИТОРІЙ

3.1. Методичні підходи до управління ризиками підприємства

Виробниче підприємство є досить складною організаційною системою, що підпадає під різного роду ризики, оскільки має в своїй структурі діяльність окремих підрозділів, скерованих на реалізацію визначених функцій. Тому актуальним є дослідження джерел і причин виникнення ризиків саме на таких підприємствах.

Під управлінням ризиками розуміємо сукупність дій, спрямованих на максимальне використання можливих позитивних наслідків реалізації ризику при одночасному вжитті усіх можливих заходів управлінського характеру для протидії їх негативному впливу на ресурси та економічні можливості й інтереси підприємств. Ризик-менеджмент як напрям управлінської діяльності – це сукупність управлінських рішень, що мають на меті ідентифікацію ризику, оцінювання ймовірності його настання та економічних наслідків від його негативних проявів, аналіз ризику та вибір і застосування найбільш відповідних у конкретних умовах методів управління ризиком.

Алгоритм управління ризиками має такий наступний вигляд (рис. 3.1).

Розглянемо управлінські дії з ризиками на кожному етапі запропонованого алгоритму більш детально.

Ідентифікація ризиків – це процес виявлення схильності підприємства до поля невизначеності, що передбачає отримання повної інформації щодо самої компанії, ринку, законодавства, соціального, політичного, культурного оточення компанії, а також щодо її стратегії розвитку та бізнес-процесів. Ідентифікація ризиків тісно пов'язана і з функціональними складовими, і з суб'єктами системи економічної безпеки. Власне момент ідентифікації конкретних ризиків відбувається у кожній функціональній складовій системи

економічної безпеки, які, з одного боку, є об'єктом для вжиття захисних заходів щодо ризиків, а з іншого боку виступають джерелом їх формування.

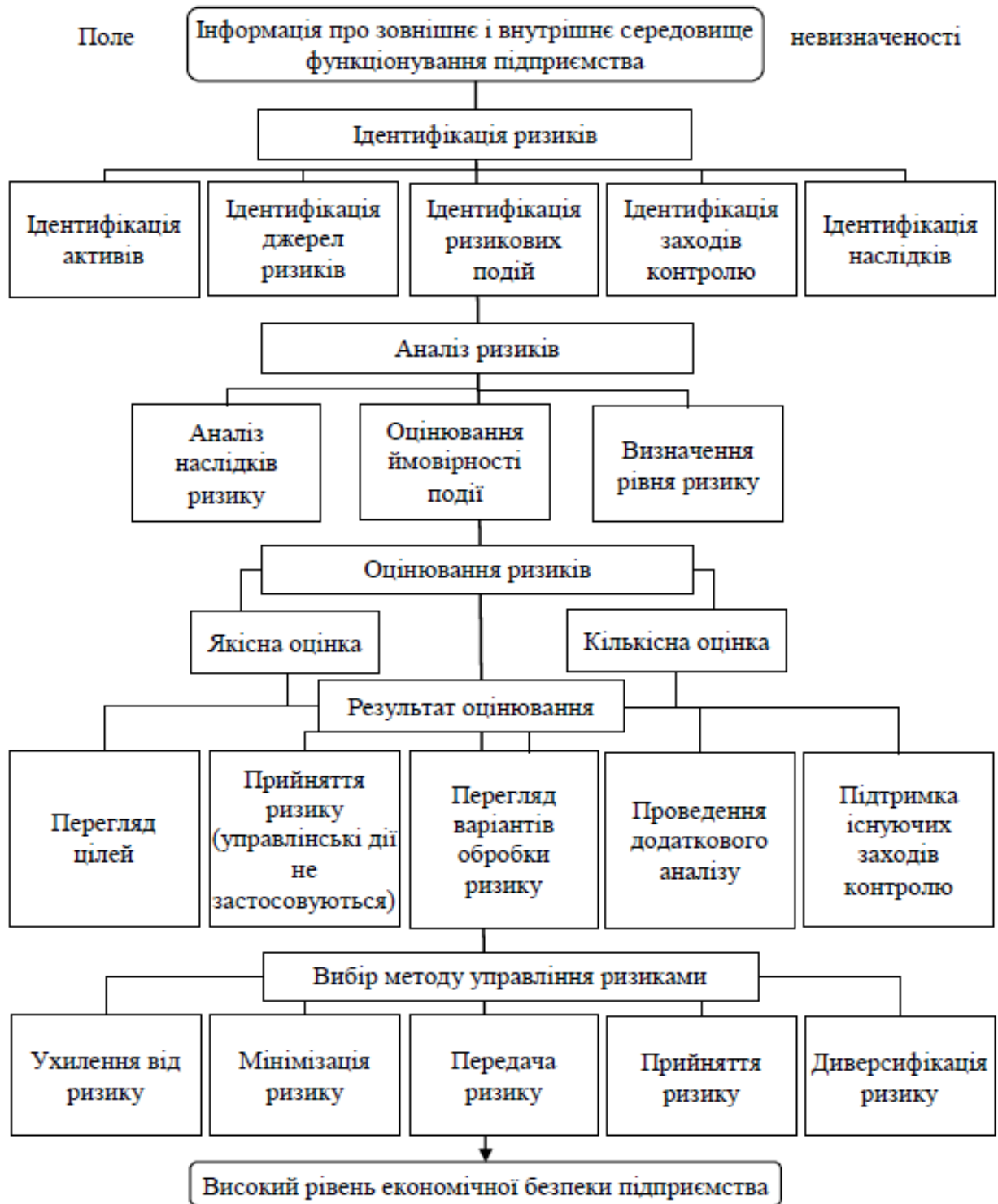


Рис.3.1. Алгоритм управління ризиками на підприємствах України

Суб'єкти системи економічної безпеки – професіонали з управління фінансово-економічною безпекою, фахівці з ризик-менеджменту, топ-менеджери – є тими особами, що мають вчасно та об'єктивно ідентифікувати

ризиками. Ідентифікація ризиків скерована на своєчасне виявлення та реєстрацію можливих деструктивних факторів, які можуть негативно вплинути на досягнення цілей і реалізацію завдань компанії, а також визначення напрямку та необхідності удосконалення процесу управління ризиками. Цей процес направлений на мінімізацію ризиків і врахування можливостей під час планування діяльності на майбутнє. При ризик-орієнтованому управлінні кожен працівник компанії на постійній основі повинен ідентифікувати та оцінювати ризики, що впливають на досягнення цілей, які стоять безпосередньо перед ним як працівником, та перед підприємством в цілому.

Процес ідентифікації повинен відбуватися як з точки зору минулого досвіду, так і з точки зору майбутніх подій. Для ідентифікації ризиків використовуються різні методики й інструменти чи їх комбінації, що будуть проаналізовані нижче. У випадку ідентифікації ризику вперше, структурний підрозділ, що його ідентифікував, повинен поінформувати керівництво та задокументувати подію. Оцінка ризиків проводитиметься окремим спеціалізованим підрозділом або професіоналом із ризик-менеджменту.

Метою ідентифікації ризиків є пошук, розпізнання та опис ризиків, які можуть допомогти або перешкодити підприємству у досягненні цілей. Ідентифікація ризиків передбачає послідовний ряд процесів: ідентифікація активів, ідентифікація джерел ризиків, ідентифікація ризикових подій, ідентифікація існуючих вже заходів щодо контролю, ідентифікація наслідків.

Розглянемо кожен з процесів ідентифікації детально.

1. Ідентифікація активів повинна проводитись з великим ступенем деталізації, який дасть можливість отримання достатньої кількості інформації для оцінювання ризиків. В якості вхідних даних для ідентифікації активів використовується сфера застосування та межі для проведення оцінювання ризиків, перелік учасників із зазначенням власників ризиків, функцій та ін. Однак, ідентифікація активів повинна бути обмежена такими активами, які мають найбільш високу цінність для підприємства. Вихідними даними є

бізнес-процеси, пов'язані з активами, та їх важливість. Згідно ISO 55000:2019 актив – це ідентифікований предмет, річ або об'єкт, що має потенційну або дійсну цінність для організації [30]. Цінність може по-різному визначатися різними організаціями та їх зацікавленими сторонами, та може бути матеріальною або не матеріальною, фінансовою або не фінансовою.

Для проведення оцінювання підприємство для початку повинно провести ідентифікацію активів, які можна поділити на дві категорії. Перша категорія це основні активи, такі як бізнес-процеси та інформаційні активи. Друга категорія – це допоміжні активи, від яких залежать основні елементи сфери застосування, а саме: обладнання (ноутбук, комп'ютер, планшет, цифровий накопичувач та ін.), програмне забезпечення (ПЗ для управління базами даних, серверне ПЗ, групове ПЗ), інженерна інфраструктура (телефонна мережа загального користування, локальні мережі, Wi-Fi), персонал (топ-менеджмент, лідер проекту, менеджер з управління ризиками, системний адміністратор), площі (будівлі, комунікації, споруди, прилегла територія), організаційна інфраструктура (організаційна модель).

Для визначення цінності активів необхідна розробка шкали цінностей, включатиме різні властивості, які впливають на конфіденційність, цілісність та доступність важливих активів. Також шкала повинна враховувати залежність від інших активів. Пропонується після визначення критеріїв, які слід враховувати, узгодити шкалу, що буде використовуватись, як єдину для всього підприємства. Узагальненим варіантом є шкала, відображена у табл. 3.1. Ця шкала повинна враховувати, який розмір збитку для підприємства є прийнятним.

Таблиця 3.1 – Шкала цінності активу

Шкала оцінки	Вартість / цінність активу
Низька	0-3
Середня	4-6
Висока	7-10

2. Ідентифікація джерел ризиків може проводитись із використанням ряду методів для виявлення невизначеностей, що можуть вплинути на підприємства в цілому. Джерелом ризику є елемент, що сам або в комбінації з іншими може призвести до ризику. Усі джерела ризиків, деструктивні фактори, причини та події повинні бути визначені підприємством задля формування повного переліку ризиків на основі тих подій, які можуть відтермінувати та не дати можливості досягнення поставлених цілей. Під час проведення ідентифікації джерел ризиків необхідно враховувати наступні фактори та їх взаємозв'язок між собою: матеріальні та нематеріальні джерела ризиків, причини та події, загрози та можливості, індикатори виникнення ризиків, характер і цінність активів і ресурсів, наслідки та їх вплив на цілі, обмеженість знань і достовірності інформації, вплив фактору часу, часові межі, упередження, припущення та точки зору стейкхолдерів.

3. Ідентифікація ризикових подій зорієнтована на виявлення подій, що можуть виникати одноразово або багаторазово, мають декілька причин і ряд наслідків; на події, що можуть бути як очікувані, так і не очікувані. Ризикові події можуть виникати навіть від дій самого підприємства, таких як реструктуризація або придбання нового обладнання, технології та ін. Ризик може виникати від зовнішніх дій підприємства, таких як поглинання. Ризикова подія може бути повністю незалежною від діяльності підприємства, як наприклад, стихійне лихо або комп'ютерний вірус.

4. Ідентифікація діючих заходів контролю передбачає виявлення існуючого контролю в галузі безпеки. До визначення наявних заходів з контролю необхідно задокументувати вже впроваджені заходи, а у процесі роботи підприємство має визначити існуючі та заплановані заходи контролю. У подальшому слід скласти перелік усіх існуючих і запланованих заходів контролю, їх реалізації та статусу виконання. У випадку, якщо певний вид контролю є не виправданим або не враховує певний ризик, тоді контроль безпеки необхідно ще раз перевірити задля визначення потреби виключення або заміни більш прийнятним заходом контролю.

Ідентифікація існуючих заходів контролю повинна проводитись шляхом реалізації наступних дій:

- необхідно проаналізувати документи, які містять інформацію щодо впровадження/виконання планів обробки ризиків;
- перевірка виконання заходів повинна проводитись через отримання інформації у провідного ризик-менеджера та інших відповідальних осіб щодо заходів контролю, впроваджених для забезпечення результативності процесу управління ризиками;
- проведення аналізу на місці через виявлення впроваджених заходів контролю, їх результативність та ефективність; проводиться порівняння ймовірності виникнення ризику до впровадження політики управління ризиками та після;
- для перевірки й аналізу результатів аудиту використовується чек-лист для визначення дотримання рекомендацій ISO 31000.

Оцінити існуючі заходи контролю можна на основі рівнів зрілості (рис. 3.2).



Рис. 3.2 – Ідентифікація рівнів зрілості

5. Ідентифікація наслідків, як останній етап ідентифікації ризиків, передбачає визначення впливів на підприємство, що можуть бути викликані

будь-яким сценарієм інциденту. В якості вхідних даних необхідно брати до уваги перелік активів, процесів, а також перелік загроз та вразливостей і їх вагомість. Далі визначаються наслідки для активів від втрати конфіденційності, цілісності та доступності, як результат – отримання переліку сценаріїв інцидентів із зазначенням їх наслідків, що належать до активів та бізнес-процесів. Пропонується наступна градація рівнів наслідків:

- невеликі – відсутність впливу на підприємство або невеликий збиток його репутації на короткий термін;
- помірні – не чинять прямої дії на підприємство або незначні порушення закону, що призводять до попередження або припису;
- значні – великі економічні втрати, які складно відновити, або значна втрата репутації, що викликана розголошенням конфіденційної інформації;
- катастрофічні – значні втрати, які неможливо відновити, або значні втрати репутації, що постійно чинять вплив на функціонування.

Наслідки можуть бути визначеними або невизначеними, мати позитивний чи негативний, прямий чи опосередкований вплив на реалізацію цілей. Також наслідки можуть бути описані якісно та кількісно.

Наведемо перелік потенційних наслідків, які частіше зустрічаються у вітчизняній практиці промислових підприємств, та впливають на цілісність, доступність, конфіденційність або на ці аспекти одночасно:

- порушення діяльності;
- фінансові втрати;
- втрата активу або його цінності;
- втрата клієнтів, постачальників;
- судові стягнення, переслідування;
- втрата конкурентної переваги;
- втрата прогресу в технології або техніці;
- втрата результативності або ефективності;
- порушення конфіденційності користувачів, клієнтів, постачальників;
- припинення обслуговування;

- нездатність надання послуги;
- втрата іміджу, репутації та довіри до бренду;
- порушення роботи зовнішніх стейкхолдерів (постачальників, замовників та ін.);
- порушення законів, нормативних актів, потенційні втрати та юридичні санкції через недотримання законів або правил;
- неможливість виконання договірних зобов'язань, штрафні санкції;
- порушення безпеки персоналу, користувачів.

Ідентифікація ризиків на підприємстві передбачає не фіксацію факту настання ризикової події, а виявлення можливості настання такої події, що несе із собою негативні наслідки. Таким чином, ідентифікація здійснюється завчасно, щоб мати змогу прийняти заходи щодо управління ризиками.

Ті ризики, що були ідентифіковані, надалі підлягають оцінці. Процес оцінки ризиків проводиться з метою виділення критичних для підприємства ризиків. Вплив потенційних ризиків повинен оцінюватись в індивідуальному порядку або у взаємозв'язку з іншими елементами підприємства. Сама ідентифікація ризику є першим кроком до зниження ризику, так як у процесі роботи над виявленням ризику є по суті неформальним контролем над ним. Це перш за все привертає до аналізованого ризику більшу увагу та обережність/зваженість у прийнятті рішень.

Не залежно від того, які саме ризики ідентифікуються, для успішності процесу, критичне значення має досвід та професіоналізм тих, хто братиме участь у цьому процесі. Для якісного проведення ідентифікації ризиків недостатньо зібрати експертні висновки, оскільки у співробітників чи залучених експертів, як правило, досить різний досвід. Це може спричинити розпорошування думок з приводу переліку ризиків та їх оцінки, та стати перепороною для отримання основи прийняття подальших управлінських рішень. Формування експертної групи досить важливий крок, що потребує детального опрацювання. Слід зазначити, що використання експертної оцінки доцільне як на етапі ідентифікації ризику, так і на етапі його

аналізу/оцінки. Такий підхід є широко вживаним у процесі управління ризиками у вітчизняній практиці. Більше детально експертний підхід буде проаналізований при розгляді методів оцінювання ризиків.

Спеціалізованим підрозділом або професіоналом з ризик-менеджменту раз на рік повинна проводитись робота з масштабного виявлення факторів ризику на діяльність підприємства та безпосередньо самої ідентифікації ризиків. У практиці управління ризиками існують різні методи ідентифікації ризиків. Відмітимо, що є методи, які використовуються як на етапі ідентифікації, так і в аналізі й оцінюванні ризиків.

В залежності від галузі діяльності промислового підприємства, його масштабів, кількості бізнес-процесів і ще ряду факторів, обирається один або декілька методів якісної оцінки ризику. Для більшості випадків пропонується використовувати метод експертної оцінки, що в Україні є найбільш популярним, та який буде використано у подальшому для ідентифікації ризиків вітчизняних підприємств. Для максимальної ефективності та результативності експертної оцінки пропонується наступна схема її проведення (рис. 3.3).

Слід зважувати на вид експертної оцінки: індивідуальна чи колективна. Індивідуальний метод експертної оцінки можна застосовувати для оцінювання об'єкта, за яким мається досить багато інформації із використанням відпрацьованих і перевірених практик. За такої оцінки кожен експерт проводитиме власне оцінювання незалежно від інших експертів. На підприємстві таким експертом може бути, в залежності від аналізованого ризику, начальник відділу або провідний фахівець, який має досвід управління таким видом ризику. Індивідуальна експертна оцінка може бути застосована у випадках, коли необхідно зробити незначні висновки та в результаті прийняти нескладні рішення. На промислових підприємствах таку оцінку пропонується застосовувати в галузі охорони праці під час перевірки дотримання норм пожежної безпеки, безпеки праці та ін.

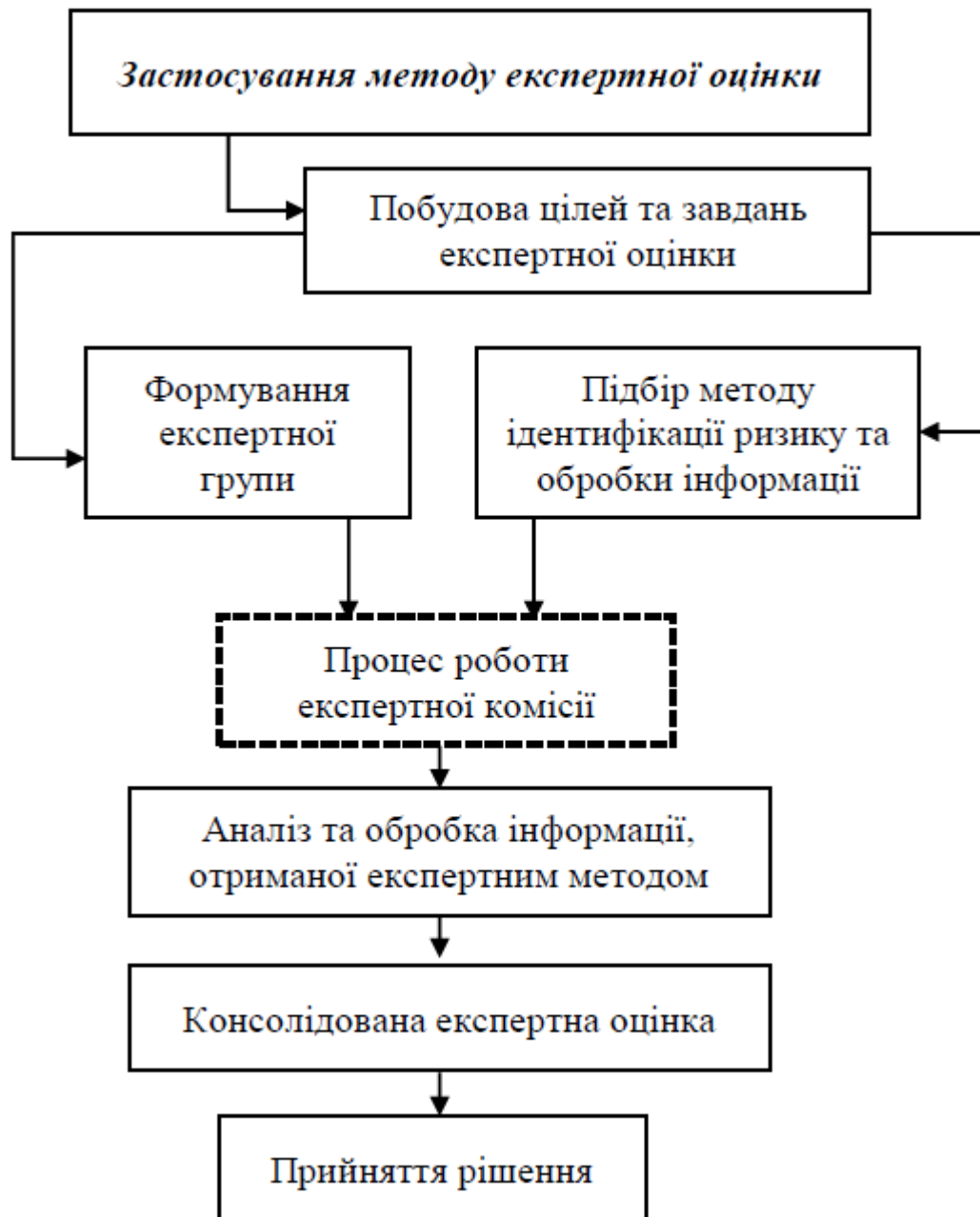


Рис. 3.3 – Схема процесу експертного оцінювання ризиків

До інших випадків (більшості) пропонується застосовувати колективну експертну оцінку. Так, пропонується у подальшому аналізі промислових підприємств використовувати метод Дельфі, оскільки він є найбільш ефективною експертною оцінкою, що проводиться у декілька етапів. Для аналізу ризиків промислових підприємств України за основу буде взято таку структуру проведення експертизи:

1 етап – формулювання цілей експертної оцінки та розробка процедури опитування;

2 етап – відбір та формування групи експертів;

3 етап – проведення опитування;

4 етап – аналіз та обробка інформації, отриманої експертним шляхом;

5 етап – прийняття рішення у відповідності до отриманих результатів.

Однак кожен етап експертної оцінки пропонується скоригувати на специфіку об'єкта дослідження та особливості її проведення для промислових компаній. Оскільки процедура підбору експертів у галузі управління ризиками є одним зі «слабких місць» методу, необхідно цей етап якісно пропрацювати. Так, експерти повинні надати інформацію щодо себе у вигляді документу «Анкета самооцінки експерта з управління ризиками», яку розроблено у відповідності до ключових характеристик: компетентність, зацікавленість участі у роботі експертної комісії, об'єктивність, професіоналізм та ін.

Також пропонується кожному з експертів порекомендувати декілька інших кандидатів, що могли б взяти участь в оцінюванні. Досить часто за такого підходу до формування експертної групи можуть бути залучені спеціалісти, схожі за професійними поглядами, що в свою чергу, не дозволяє охопити усі аспекти досліджуваної проблематики. Однак, на разі у практиці вітчизняного ризик-менеджменту досить мало кваліфікованих спеціалістів зі значним досвідом у цій сфері, тому пропонується у якості експертів обирати не лише тих, хто безпосередньо займається управлінням ризиками, а й працівників різних організаційних ланок. Такий підхід дасть можливість висвітлювати проблеми на різних виробничо-організаційних щаблях, різні точки зору на одній й ті самі проблеми виконавців і менеджменту.

За використання методу Дельфі для ідентифікації ризиків проблема підбору експертів постає дуже гостро. За виключенням певних випадків, коли є можливість залучення спеціалістів у конкретній сфері діяльності (для ідентифікації виробничих ризиків, що пов'язані з функціонуванням певного обладнання, або ж інвестиційних ризиків на конкретній частці ринку та ін.), найбільш обізнаними, зазвичай, є керівники підрозділів підприємства.

Анкетування проводитиметься шляхом заочного спілкування та розсилки листів, опитування по телефону чи інтернет-листування. Такий варіант експертної оцінки має свої переваги, а саме: немає необхідності збирати експертів разом, а відповідно, кожен може провести експертизу у зручні для нього місце та час. В такому випадку підвищується відсоток об'єктивності відповідей експерта.

З метою отримання якісної експертної оцінки ризику слід звернутися до п. 7.5.2. ISO 9001:2015 [31] і виконати наступне: визначити цілі і завдання експертної оцінки; використати кваліфікованих експертів; застосувати методи експертної оцінки, адекватні для аналізу та оцінки контексту ризик-менеджменту; застосувати адекватну методику обробки, аналізу й інтерпретації результатів оцінки; дані, отримані під час оцінювання, зареєструвати; за зміни політики чи/або цілей компанії, організаційної структури, проведення бізнес-процесів попередні заходи застосувати повторно.

Більшість наукової літератури пропонує підхід – чим більше експертів, тим краще. Однак, він є не досить обґрунтованим, так як сам метод націлений на вияв узгодженої думки, яка з точки зору статистики, є математичним очікуванням. Відповідно, приближення до неї згідно закону більших чисел, буде тим краще, чим більше братимуть участь експертів. Однак, більше не означає краще, так як в галузі управління ризиками спостерігається брак спеціалістів, а збільшення кількості експертів може знижувати якість оцінки в бік непрофесіоналізму. Також слід зважати на ціль експертної оцінки: якщо експертиза проводиться для ідентифікації ризику, то в якості експертів можуть залучатися фахівці зі суміжних професій. У випадку, коли проводиться експертна оцінка наявного ризику, потребується думка лише фахівців з ризик-менеджменту та можливе залучення керівництва підприємства. Отже, питання кількості експертів необхідно підходити зважено в кожному окремому випадку згідно цілей експертизи. Рекомендується експертну комісію формувати в середньому з 15-20 осіб [32].

Особливу увагу при обробці результатів експертної оцінки слід приділити «особливим точкам зору», тобто відповідям експертів, що суттєво відрізняються від думок усієї експертної групи. Необхідно з'ясувати: така «особлива думка» є невірною або ж навпаки, новим підходом до проблеми ідентифікації та оцінювання ризиків, який не побачили інші експерти. Це варто враховувати вже на етапі ідентифікації ризиків, так як є необхідність виявлення якомога більшої кількості ризиків для їх подальшого аналізу [33].

Досить частою є ситуація, коли думки експертів щодо досліджуваної проблеми розділяються. У такому випадку виникає необхідність кількісної оцінки ступеня узгодженості думок у вигляді коефіцієнту конкордації [34].

Кількісна міра узгодженості дає можливість більш обґрунтовано підійти до інтерпретації причин розходження думок.

При ранжуванні об'єктів в якості міри узгодженості думок групи експертів використовується дисперсійний коефіцієнт конкордації. Так, розглядається матриця результатів ранжування m об'єктів групою з d експертів в $\|r_{is}\|$ ($s = 1, d; i = 1, m$), где r_{is} – ранг, що надано s -м експертом i -му об'єкту. Складемо суми рангів за кожним рядком та як результат отримуємо вектор з компонентами

$$r_i = \sum_{s=1}^d r_{is} \quad (i = \overline{1, m}) \quad (3.1)$$

Розглянемо величини r_i як реалізації випадкової величини та знайдемо дисперсію. Оптимальна за критерієм мінімуму середнього квадрату помилки оцінка дисперсії визначається за формулою:

$$D = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (r_i - \bar{r})^2 \quad (3.2)$$

де \bar{r} – оцінка математичного очікування, що вираховується як:

$$\bar{r} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_i \quad (3.3)$$

Дисперсійний коефіцієнт конкордації визначається як відношення оцінки дисперсії до максимального значення цієї оцінки:

$$W = D / D_{\max} \quad (3.4)$$

Коефіцієнт конкордації змінюється від 0 до 1, оскільки $0 \leq D \leq D_{\max}$.

Максимальне значення дисперсії дорівнює:

$$D_{\max} = \frac{d^2(m^3 - m)}{12(m - 1)} \quad (3.5)$$

Оцінка дисперсії розраховується як:

$$D = \frac{1}{m - 1} \times S \quad (3.6)$$

Отже, коефіцієнт конкордації буде дорівнювати:

$$W = \frac{12 \times S}{d^2 \times (m^3 - m)} \quad (3.7)$$

Саме розглянутий механізм проведення експертної оцінки ідентифікації ризиків буде застосовано для аналізу ризиків на вітчизняних підприємствах. Після отримання даних ідентифікації ризиків, як вже було зазначено, проводиться оцінювання ризиків відповідно до обраного фахівцями методу оцінювання.

Важливо, щоб форма, метод оцінювання та її результат відповідали ряду критеріїв: обґрунтованість і відповідність ситуації, представлення результатів у зручному для розуміння та способу обробки вигляді, забезпечення прозорості, відтворення та можливості перевірки. Обираючи метод для обробки ризику необхідно враховувати: кількісні та якісні цілі дослідження; міру деталізації роботи з ризиком; тип та обсяг аналізованих ризиків; потенційний розмір наслідків; рівень експертизи та необхідних ресурсів; доступність інформації і даних; потребу у майбутньому в модернізації оцінки ризиків; будь-які регуляторні та договірні вимоги.

Ресурси та можливості, що можуть вплинути на вибір методу обробки ризику: навички, досвід, здатність і можливості групи, що займається обробкою ризику; обмеження по часу та іншим ресурсам; достатність бюджету, за необхідності потреба у зовнішніх ресурсах.

Таких методик і підходів у практиці світового ризик-менеджменту існує досить багато, розглянемо основні з них, що найбільш застосовні до практики оцінювання ризиків вітчизняних підприємств (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Застосовність підходів до оцінки ризиків

Підходи та методики	Процес оцінки ризику				Оцінка ризику
	Ідентифікація ризику	Аналіз ризику			
		Наслідки	Ймовірність	Рівень ризику	
«Мозковий штурм»	SA	NA	NA	NA	NA
Структуроване або напівструктуроване опитування	SA	NA	NA	NA	NA
Метод Делфі	SA	NA	NA	NA	NA
Контрольні листи	SA	NA	NA	NA	NA
Попередній аналіз небезпек (PHA)	SA	NA	NA	NA	NA
Дослідження небезпек та праездатності (HAZOP)	SA	SA	A	A	A
Аналіз небезпек та критичні контрольні точки (HACCP)	SA	SA	NA	NA	SA
Оцінка екологічного ризику (оцінка токсичності)	SA	SA	SA	SA	SA
Структурована методика «А що якщо...?» (SWIFT)	SA	SA	SA	SA	SA
Аналіз сценаріїв	SA	SA	A	A	A
Аналіз впливу на діяльність	A	SA	A	A	A
Аналіз початкової причини	NA	SA	SA	SA	SA
Аналіз характеру та наслідки відмов	SA	SA	SA	SA	SA
Аналіз «дерева» несправностей	A	NA	SA	A	A
Аналіз «дерева» подій	A	SA	A	A	NA
Аналіз причини і наслідків	A	SA	SA	A	A
Причинно-наслідковий аналіз	SA	SA	NA	NA	NA
Аналіз рівнів захисту (LOPA)	A	SA	A	A	NA
Аналіз «дерева» рішень	NA	SA	SA	A	A
Аналіз надійності оператора	SA	SA	SA	SA	A
Аналіз схеми «краватка-метелик»	NA	A	SA	SA	A
Технічне обслуговування задля забезпечення надійності	SA	SA	SA	SA	SA
Аналіз паразитних ланцюгів	A	NA	NA	NA	NA
Аналіз Маркова	A	SA	NA	NA	NA
Імітаційне моделювання за допомогою методу Монте-Карло	NA	NA	NA	NA	SA
Байєсова статистика і мережа Байєса	NA	SA	NA	NA	SA
Криві FN	A	SA	SA	A	SA
Показники ризику	A	SA	SA	A	SA
Матриця наслідків і ймовірностей	SA	SA	SA	SA	A
Аналіз витрат та вигід	A	SA	A	A	A
Багатокритеріальний аналіз рішень (MCDA)	A	SA	A	SA	A

Таблиця 3.2 ілюструє методи аналізу та оцінки ризиків на підприємстві та їх застосовність на етапах роботи з ризиками. Так, позначення SA означає рекомендацію методу до застосування, NA – не прийнятність використання методу на певному етапі та A – застосовність методу.

Ризики можуть бути комплексними, як наприклад, в складних системах, в яких досить часто необхідно оцінювати ризики всієї системи, а не обробляти кожен компонент окремо, без врахування взаємодії. Непрямий вплив і залежність ризиків повинні бути зрозумілі для того, щоб забезпечити управління одного ризику без створення неприйнятної ситуації в іншому місці. Розуміння комплексного характеру ризику або сукупності ризиків підприємства є вирішальним під час вибору методів оцінювання ризику.

Існують такі ризики, які вимагають принципово індивідуального підходу до оцінювання. Розглянуті методи пропонують як загальноприйняті, так і специфічні підходи до оцінювання. Істотним приводом для вибору певного методу оцінки є профіль діяльності підприємства. Використання тільки одного методу в оцінці ризиків не дає повної, точної та достовірної інформації, саме тому пропонується застосовувати у сукупності й інші методи задля прийняття найбільш ефективного й оптимального рішення.

Після проведення процедур ідентифікації необхідно перейти до аналізу ризиків, метою якого є розуміння характеру ризику та його характеристик, з врахуванням рівня ризику. Аналіз ризиків включає детальний розгляд невизначеностей, джерел ризику, наслідків, ймовірності, подій, сценаріїв, заходів контролю та їх результативності.

Такий аналіз може проводитись з різним ступенем деталізації та складності залежно від цілей аналізу, наявності та надійності інформації, наявних ресурсів. Методи аналізу поділяють на якісні, кількісні та їх комбінації в залежності від обставин та передбачуваного використання.

Аналіз ризиків є базою для оцінювання ризиків і прийняття рішень щодо їх обробки. Під час аналізу необхідно враховувати наступні фактори:

- ймовірність подій і наслідків;
- характер і масштаби наслідків;
- складність і кореляція;
- часові фактори та волатильність;
- результативність існуючих заходів контролю;

- рівень критичності.

Дані аналізу ризиків є вхідними даними для оцінки ризиків, для прийняття рішення щодо необхідності обробки ризику та яким саме чином, із застосуванням якого методу чи стратегії.

Аналіз ризиків як етап управління ризиками має три послідовні етапи:

1) аналіз наслідків дає можливість визначити вид і характер події, що могла б виникнути, спрогнозувати обставини, за яких такого роду подія може реалізуватися. Такий вид аналізу може варіювати від простого опису результатів до подетального кількісного моделювання або аналізу вразливостей. Аналіз наслідків може включати наступні дії: врахування вже існуючого контролю, що направлений на зниження наслідків деструктивного впливу; зв'язок наслідків ризику з початковими цілями управлінських дій; розгляд наслідків ризиків, які реалізуються негайно після дії ризику та тих наслідків, що можуть реалізуватися з плином часу; аналіз опосередкованих наслідків, що пов'язані з обладнанням, системою чи підприємством загалом.

2) оцінка ймовірності події передбачає використання історичних даних для ідентифікації подій або ситуацій, що вже відбулися, і можливість екстраполяції ймовірності їх виникнення у майбутньому; прогнозування ймовірності за допомогою аналізу дерева помилок та аналізу дерева подій; отримання експертної думки.

Пропонується наступна якісна шкала для оцінки ймовірності події, що подані у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Шкала оцінки ймовірності події

Рівень	Якісна шкала	Ймовірність
0	Дуже рідко	Рідше одного разу на 100 років
1	Рідко	У середньому один раз на 10 років
2	Ймовірно	У середньому один раз на 3 роки
3	Дуже ймовірно	У середньому один раз на рік
4	Скоріше за все	Декілька разів на рік
5	Досить часто	Декілька разів на місяць
6	Часто	Декілька разів на тиждень
7	Дуже часто	Декілька разів на день

3) визначення рівня ризику як етап передбачає в якості вхідних даних створення переліку сценаріїв подій із їх наслідками (тих подій, що пов'язані з активами та бізнес-процесами, їх ймовірність). Для визначення рівня ризику необхідно визначити рівень ризику для усіх сценаріїв подій шляхом створення переліку ризиків із зазначенням їх рівня. Рівень ризику розглядається в якості величини або комбінації ризиків, що виражена як комбінація наслідків та їх ймовірність.

Процедура аналізу й оцінки ризиків може здійснюватися за допомогою різних методів і схем. Наступним етапом після отримання результатів аналізу ризиків є оцінка ризиків. Ризики можна оцінювати якісно та кількісно. У вітчизняній практиці ризик-менеджменту частіше використовують якісні методи оцінки через їх порівняно не складну процедуру та достатній рівень інформативності.

Якісно оцінений ризик характеризує джерело потенційної загрози та її вид. Якщо у процедуру оцінювання додається бальна оцінка, яка кількісно оцінює можливість настання події і наслідків, можна говорити про напівкількісний метод оцінювання. Такий метод, зазвичай, доповнюється якісним аналізом, який також використовують на початку кількісного аналізу.

Кількісна оцінка ризику по відношенню до якісної має ряд переваг: по-перше, така оцінка дає можливість робити висновки щодо ступеня ризику більш об'єктивно; по-друге, дає можливість розробити відповідно до ступеня ризику механізм управління; по-третє, порівнювати з нормативними вимогами та між собою можна лише кількісно оцінені ризики.

Оцінювання ризиків здійснюється по-перше, з точки зору їх повного впливу, для тих ризиків, що є наявними, по-друге, з врахуванням нетто-впливу після застосування методів управління, тобто оцінка залишкових ризиків. Під час оцінки ризиків використовуються дані, отримані під час аналізу ризиків для прийняття рішень у майбутньому.

В результаті оцінювання ризику може призвести до:

- перегляду цілей;
- прийняття ризику (тобто управлінські дії не застосовуються);
- перегляд варіантів обробки ризику (критичності ризику);
- проведення додаткового аналізу, задля кращого розуміння ризику;
- підтримка існуючих заходів контролю.

Загальний підхід до прийняття рішення, щодо обробки ризику можна поділити на три діапазони згідно ІЕС/ISO 31010:2013 [35]:

- нижній діапазон – рівень ризику вважається незначним або настільки малим, що немає необхідності у заходах з його обробки;
- середній діапазон – враховуються витрати та вигоди, при цьому можливості збалансовані з потенційними наслідками;
- верхній діапазон – рівень ризику вважається неприйнятним незалежно від того, які вигоди може принести діяльність, обробка ризику необхідна незалежно від її вартості.

За такого підходу застосовується в практиці забезпечення економічної безпеки система критеріїв ALARP (as low as reasonably practicable). Для визначення пріоритетності ризику можна використовувати показник RPN (Risk priority number) – число пріоритетності ризику, як спосіб його оцінювання, що використовується в аналізі видів і наслідків відмов.

Окрім вищерозглянутих методик обробки ризику зараз існує досить велика кількість різноманітних програмних продуктів, які дозволяють в електронному вигляді проводити ідентифікацію, аналіз та оцінювання ризиків в компанії не залежно від галузі її господарювання. Так, проведено аналітичний огляд таких найрозповсюджених програмних продуктів. Як і методи обробки ризику, програмні засоби доцільно поділити на методики, що використовують оцінку ризику на якісному рівні та кількісні методики, згідно яких ризик оцінюється через числове значення, а також змішані методики, що поєднують елементи двох попередніх. Більшість з програмних методик працюють з інформаційними ризиками, створюють історичну базу даних для подальших оцінок ризиків, складають картографію ризиків,

проводять аналіз та оцінювання згідно міжнародних стандартів з управління ризиками в тій чи іншій сфері.

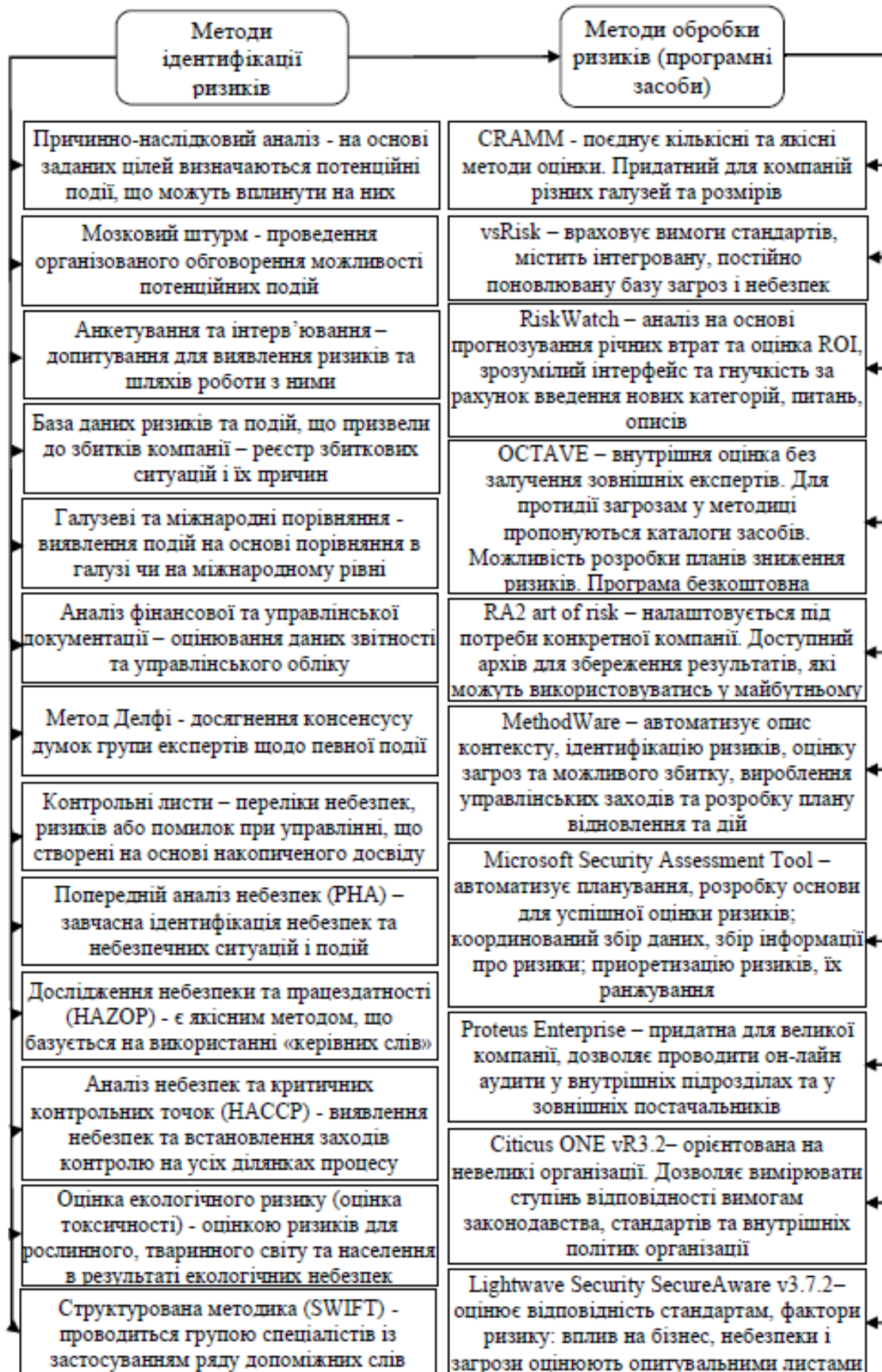


Рис. 3.4 – Методи ідентифікації ризиків і програмні продукти для їх обробки

Розглянуті програмні засоби розраховані як на малі, так і середні й великого розміру компанії. Зазвичай, це дорогі програми, передплата на які здійснюється щороку, в межах якої проводиться впродовж року технічна підтримка.

На рис. 3.4 нами систематизовано методи ідентифікації ризиків і програмні продукти, що можуть бути використані для спрощення і автоматизації процесів визначення ризиків, їх каталогізації та оцінювання.

Методами управління ризиками, які можуть бути обраними за результатами аналізу і оцінювання, є: ухилення від ризику (запобігання ризику), мінімізація ризику, передача ризику, прийняття ризику, диверсифікація ризику.

Ухилення від ризику означає готовність підприємства відмовитись від економічної вигоди, що могла б бути отримана у результаті готовності менеджменту компанії ризикувати. Цей метод зазвичай обирається, коли оцінка потенційних збитків від негативного наслідку ризику є значно вищою, ніж можливі прибутки суб'єкта господарювання.

Мінімізація ризику означає вибір таких варіантів управлінських рішень впливу на ризик, що здатні або обмежити ймовірність його настання, або зменшити його негативні наслідки для корпоративних ресурсів і економічних інтересів компанії.

Передача ризику – це сукупність дій щодо зменшення сили впливу ризику за рахунок компенсації його наслідків із зовнішніх джерел (наприклад, шляхом страхування або передачі в аутсорсинг).

Прийняття ризику – відмова від дій щодо зменшення ризику або його уникнення з метою отримати вигоду від його позитивного наслідку.

Диверсифікація ризику – сукупність управлінських рішень щодо розподілу ризику між різними об'єктами управління або відповідальності, чи обрання одразу кількох варіантів дій у напрямі роботи з ризиком.

Отже, ефективно організований процес управління ризиками починається із їх ідентифікації, тобто виявлення ризиків. Важливою

характеристикою цього аспекту ризик-менеджменту є своєчасність. Наступним етапом є оцінювання ризиків, що були виявлені і є характерними для суб'єкта господарської діяльності. На цьому етапі пріоритетом є досвід, знання та навички особи, що дає оцінку ризику, оскільки від її суджень залежить рівень достовірності проведеної процедури. Схема процесу експертного оцінювання ризиків повинна містити такі елементи, як: побудова цілей та завдань експертної оцінки, формування експертної групи, підбір методу ідентифікації ризику та обробки інформації, процес роботи експертної комісії, аналіз та обробка інформації, отриманої експертним методом, консолідована експертна оцінка, прийняття рішення. Аналіз ризиків включає детальний розгляд невизначеностей, джерел ризику, наслідків, ймовірності, подій, сценаріїв, заходів контролю та їх результативності. Управлінське рішення формується за результатами усіх 3-х зазначених етапів.

3.2. Характеристика методів аналізу ризику небезпечних промислових об'єктів

Сучасний стан безпеки життєдіяльності в Україні можливо охарактеризувати як незадовільний.

Відсутність централізованого державного фінансування, економічна нестабільність, технічна відсталість обладнання та інші показники не дозволяють підтримувати на необхідному сучасному рівні безпеку людини як на виробництві, так і побути. Статистичні дані про вплив на людину різноманітних небезпек, вказують на постійне зростання рівня травматизму, аварій і катастроф, зростання матеріальної шкоди.

Збільшення кількості та енергоємності небезпечних речовин у виробництві, ускладнення технологій та режимів управління сучасними виробництвами вимагає розробки механізму отримання обґрунтованих оцінок та критеріїв безпеки таких виробництв з урахуванням усієї сукупності соціально-економічних факторів, у т. ч. імовірності і наслідків можливих аварій.

Ризик є неминучим супутнім фактором промислової діяльності, він фактично і є мірою небезпеки. Для управління ризиком його необхідно проаналізувати та оцінити.

Ризик – ступінь імовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки та/ або за його межами.

Основна вимога до результатів оцінки ризику пов'язана з необхідністю надання об'єктивної інформації щодо виявлення та дослідження найбільш небезпечних аварійних ситуацій, рекомендацій щодо запобігання і зменшення небезпек для людей, матеріальних об'єктів та навколишнього середовища.

Аналіз ризику є частиною системного підходу до прийняття політичних рішень, процедур та практичних заходів у вирішенні питань попередження та зменшення небезпеки виробничих аварій та життя людини, захворювань або травм, збитків майна та навколишнього середовища, що називається у нашій країні – забезпеченням виробничої безпеки, а за кордоном – управління ризиком.

Управління ризиком містить збір та аналіз інформації про виробничу безпеку, аналіз ризику та контроль безпеки. Аналіз ризику є центральною ланкою у забезпеченні безпеки, що базується на зібраній інформації та визначає заходи щодо контролю безпеки промислових об'єктів. Процедура аналізу ризику є складовою частиною декларування безпеки промислових об'єктів, експертизи безпеки, економічного аналізу безпеки та інших видів аналізу і оцінки стану безпеки промислових об'єктів та регіонів, а території яких можливі техногенні надзвичайні ситуації.

Основними процедурами для забезпечення якості аналізу ризику є планування та організація робіт, ідентифікація небезпек, оцінка ризику та розробка рекомендацій щодо зменшення ризику (управління ризиком).

При необхідності після ідентифікації небезпек переходять до етапу оцінки ризику. На даному етапі виявлення небезпеки повинно бути оцінено з точки зору їх відповідності критеріям прийнятого ризику.

При цьому як критерії прийнятого ризику, так і результати оцінки ризику можуть бути виражені як якісно (у вигляді таблиць, тексту, діаграм), так і шляхом кількісного розрахунку показників ризику.

На практиці у першу чергу слід застосовувати якісні, інженерні методи аналізу ризику. Однак кількісні методи оцінки ризику завжди дуже корисні, а в деяких ситуаціях і лише допустимі.

При виборі метода проведення аналізу ризику необхідно враховувати етап розробки системи, мету аналізу, критерії прийнятого ризику, тип системи, що аналізується та характер небезпеки, наявність ресурсів для проведення аналізу, досвід та кваліфікацію виконавців, наявність необхідної інформації та інші фактори. До того ж метод аналізу повинен бути науково обґрунтований та відповідати важкості та суті досліджуваної системи, давати результати у формі, що забезпечує розуміння природи ризику та засобів його контролю, забезпечувати можливість контролюватись.

Існує багато методів аналізу ризику, основні з них наступні: «Що буде, якщо...» (What – If?), перевірочний лист (Check – List) або їх комбінація відносяться до групи якісних методів оцінки небезпеки, що ґрунтуються на вивченні відповідності умов експлуатації об'єктів або проекту діючим вимогам промислової безпеки.

Особливістю метода перевірочного листа є те, що він надає більш загальну інформацію та результати щодо наслідків порушень безпеки, ніж метод «Що буде, якщо...».

Ці два методи є найбільш простими, недорогими та найбільш ефективними при досліджуванні безпеки добре вивчених об'єктів з відомою технологією або об'єктів з незначним ризиком крупної аварії.

Аналіз виду та наслідків відмов (Failure Mode and Effects Analysis) – застосовується для якісної оцінки безпеки технічних систем. Суттєвою особливістю є розгляд кожного апарату (блоку, виробу, устаткування) або частини системи щодо того, як він став несправний (вид та причина відмови) та який би був вплив відмови на технічну систему.

Одним з видів даного аналізу є **метод дослідження небезпеки та пов'язаних з нею проблем (HAZOP)** – це процедура ідентифікації можливих небезпек по усьому об'єкту в цілому. Вона особливо корисна при ідентифікації непередбачених небезпек, що закладені в об'єкті в наслідок недоліку інформації при розробці, або небезпек, що з'являються у існуючих об'єктів з причини відхилення у процесі їх функціонування.

Кількісний аналіз виду, наслідків та критичності відмов (Failure Mode, Effects and Critical Analysis) – це більш поширений метод, ніж аналіз виду та наслідків відмов. У цьому випадку кожний вид відмов ранжується з урахуванням двох складових критичності – імовірності (або частоти) та важкості наслідків відмови.

Ці два методи (аналіз виду та наслідків відмов та кількісний аналіз виду, наслідків та критичності відмов) застосовуються для аналізу проектів складних технічних систем або при модифікації небезпечних виробництв. Це сукупність засобів ідентифікації головних джерел небезпеки та аналізу частот, за допомогою яких аналізуються усі аварійні стани даної одиниці обладнання щодо їх впливу на інші компоненти, так і на систему у цілому.

У методі аналізу небезпеки та працездатності (**Hazard and Operability Study**) проводиться дослід саме впливу відхилів технологічних параметрів таких, як температура, тиск та інші від регламентованих режимів з точки зору виникнення небезпеки. Метод аналізу небезпеки та працездатності крім ідентифікації небезпек та їх ранжування дозволяє виявити невивраженості та неточності у інструкціях по безпеці та сприяє їх подальшому вдосконаленню.

Для виявлення причино-наслідкового зв'язку між комбінаціями випадкових локальних подій, що виникають з різноманітною частотою на різних стадіях аварії, застосовують логіко – графічні методи аналізу «дерев відмов та подій».

Аналіз дерев відмов (Fault Tree Analysis) – це сукупність засобів ідентифікації небезпек та аналізу частот небажаної події, за допомогою яких визначаються усі шляхи її реалізації. При цьому аналізі виявляється

комбінація відмов обладнання, помилок персоналу та зовнішнього впливу, що призводять до аварійної ситуації.

Аналіз дерева подій (Event Tree Analysis) – це сукупність засобів ідентифікації небезпеки та аналізу частот, у яких використовується індуктивний підхід з метою переведення ініціюючих подій у можливі виходи, тобто алгоритм побудови послідовності подій, що виходять із основної події. Використовується для аналізу розвитку аварійної ситуації.

Ці два методи є трудомісткими та застосовуються для аналізу проектів та модернізації технічних систем та виробництва.

Попередній аналіз небезпеки (Preliminary Hazard Analysis) – це індуктивний метод аналізу, метою якого є ідентифікація небезпек, що можуть надати шкоду даній діяльності, об'єкту або системі. Найчастіше його прийнято проводити на ранній стадії розробки проекту, коли замало інформації відносно деталей конструкцій, робочих процедур та ін.

Аналіз впливу людського фактору (Human Reliability Analysis) – це сукупність засобів аналізу частот в області впливу людини на показники роботи системи, за якими визначається вплив помилок людини на надійність.

Методи кількісного аналізу ризику характеризуються розрахунком таких показників ризику, як індивідуальний, соціальний, потенціальний та колективний ризику, і можуть включати у себе методи якісного аналізу.

Проведення кількісного аналізу вимагає високої кваліфікації виконавців, великого об'єму інформації стосовно аварійності, надійності обладнання, обліку відмінностей навколишнього середовища, метеоумов, часу знаходження людей на території та поблизу об'єкту, щільності заселення та інших факторів. Недоліками цього аналізу є невисока точність результатів, внаслідок чого використання кількісних показників у якості критеріїв безпеки для складних виробництв, як правило, не виправдано.

Також існують такі додаткові методи що, що використовують при аналізі ризику, як відомості перевірок, загальний аналіз відмов, моделі описання наслідків, метод Делфі, індекси небезпек, метод Монте-Карло та

інші методи моделювання, парні порівняння, облік даних по експлуатації, аналіз прихованих процесів та ін.

Таким чином, різноманіття вищезазначених методів та моделей дає можливість проводити аналіз ризику на усіх стадіях існування об'єкту, починаючи із планування та організації робіт і закінчуючи виводом його з експлуатації.

3.3. Оцінка ризику втрати та ушкодження господарських об'єктів в регіонах України

Ризик від втрати та ушкодження господарських об'єктів від НС різного походження протягом року визначається за формулою 3.8. При цьому ймовірність реалізації НС із втратами для господарських об'єктів на території заданого регіону визначається за виразом 3.9.

Для умов Запорізької області ймовірність реалізації НС із втратами для господарських об'єктів становитиме

$$P_T = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i + \sum_{i=1}^n M_i} = \frac{57}{57+63} = 0,475, \quad (3.8)$$

Уразливість господарських об'єктів до руйнування в результаті НС на території Запорізької області визначається за співвідношенням

$$V_{T1} = \frac{N_{T1}}{N_T} = \frac{9}{1060} = 0,0088. \quad (3.9)$$

Уразливість господарських об'єктів до ушкодження в НС на території Запорізької області становитиме

$$V_{T2} = \frac{N_{T2}}{N_T} = \frac{23}{1060} = 0,022. \quad (3.10)$$

За таких умов ризик від втрати та пошкодження господарських об'єктів Запорізької області в результаті реалізації НС різного походження становитиме

$$R_T = \sum_{i=1}^n P_{Ti} (V_{T1i} \cdot L_{T1i} \cdot N_{T1i} + V_{T2i} \cdot L_{T2i} \cdot N_{T2i}) = \\ = 0,475(0,0088 \cdot 9 + 0,022 \cdot 23) = 0,277 \text{ об./рік.} \quad (3.11)$$

Проводячи розрахунки аналогічним чином для інших регіонів держави, отримуємо кількісні значення ризику від втрати та пошкодження ПНО в результаті НС (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Результати оцінки ризику від втрати та пошкодження ПНО в результаті НС

Регіон України	Ймовірність НС із збитками для ПНО, P_{Ti}	Уразливість ПНО в НС		Кількість ПНО, N_{Ti}	Ризик від втрати та пошкодження ПНО, R_{Ti}
		до руйнування, V_{T1i}	до ушкодження, V_{T2i}		
АР Крим	0,4318	0,0174	0,0417	899	0,7906
Вінницька	0,5060	0,0108	0,0262	663	0,2700
Волинська	0,3636	0,0112	0,0281	301	0,0998
Дніпропетровська	0,4056	0,0087	0,0209	2055	0,4284
Донецька	0,4164	0,0158	0,0376	2908	2,0111
Житомирська	0,4038	0,0143	0,0347	543	0,3081
Закарпатська	0,4390	0,0038	0,0097	754	0,0359
Запорізька	0,4750	0,0089	0,0215	1060	0,2728
Івано-Франківська	0,3714	0,0119	0,0291	535	0,1960
Київська	0,4096	0,0177	0,0428	673	0,5909
Кіровоградська	0,4242	0,0104	0,0255	503	0,1623
Луганська	0,4201	0,0164	0,0392	1107	0,8402
Львівська	0,4422	0,0096	0,0230	1356	0,3721
Миколаївська	0,3804	0,0074	0,0182	721	0,1061
Одеська	0,4537	0,0173	0,0418	678	0,6304
Полтавська	0,3600	0,0039	0,0095	1439	0,0548
Рівненська	0,4400	0,0027	0,0073	516	0,0136
Сумська	0,3415	0,0092	0,0228	527	0,1086
Тернопільська	0,3962	0,0061	0,0154	530	0,0576
Харківська	0,4906	0,0070	0,0170	1694	0,2811
Херсонська	0,4242	0,0171	0,0415	519	0,4432
Хмельницька	0,3714	0,0047	0,0119	734	0,0447
Черкаська	0,3478	0,0146	0,0357	508	0,2625
Чернівецька	0,3939	0,0076	0,0194	355	0,0606
Чернігівська	0,4500	0,0070	0,0172	747	0,1159

За результатами оцінки проведено ранжирування регіонів України за рівнем ризику від руйнування та пошкодження потенційно небезпечних об'єктів в результаті надзвичайної ситуації (рис. 3.5).

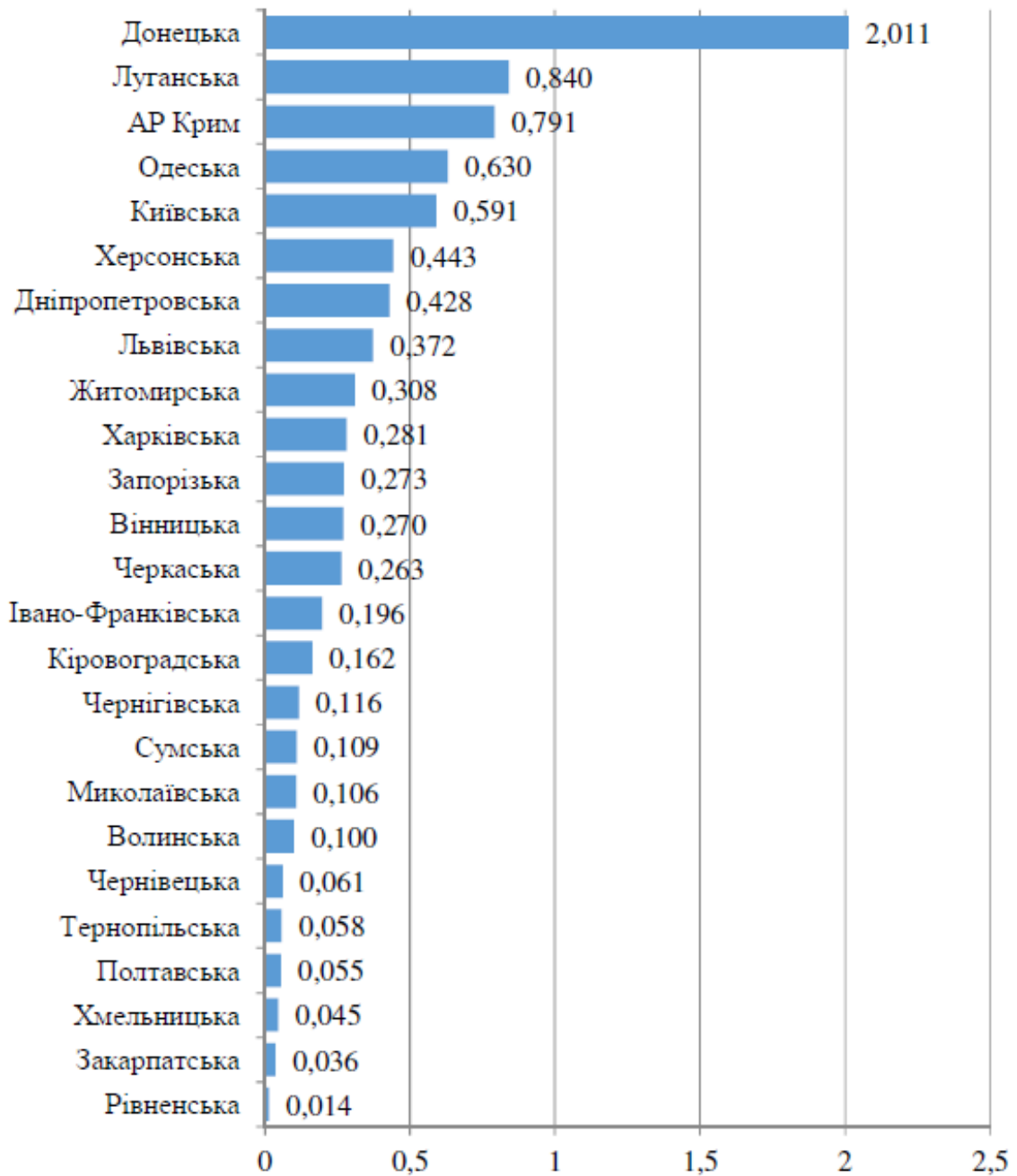


Рис. 3.5 – Ранжирування регіонів України за рівнем ризику від руйнування та пошкодження ПНО в результаті НС

Отримані результати показують, що Донецька область є найбільш небезпечною і має найбільший рівень ризику руйнування та пошкодження ПНО від НС різного походження, можливих на її території. Це пояснюється тим, що цей регіон характеризується найбільшою кількістю ПНО, до складу яких відносяться підприємства гірничо-видобувної, металургійної та хімічної галузей промисловості. В умовах військового конфлікту на сході України

значно зростає загроза руйнування і пошкодження ПНО в результаті потрапляння бойових снарядів під час військових дій.

Луганська, АР Крим, Одеська, Київська області мають високий рівень ризику руйнування та пошкодження ПНО, обумовлений функціонуванням на їх території підприємств хімічної, переробної галузей, що використовують процесі роботи небезпечні речовини.

Херсонська, Дніпропетровська, Львівська, Житомирська, Харківська, **Запорізька області** характеризуються середнім рівнем ризику руйнування та пошкодження ПНО. Незважаючи на значну кількість ПНО в цих регіонах, кількість НС техногенного походження в них має тенденцію до зниження, що пояснює отримані результати оцінки ризику.

Рівненська, Закарпатська, Тернопільська, Хмельницька, Полтавська області мають найнижчі рівні ризику для ПНО від НС, що пояснюється відносно невеликою кількістю функціонуючих промислових об'єктів на їх території порівняно з областями східного регіону держави.

3.4. Методи визначення ризику техногенної безпеки

Цій проблемі присвячена велика кількість наукових праць, існують навіть міжнародні стандарти, де описані методи визначення ризику. Сучасне українське законодавство [36], яке теж базується на РОП, вимагає перегляду й детального аналізу всіх можливих сценаріїв аварій та всіх можливих вихідних подій як цілісної системи забезпечення безпеки персоналу, населення та довкілля. Подібна потреба оцінки безпеки виникає у кожного суб'єкта діяльності небезпечних технологій у таких процесах:

- 1) декларування безпеки й отримання ліцензії на небезпечну діяльність;
- 2) оцінка рівня безпеки для страхування;
- 3) після виникнення випадкових небезпечних подій для оцінки рівня безпеки того, що відбулося;
- 4) під час контролю (інспекцій ЦОВ).

У рамках оцінок та аналізу ризику на основі ймовірнісних структурно-логічних моделей можливо здійснити перегляд сценаріїв та визначити кількісні критерії. Кількісні розрахунки дозволяють визначити ймовірності виникнення аварій, ймовірності переходу аварії з однієї стадії в наступну, умови такого переходу, математичну значимість усіх випадкових подій, що дозволяє оптимальним чином робити розподіл коштів на запобігання аварій та ліквідацію наслідків. Оскільки ризик у кожному конкретному випадку залежить від параметрів безпеки підприємства (J, S_n, M_A) то з цього слідує, що й сили та засоби реагування залежать від цих параметрів. Тому завдання визначення ризику важливе не тільки для попередження небезпеки, а й для регулювання розташування сил реагування. З математичної точки зору, це можливо описати в такому виді: ризик R є функцією 6-и таких змінних:

$$R = F(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6), \quad (3.12)$$

- де x_1 – всі ймовірні сценарії аварій для всіх режимів роботи;
- x_2 – всі можливі вихідні події, природного характеру тощо;
- x_3 – зношеність основного обладнання та статистика його відмов;
- x_4 – типи захисного обладнання та його стан;
- x_5 – навченість персоналу;
- x_6 – наслідки з урахуванням природно-кліматичних умов.

Для проведення кількісних розрахунків створюється ймовірнісна структурно-логічна модель (ІСЛМ) об'єкта, яка складається з дерев подій (ДП) – сценаріїв можливих аварій та дерев відмов (ДВ) – моделей можливих відмов існуючих систем захисту.

Кількість дерев подій (сценаріїв) відповідає кількості вихідних подій, а дерева відмов відповідають функціям систем захисту. Детальний опис цієї методології можна знайти в роботах з аналізу безпеки АЕС та в навчальних посібниках. Така модель вперше розроблена дослідниками із США, там же розроблене спеціальне програмне забезпечення – комп'ютерний код «SAPHIR», який реалізує методологію на рівні числових результатів.

Висновки по розділу 3

1. Ефективно організований процес управління ризиками починається з їх ідентифікації, тобто виявлення ризиків. Важливою характеристикою цього аспекту ризик-менеджменту є своєчасність. Наступним етапом є оцінювання ризиків, що були виявлені і є характерними для суб'єкта господарської діяльності. На цьому етапі пріоритетом є досвід, знання та навички особи, що дає оцінку ризику, оскільки від її суджень залежить рівень достовірності проведеної процедури.

2. Різноманіття розглянутих методів та моделей дає можливість проводити аналіз ризику на усіх стадіях існування об'єкту, починаючи із планування та організації робіт і закінчуючи виводом його з експлуатації.

3. Запорізька область характеризується середнім рівнем ризику руйнування та пошкодження ПНО. Незважаючи на значну кількість ПНО в цьому регіоні, кількість НС техногенного походження має тенденцію до зниження, що пояснює отримані результати оцінки ризику.

4. Потрібні корінні зміни технологій управління безпекою, у тому числі й процедур моніторингу безпеки, на основі ризик-орієнтованих підходів і відповідних розрахунків ризику. На основі кількісних розрахунків ризиків повинні визначатися параметри внутрішнього й зовнішнього моніторингу. Можливість невиконання цілей безпеки також є ризик.

Ситуацію з регулювання безпеки у сфері цивільного захисту потрібно змінювати докорінно. Стратегія управління безпекою має відповідати новому державному устрою та приватній формі власності.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

В першому розділі розглянуто сучасні моделі ефективного управління ризиками підприємств та територій та проаналізовані основні чинники формування загроз у техногенному середовищі. Аналіз джерел загроз техногенній безпеці Запорізького регіону засвідчив, що зростання валового регіонального продукту супроводжується відповідним збільшенням кількості відходів і викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Також обґрунтовано використання теорії надійності для удосконалення методики оцінки рівня безпеки основних об'єктів захисту регіонів України.

Другий розділ присвячено використанню ризик-орієнтованого підходу для побудови структурно-логічних моделей виникнення й розвитку НС. Основними завданнями РОП є створення реальних наукових основ організації безпеки складних технічних систем, людей і довкілля, розроблення методів оцінки небезпеки промислових об'єктів та наукових засад концепції прийнятного рівня ризику стосовно умов функціонування системи «людина-техніка-середовище». Його впровадження дозволяє за рахунок підвищення ефективності заходів на порядок скоротити витрати на створення безпечних систем.

В третьому розділі представлено результати розробки методики розрахунку комплексного (загального) ризику промислових об'єктів. Проаналізовано методичні підходи та наведена характеристика методів аналізу ризику небезпечних промислових об'єктів. Доведено, що потрібні корінні зміни технологій управління безпекою, у тому числі й процедур моніторингу безпеки, на основі ризик-орієнтованих підходів і відповідних розрахунків ризику. На основі кількісних розрахунків ризиків повинні визначатися параметри внутрішнього й зовнішнього моніторингу.

Важливим напрямом подальшої роботи вважаємо розрахунок ризиків найбільш потенційно загрозливих об'єктів Запорізької області згідно розробленої методики розрахунку загального ризику промислових об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту : Постанова КМ України від 09.01.2014 року № 11 / (редакція від 03.05.2023 р.). [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text> – Назва з екрану.
2. Бегун В.В. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки) / В.В. Бегун І.М Науменко: [навч. посіб.] / Бегун В. В. Науменко І. М. – К., 2004. – 328 с.
3. Кодекс цивільного захисту України (редакція від 27.11.2023 р.) / ВВР, 2013, №34-35, ст. 458. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> – Назва з екрану.
4. Механізм цивільного захисту ЄС: двері відчинено. Урядовий кур'єр. 21.10.2022. URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/news/mehanizm-civilnogoza-histu-yes-dveri-vidchineno/>.
5. Тарасова Т.О., Червчата А.О., Ставерська Т.О. Обліково-аналітичне забезпечення ризик-менеджменту в умовах сталого розвитку підприємства. Науковий вісник Івано-Франківського нац. техн. унів-ту нафти і газу. Серія: Економіка та управління в нафтовій і газовій пром-ті. 2019. № 2. – С. 142-153.
6. Яцух О.В., Зоря М.В. Сучасні підходи до розрахунку професійного ризику виробництва. Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Харків : НУЦЗУ, 2023. – С. 440-441.
7. Yatsukh O., Zoria M. (2023). Analysis of Risk of Self-Ignition Grain Products During Storage. In Key Engineering Materials (Vol. 954, pp. 201-209). Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/p-ofwv1d>.
8. Бегун В.В. Моніторинг безпеки на основі аналізу ймовірнісних структурно-логічних моделей виробництва / В.В. Бегун // Моделювання та інформаційні технології. – К.: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова, 2009. – Вип. 52. – С. 17–26.
9. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки : наказ Міністерства

праці та соціальної політики України від 04.12.2002 р № 637. *Офіційний вісник України*, 2003. № 52. Основа.

10. Іванюта, С.П. Екологічна та природно–техногенна безпека України: регіональний вимір загроз і ризиків : монографія / С.П. Іванюта, А.Б. Качинський; Нац. інститут стратегічних досліджень. –К.: НІСД, 2012. – 308 с.

11. Яцух О.В., Зоря М.В., Мохнатко І.М. Ідентифікація потенційно-небезпечних об’єктів України на засадах ризик-орієнтованого підходу / О.В. Яцух, М.В. Зоря, І.М. Мохнатко // Всеукраїнський науково-практичний журнал “Директор школи, ліцею, гімназії”. – Спеціальний тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». – № 2. – Кн. 3. – Том II (89). – К.: – Гнозис, 2020-2021, – С. 79-88. <https://doi.org/10.38014/osvita.2022.89.07>.

12. Яцух О.В. Сучасні підходи до системи управління охороною праці / О.В. Яцух, М.В. Зоря, І.М. Мохнатко // Розвиток освіти, науки та бізнесу: результати 2020: тези доп. Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. 3-4 грудня 2020 р. – Україна, Дніпро, 2020. – Т.2. – С. 584-586.

13. Рогач Ю.П. Проблематика реформування СУОП в Україні / Ю.П. Рогач, О.В. Яцух, І.М. Мохнатко, Д. Мясніченко // Безпека життєдіяльності в XXI столітті : тез. допов. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. (19-20 листопада 2020 р.) / відп. ред. А.С. Беліков. – Дніпро: ПДАБА, 2020. – С. 70-72.

14. Рогач Ю.П., Зоря М.В. Дослідження закономірностей виникнення виробничих небезпек та травмонебезпечних ситуацій в аграрному секторі економіки України / Ю.П. Рогач, М.В. Зоря // Забезпечення цивільної безпеки в сучасних умовах: мат. Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (26-30 квітня 2021 р., м. Мелітополь, Україна) / за заг. ред. О.В. Яцух. – Мелітополь: ТДАТУ, 2021. – С. 79-83.

15. Головін Д.С., Яцух О.В. Створення системи управління охороною праці в сільськогосподарському підприємстві / Д.С. Головін, О.В. Яцух / Актуальні питання охорони праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України : тез. допов. III Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (09-11

листопада 2022 року, м. Харків, Україна) / за заг. ред. В.В. Малишевої. – Харків: ХНУМГ, 2022. – С. 85-87.

16. Rohach Y., Yatsukh O., Zoria M. Determining the Risks of the Production Environment of an Agricultural Enterprise. *Modern Development Paths of Agricultural Production: Trends and Innovations* / Ed. V. Nadykto. Cham, Switzerland : Springer, 2019. P. 777-785. ISBN 978-3-030-14917-8.

17. Практичні аспекти управління відходами в Україні. Посібник / Барінов М.О., Олексієвець І.Л., Родная Д.В., Журавель Т.В., Коломієць С.В., Козлова І.А., Пархоменко Г.П. – К.: «Поліграф плюс», 2021. – 118 с.

18. Яцух О.В., Хараім М.Г. Щодо питання застосування вищої математики у цивільній безпеці. Безпека життєдіяльності в ХХІ столітті : тези доповідей ХVІ Міжвузівської студ. наук.-практ. конф. (16-17 квітня 2020) / відп. ред. А.С. Беліков.– Дніпро: ПДАБА, 2020. – С. 22-24.

19. Яцух О.В. Щодо оцінки ризиків в цивільній безпеці / Сучасні проблеми професійної та цивільної безпеки: Зб. тез доповідей I Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції (28 квітня 2020 р., м. Дніпро, Україна). – Дніпро: Редакційно-видавничий комплекс ДВНЗ УДХТУ, 2020. – С. 112-116.

20. Порядок ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та ведення їх обліку : Постанова Кабінету Міністрів України від 13.09.2022 р. № 1030. *Офіційний вісник України*. 2022. № 75. С. 69.

21. Сучасний стан охорони праці в Україні. URL: <https://asgop.com.ua/index.php/public/1/> (дата звернення: 08.12.2023).

22. Публічний звіт голови Держпраці Ігоря Дегнери за підсумками 2022 року. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2022/Zvit_work_2022.pdf (дата звернення: 08.12.2023).

23. Статистика по нещасним випадках за 9 місяців 2023 р. URL: https://kyivcity.gov.ua/pilhy_dovidky_ta_sotsialnyi_zakhyst/virobnichiy_travmatizm_profesiyna_zakhvoryuvanist_ta_neobkhidnist_provedennya_profilaktichnikh_zakhodiv_zadlya_nedopuschennya_neschasnikh_vipadkiv/ (дата звернення: 08.12.2023).

24. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Поправка. [Чинний від 2005-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 18 с.

25. Yatsukh O. Modern approaches to labor protection management in the enterprise / O.Yatsukh, M.Zoria, I. Mokhnatko // International Electronic Scientific and Practical Journal «WayScience». – №2(6). – Ukraine (Dnipro), 2020. – P.172-181.

26. Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій : Постанова Кабінету Міністрів України від 5 вересня 2018 р. № 715. *Офіційний вісник України*. 2018. № 72. С. 53.

27. Про об'єкти підвищеної небезпеки : Закон України (редакція від 06.08.2022 р.) / ВВР, 2001, №15. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text> – Назва з екрану.

28. Яцух О.В. Актуальність запровадження ризик-орієнтованого підходу для потенційно-небезпечних об'єктів Запорізької області / О.В. Яцух // Забезпечення цивільної безпеки в сучасних умовах: матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (26-30 квітня 2021 р., м. Мелітополь, Україна) / за заг. ред. О.В. Яцух. – Мелітополь: ТДАТУ, 2021. – С. 44-49.

29. Мандзій В.В., Яцух О.В. Ризик-орієнтований підхід – основа ідентифікації потенційно-небезпечних об'єктів / ІХ Всеукр наук.-техн. конф. магістр. і студ. ТДАТУ. Факультет АТЕ: мат. ІХ Всеукр. наук.-техн. конф., 10-25 листопада 2021 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. – С. 206-209.

30. ДСТУ ISO 55000:2019 Управління активами. Загальний огляд, принципи та термінологія (ISO 55000:2014, IDT). Чинний від 2020-01-01.

31. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT). Чинний від 2016-07-01.

32. Яцух О.В., Бодня В.В. Аналіз існуючих методів експертних оцінок визначення професійного ризику. Проблеми та перспективи розвитку системи

безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць XV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2020. – С. 256-257.

33. Яцух О.В., Кіосов С.О. Особливості методу визначення усередненої оцінки експертів при визначенні професійного ризику. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць XV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2020. – С. 273-274.

34. Яцух О.В., Хараїм М.Г. Аналіз найбільш розповсюджених методів експертних оцінок визначення професійного ризику в охороні праці. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. курсантів і студентів «Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених», 13 травня 2020 р. – Черкаси: ЧПБ імені Героїв Чорнобиля, 2020. – С. 257-258.

35. ДСТУ EN ІЕС 31010:2022 Керування ризиками – методи оцінки ризиків (EN ІЕС 31010:2019, ІДТ; ІЕС 31010:2019, ІДТ). Чинний від 2023-12-21.

36. Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності : Закон України (редакція від 27.11.2023 р.) / ВВР, 2007, №29. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/877-16#Text> – Назва з екрану.