

УДК 331.45, 331.452
№ держреєстрації 0124U001700
Інв. №

Товариство з обмеженою відповідальністю
«ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
69008, м. Запоріжжя, вул. Південне шосе, 80



ЗАТВЕРДЖУЮ

проректор з науково-дослідної роботи
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Володимир КУХАР

«15» січня 2026 р.

**ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

Наукові засади та інноваційні технології управління професійними
ризиками у гірничо-металургійному комплексі

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ТА
ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ, РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ЩОДО ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГІРНИЧО-
МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ
(проміжний)**

Керівник НДР
професор кафедри безпеки праці та
охорони довкілля, д-р техн. наук

Олег КРУЖИЛКО

«26» грудня 2025 р.

2025

Рукопис завершено 26 грудня 2025 р.

Результати роботи розглянуто Науково-технічною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»,
протокол № 6 від 15 січня 2026 р.

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР,
професор, д-р техн.
наук



Олег КРУЖИЛКО
(вступ, розділ 4)

Відповідальні
виконавці:

Декан гірничо-
металургійного
факультету,
канд. техн. наук



Наталія ВОЛОДЧЕНКОВА
(підрозділи 1.2, 3.1, реферат)

Доцент, канд. техн. наук



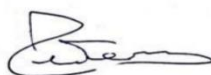
Володимир МАЙСТРЕНКО
(підрозділ 2.2, вступ)

Професор, д-р техн.
наук



Сергій ЧЕБЕРЯЧКО
(підрозділ 3.1, розділ 4)

Професор, д-р техн.
наук



Юрій ЧЕБЕРЯЧКО
(підрозділ 3.2)

Виконавці:

В.о. завідувача
кафедри безпеки праці
та охорони довкілля
канд. наук. держ. упр.



Максим Каракай
(підрозділ 3.2)

Доцент, канд. техн. наук



Микола РЕПІН
(підрозділ 1.1)

Доцент, канд. техн. наук



Гліб ДЕМЧУК
(підрозділ 2.3)

Доцент, канд. техн. наук



Ольга БОГДАНОВА
(підрозділ 1.2)

Доцент, канд. техн. наук



Світлана ВІРИЧ
(підрозділ 3.2)

Професор, д-р техн.
наук



Віола ВАМБОЛЬ
(підрозділ 2.4)

Доцент, канд. пед. наук



Олена ШАРОВАТОВА
(підрозділ 3.1)

Доцент, канд. техн. наук



Наталія МАКСИМОВА
(розділ 4)

Доцент, канд. техн. наук



Антон МАЦАК
(підрозділ 3.3)

Старший викладач



Олена НАКЕМПІЙ
(розділ 4)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 82 с., 12 табл., 3 рис., 27 джерел.

Ключові слова: охорона праці, безпека та гігієна праці, професійний ризик, планування, управління.

Об'єкт дослідження: методи оцінювання професійних ризиків та планування профілактичних заходів щодо їх зниження.

Мета роботи: теоретичне дослідження існуючих методів ідентифікації небезпек, нормативної бази, наукових досліджень з оцінки професійного ризику, розроблення рекомендацій щодо раціонального застосування методів оцінки професійного ризику на підприємствах гірничо-металургійного комплексу.

Результати роботи: теоретичне дослідження та обґрунтування методів управління професійними ризиками.

Сфера застосування: промислові підприємства України, навчальний процес.

Економічна та соціально-економічна ефективність роботи. Соціально-економічна ефективність включає поліпшення умов праці і зниження рівня професійних захворювань працівників, підвищення культури безпеки, зростання довіри до роботодавців і зменшення соціальної напруги в трудових колективах.

Економічна ефективність роботи полягає у зниженні витрат на компенсації працівникам, витрат на лікування та відновлення після нещасних випадків, а також підвищення продуктивності праці завдяки безпечним умовам.

Значимість роботи: результати роботи дозволять вдосконалити нормативну базу та адаптувати наукові підходи до сучасних потреб виробництва, мінімізуючи ризики для працівників і економічні втрати підприємств. Це сприятиме збереженню людського капіталу та підвищенню ефективності роботи підприємств.

Висновки, пропозиції щодо розвитку об'єкта дослідження й доцільності продовження досліджень. Дослідження існуючих методів ідентифікації небезпек та оцінки професійних ризиків виявило їхню ключову роль у забезпеченні безпечних умов праці. Важливість цього напрямку підтверджується його впливом на економічну ефективність підприємств, зниження травматизму та професійних захворювань, а також розвиток культури безпеки. Продовження досліджень є необхідним для адаптації до швидкозмінних умов виробництва, зокрема через впровадження інноваційних технологій і нових форм праці.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК.....	8
1.1 Виявлення джерел потенційної шкоди на робочому місці.....	8
1.2 Опис умов, що призводять до виникнення небезпеки	13
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗІ ЗНИЖЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ	23
2.1 Теоретичні основи оцінки професійного ризику	23
2.2 Удосконалення методу Елмері для ідентифікації виробничих небезпек та оцінки професійного ризику	27
2.3 Обґрунтування плану заходів зі зниження професійного ризику на основі експертних оцінок	36
2.4 Алгоритм управління професійним ризиком	41
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ПРИ ПЛАНУВАННІ ЗАХОДІВ ЗІ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ	46
3.1 Експериментальне дослідження ризиків настання травматичних подій	46
3.2 Визначення прийнятності ризиків та обґрунтування вибору заходів із зниження виробничих ризиків методом експертних оцінок	52
3.3 Вирішення завдань планування заходів зі зниження рівня виробничого ризику	58
РОЗДІЛ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ТЕМАТИКОЮ РОБОТИ.....	67
ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ.....	78

ВСТУП

Вихідними даними для виконання теми є методи загального оцінювання ризику відповідно до настановних нормативних актів з оцінки та управління ризиками в сфері охорони праці, а також результати наукових досліджень.

Актуальність дослідження методів ідентифікації небезпек та оцінки професійного ризику обумовлена необхідністю зменшення травматизму та забезпечення безпеки праці в умовах сучасного виробництва. Постійне оновлення нормативної бази та впровадження інноваційних підходів дозволяють своєчасно виявляти потенційні ризики та ефективно їх мінімізувати. Зростання складності виробничих процесів і впровадження нових технологій підсилюють потребу в систематичних дослідженнях і адаптації міжнародного досвіду. Це сприяє підвищенню рівня захищеності працівників, збереженню їх здоров'я та довготривалому розвитку підприємств.

На теперішній час відсутній єдиний практичний підхід до оцінки професійного ризику в системі управління охороною праці на будь-якому підприємстві незалежно від виду його діяльності, заснованого на загальних теоретичних постулатах не зважаючи на величезну різноманітність ризиків, методологічних концепцій теорії ризику і методичних підходів до аналізу та оцінювання ризиків. Така ситуація пояснюється недосконалістю підходів до оцінки ризику, некоректним застосуванням існуючих методик, слабким зв'язком між результатами оцінки ризику і подальшими управлінськими рішеннями тощо. Тому удосконалення методичних підходів до ідентифікації виробничих небезпек, оцінки професійних ризиків та планування заходів з охорони праці на підприємствах гірничодобувної галузі є актуальним науково-практичним завданням, що зумовило вибір теми і цільову спрямованість дисертаційної роботи.

РОЗДІЛ 1. ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК

1.1 Виявлення джерел потенційної шкоди на робочому місці

Схвалена Кабінетом Міністрів України Концепція реформування системи управління охороною праці в Україні та міжнародне законодавство зумовлюють необхідність побудови системи управління гігієною та безпекою праці на основі ризикоорієнтованого підходу [1, 2]. Побудова вказаної системи потребує наукових досліджень щодо формування методичного забезпечення процесів ідентифікації небезпек та оцінки професійних ризиків. ISO 45001 – це міжнародний стандарт, який визначає вимоги до системи управління охороною здоров'я та безпеки праці (OH&S). Він створений для того, щоб організації могли покращити безпеку працівників, зменшити ризики на робочих місцях і створити безпечні умови праці [3].

Оцінка ризику – це систематичний процес виявлення, аналізу та оцінки потенційних небезпек або невизначеностей, які можуть негативно вплинути на цілі організації [4, 5]. Цей процес відіграє вирішальну роль у прийнятті рішень, допомагаючи організаціям передбачати проблеми, визначати пріоритетність ризиків і ефективно розподіляти ресурси.

Аналіз ризиків, як додатковий процес, глибше заглиблюється в оцінку виявлених ризиків, забезпечуючи розуміння їхньої ймовірності та потенційного впливу.

Разом ці процеси утворюють основу надійних стратегій управління ризиками.

Етапи процесу оцінки ризиків:

1. **Ідентифікація небезпеки** Перший крок включає визначення потенційних ризиків або небезпек, які можуть вплинути на організацію. Це включає фізичні, фінансові, операційні та репутаційні ризики. Ефективна

ідентифікація базується на аналізі історичних даних, відгуках зацікавлених сторін і факторах навколишнього середовища.

2. Оцінка ризику Після визначення небезпек кожен ризик оцінюється на основі його ймовірності виникнення та потенційного впливу. Такі інструменти, як матриці ризиків і діаграми ймовірності впливу, часто використовуються для класифікації ризиків як низького, середнього або високого пріоритету.

3. Заходи контролю Після визначення пріоритетності ризиків розробляються заходи контролю для їх пом'якшення, передачі, прийняття або усунення. Ці заходи включають створення планів на випадок надзвичайних ситуацій, впровадження протоколів безпеки або застосування інструментів аналізу ризиків для моніторингу ризиків у режимі реального часу.

Небезпека (Hazard) – це джерело потенційної травми або погіршення здоров'я. Небезпека може бути пов'язана з:

- обладнанням,
- матеріалами,
- робочими процесами,
- організацією праці,
- навколишнім середовищем
- іншими факторами.

Чому ідентифікація небезпек та оцінка ризиків є критично важливими?

Ефективна ідентифікація небезпек та оцінка ризиків є важливим аспектом, що забезпечує успішне функціонування СУОП. Ідентифікація небезпек дозволяє організації:

Проактивно запобігати травмам та погіршенню здоров'я: Виявляючи потенційні небезпеки на ранніх етапах, організація може вжити превентивних заходів для їх усунення або мінімізації пов'язаних з ними ризиків.

Визначати пріоритети для вжиття заходів: Оцінка ризиків допомагає визначити, які небезпеки становлять найбільшу загрозу та потребують першочергової уваги та ресурсів для контролю.

Забезпечувати відповідність законодавчим та іншим вимогам: Багато законодавчих актів у сфері охорони праці вимагають від організацій проводити оцінку ризиків та вживати відповідних заходів безпеки.

Покращувати обізнаність працівників: Залучення працівників до процесу ідентифікації небезпек та оцінки ризиків підвищує їхню обізнаність про потенційні загрози та сприяє формуванню культури безпеки.

Сприяти постійному покращенню: Регулярний перегляд та оновлення інформації про небезпеки та ризики дозволяє організації постійно вдосконалювати свою СУОП.

Процес ідентифікації небезпек

Ідентифікація небезпек є систематичним процесом, який має охоплювати всі аспекти діяльності організації. Ось кілька методів та кроків, які можна використовувати:

Огляд робочого місця: Регулярно проводьте візуальні огляди всіх робочих зон, звертаючи увагу на потенційні джерела небезпеки, такі як:

- Небезпечне обладнання або інструменти.
- Небезпечні речовини та матеріали.
- Небезпечні умови праці (наприклад, слизька підлога, погане освітлення, надмірний шум).
- Небезпечні практики роботи.

Аналіз робочих процесів та завдань: Розбийте кожен робочий процес на окремі етапи та визначте потенційні небезпеки, пов'язані з кожним етапом.

Вивчення минулих інцидентів та нещасних випадків: Проаналізуйте записи про попередні нещасні випадки, інциденти

та невідповідності, щоб виявити повторювані небезпеки або недостатньо контрольовані ризики.

Консультації з працівниками: Залучайте працівників до процесу ідентифікації небезпек, оскільки вони безпосередньо стикаються з ними у своїй повсякденній роботі та можуть надати цінну інформацію.

Аналіз законодавчих та нормативних вимог: Визначте небезпеки, які регулюються відповідними законодавчими актами та стандартами у сфері охорони праці.

Розгляд потенційних надзвичайних ситуацій: Ідентифікуйте небезпеки, які можуть виникнути під час надзвичайних ситуацій, таких як пожежі, вибухи або витoki небезпечних речовин.

Аналіз хімічних речовин та матеріалів: Ознайомтеся з паспортами безпеки (SDS) на хімічні речовини та матеріали, що використовуються в організації, щоб визначити пов'язані з ними небезпеки.

Використання чек-листів та опитувальників: Застосовуйте структуровані інструменти для систематичної ідентифікації небезпек у різних сферах діяльності.

Процес оцінки ризиків: Після ідентифікації небезпек необхідно оцінити пов'язані з ними ризики. Процес оцінки ризиків зазвичай включає наступні кроки:

Визначення ймовірності виникнення небезпечної події: Оцініть, наскільки ймовірно, що працівник буде підданий впливу ідентифікованої небезпеки та що це призведе до травми або погіршення здоров'я. Ймовірність може бути оцінена за шкалою від “малоймовірно” до “дуже ймовірно”.

Визначення тяжкості наслідків: Оцініть потенційну серйозність травми або погіршення здоров'я, які можуть виникнути внаслідок небезпечної події. Тяжкість може бути оцінена за шкалою від “незначні наслідки” до “смертельні наслідки”.

Визначення рівня ризику: Комбінуйте оцінки ймовірності та тяжкості для визначення рівня ризику. Для цього часто використовують матриці ризиків, де рівень ризику визначається на перетині відповідних категорій ймовірності та тяжкості (наприклад, низький, середній, високий).

Визначення прийнятності ризику: Визначте, чи є рівень ризику прийнятним для організації, враховуючи законодавчі вимоги, власні критерії ризику та наявні ресурси для контролю. Якщо ризик є неприйнятним, необхідно розробити та впровадити заходи для його зменшення.

Методи та інструменти для ідентифікації небезпек та оцінки ризиків

Існує безліч методів та інструментів, які організації можуть використовувати для ідентифікації небезпек та оцінки ризиків, включаючи:

- Аналіз видів та наслідків відмов (FMEA)
- Аналіз небезпек та критичних контрольних точок (HACCP)
- Метод “Що, якщо?” (What-if analysis)
- Оцінка ризиків за допомогою матриці ризиків
- Чек-листи безпеки
- Програмне забезпечення для управління ризиками

Вибір конкретного методу або інструменту залежить від розміру та складності організації, характеру її діяльності та наявних ресурсів.

Документування та перегляд процесу

Важливо документувати процес ідентифікації небезпек та оцінки ризиків, включаючи:

- перелік ідентифікованих небезпек;
- оцінку ризиків для кожної небезпеки (ймовірність, тяжкість, рівень ризику);
- заплановані та впроваджені контрольні заходи;
- результати перегляду та оновлення інформації про небезпеки та ризику.

Інформація про небезпеки та ризики повинна регулярно переглядатися та оновлюватися, особливо після нещасних випадків, інцидентів, змін у робочих процесах або законодавстві.

1.2 Опис умов, що призводять до виникнення небезпеки

Впливи, пов'язані з підвищенням або пониженням температури людського тіла (як зсередини, так і зовні), можуть призводити до травм або смерті. До таких впливів відносять теплове випромінювання, конвекція і пряма теплопередача з шкірного покриву або до нього, вдихання надто холодного чи гарячого повітря, вживання всередину занадто холодних або теплих рідин або твердих речовин.

Раптові зміни навколишнього повітря, зумовлені дією повітряних ударних хвиль, можуть призводити до травм або смерті.

Механічні травми виникають через додатки надмірного тиску до окремих ділянок людського тіла. Механічні травми - це рвані і різані рани, удари, переломи, розтрощення, відриви частин тіла, травми, що зачіпають життєво важливі органи, - мозок, серце, легені та ін.

Зниження концентрації кисню в повітрі призводить до травм і смерті. Перерва в диханні відбувається, якщо людина тоне чи похований під твердими матеріалами. Надлишок кисню також небезпечний. При високій концентрації кисню різко виникає пожежна небезпека.

Добре відомо, що присутність певних речовин в навколишньому середовищі призводить до захворювання або смерті (наприклад, надмірна концентрація оксиду або діоксиду вуглецю).

Надмірна концентрація хвороботворних мікроорганізмів шкідлива і призводить до інфекційних захворювань.

Для всіх довжин хвиль електромагнітного випромінювання існують межі інтенсивності, за якими їх вплив на організм людини стає небезпечним для здоров'я.

Людський організм пристосувався до існування в умовах природного радіоактивного фону, а внесок відносно невеликий техносферної складової (ядерної енергетики в нормальних умовах експлуатації, медичної діагностики, неруйнівних методів контролю в техніці і т.д.) можна вважати нешкідливим. Підвищений рівень дозових навантажень призводить до хронічних захворювань, значні дози викликають променеви хворобу і смерть.

Людський організм чутливий до різниці потенціалів порядку десятків вольт. Різниця потенціалів в сотні вольт (байдуже - постійної або змінної напруги) цілком може призвести до загибелі.

Звукові та вібраційні навантаження можуть привести до хронічних захворювань несмертельної характеру.

Найбільш суттєві параметри середовища проживання людини, що мають значення для його нормальної та безпечної життєдіяльності, такі:

- а) температура;
- б) тиск навколишнього атмосферного повітря;
- в) зовнішній тиск, який чиниться на окремі ділянки тіла;
- г) концентрація кисню;
- д) концентрація токсичних або корозійно-активних речовин;
- е) концентрація хвороботворних мікроорганізмів;
- ж) щільність потоку електромагнітного випромінювання;
- з) рівень іонізуючих випромінювань;
- і) різницю електричного потенціалу;
- к) звукові та вібраційні навантаження.

Класифікація по виду енергетичного носія:

а) **механічні** - характеризуються кінетичною і потенціальною енергією і механічним впливом на об'єкти впливу; до них відносяться: кінетична

енергія рухомих і обертових елементів, потенційна енергія тіл (у тому числі людей, що знаходяться на висоті), шуми (ультразвук, інфразвук), вібрація, прискорення, гравітаційна тяжкість, статичне навантаження, дим, туман, ударна хвиля та ін .;

б) **термічні** - характеризуються тепловою енергією та аномальною температурою; до них відносяться: параметри мікроклімату, що порушують терморегуляцію організму, температура нагрітих або охолоджених поверхонь, відкритого вогню, пожежі, хімічних реакцій та інших джерел;

в) **електричні** - електричний струм, статична електрика, електричне поле, аномальна іонізація повітря;

г) **електромагнітні** - освітленість, ультрафіолетова та інфрачервона радіація, електромагнітні випромінювання, магнітне поле;

д) хімічні - їдкі, отруйні, вогне-та вибухонебезпечні речовини, а також порушення природного газового складу повітря, наявність шкідливих домішок у повітрі.

Класифікація факторів, що обумовлюють можливі відмови технічних систем:

1. Перевантаження в результаті недооцінки діючого навантаження: сніг і непродумана його розчищення, криги; виробнича пил; кранове навантаження; динамічні дії навантаження; температурні впливи.

2. Втрата стійкості (загальна і місцева): помилки в розрахунках, кресленнях, порушення правил проведення робіт; слабка експериментальне відпрацювання проектних рішень; велика гнучкість елементів, ексцентриситет при докладанні навантаження; податливість монтажних стиків, несвоєчасна або неправильна анкерівка опор; температурні деформації при неправильному закріпленні зв'язків; недостатня товщина листових конструкцій; спотворення геометричних форм конструкцій (особливо тонкостінних); невдале кріплення вант, відтяжок; наявність вм'ятин і місцевих викривлень.

3. Невдалі проектні рішення і відступи від проекту: невдалий вибір розрахункової схеми (невідповідність дійсної роботі конструкції); низька точність розрахунку; недоробка вузлів сполучень; заниження розрахункової навантаження в порівнянні з реальною; недостатня жорсткість, міцність, стійкість; заміна одного матеріалу іншим; низька кваліфікація виконавців; відсутність авторського та технічного нагляду; наявність концентраторів напруги.

4. Неякісне виготовлення і монтаж конструкцій: застосування неякісних матеріалів; низька якість виготовлення конструкцій; неправильний вибір способу і порядку монтажу; несвоєчасна постановка зв'язків жорсткості; неякісна зварка; порушення технології зварювання в зимовий час; введення в дію споруд з істотними недоліками.

5. Порушення правил експлуатації конструкцій і споруд: відсутність захисту конструкцій, що працюють в агресивних середовищах (різкі температурні коливання і зміни газоповітряної середовища і вологості); вибухи, пожежі, затоплення; вібрації, удари, стирання; відсутність належного інструментального контролю; перевантаження виробничої пилом; збільшення навантаження без підсилення конструкцій і регулювання напруг в них.

6. Втома, вібрація, корозія і старіння матеріалу: втомні руйнування; руйнування від старіння; вібродінаміческое дію кранів, рухомого складу; забруднення навколишнього середовища; наявність поверхневих дефектів в конструкціях; різкі коливання температури; опади.

7. Дефектність підстав, на які встановлено конструкції: нерівномірне осідання споруд, колон; дефекти цегляної кладки; наявність перекошених закладних частин; втрата стійкості підстави; нерівномірне промороження ґрунту; відтавання ґрунту в зоні багаторічномерзлі ґрунти; пученіє ґрунту; замочування лесовидних ґрунтів; блукаючі струми в фунті; агресивні ґрунтові води; засолені ґрунти; помилки інженерно-геологічних вишукувань.

8. Непередбачені (непрогнозовані) причини: аварії від провалів, зсувів, осипів, обвалень верхніх конструкцій; сейсмічні дії та виверження вулканів; грозові розряди, град, падіння метеоритів; аварії від біологічних шкідників; урагани, повені, цунамі, льодоходи, селі; ландшафтні пожежі; підмив фундаментів, перезволоження підстав.

Класифікація за небезпечним і шкідливим виробничим факторам.

Всі види небезпек (негативних впливів), формованих у процесі трудової діяльності, якісно поділяють на наступні групи небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- фізичні,
- хімічні,
- біологічні
- фактори трудового процесу.

Небезпечний виробничий фактор - виробничий фактор, вплив якого на працівника може призвести до його травми.

Шкідливий виробничий фактор - виробничий фактор, вплив якого на працівника може призвести до його захворювання.

Залежно від кількісної характеристики і тривалості дії окремі шкідливі виробничі фактори можуть стати небезпечними.

До небезпечних фізичних факторів належать:

- рухомі машини і механізми;
- різні транспортно-підйомні пристрої і переміщувані вантажі;
- незахищені рухливі елементи виробничого устаткування (привідні і передавальні механізми, ріжучі інструменти, що обертаються і переміщуються пристосування та ін.);
- частки оброблюваного матеріалу та інструменту що розлітаються;
- електричний струм,
- підвищена температура поверхонь обладнання і оброблюваних матеріалів і т.д.

Шкідливими для здоров'я фізичними факторами є:

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- високі вологість і швидкість руху повітря;
- підвищені рівні шуму, вібрацій, ультразвуку та різних випромінювань (теплових, іонізуючих, інфрачервоних і ін.).

До шкідливих фізичних факторів відносяться також:

- запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- недостатня освітленість робочих місць, проходів та проїздів;
- підвищена яскравість світла і пульсація світлового потоку.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори за характером дії на організм людини підрозділяються на наступні підгрупи:

- загальнотоксичні,
- дратівливі,
- сенсibiliзуючі (викликають алергічні захворювання),
- канцерогенні (викликають розвиток пухлин),
- мутагенні (діють на статеві клітини організму).

У цю групу входять численні пари й гази: пари бензолу і толуолу, оксид вуглецю, сірчистий ангідрид, оксиди азоту, аерозолі свинцю, токсичні пили, що утворюються, наприклад, при обробці різанням берилію, свинцевих бронзи, латуні і деяких пластмас.

До цієї групи відносяться агресивні рідини (кислоти, луги), які можуть викликати хімічні опіки шкірного покриву при зіткненні з ним.

До біологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться мікроорганізми (бактерії, віруси і т.д.) і макроорганізми (рослини і тварини), вплив яких на працюючих викликає травми (гострі професійні отруєння) або професійні хвороби.

До небезпечних і шкідливих факторів трудового процесу відносяться фізичні перевантаження (статичні і динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів слуху, зору та ін.)

Існують різні методи ідентифікації небезпеки, і вони часто використовуються в комбінації для створення більш повної картини небезпек на робочому місці:

- Огляд робочого місця: Фізичне спостереження за робочим місцем та тим, як виконується робота в ньому, є потужним кроком у виявленні небезпек. Перевірка не повинна обмежуватися розглядом фізичних об'єктів, таких як машини, інструменти, обладнання та конструкції, але також повинна включати спостереження за процесами, системами та робочими процедурами.

- Розмова з працівниками: Пасивне спостереження може пропустити багато важливих аспектів того, як виконується робота. Отримання перспективи людей, які проводять роботу, відкриє інші ідеї. Це можна зробити неофіційно шляхом обговорень або за допомогою більш формальних засобів, таких як опитування або інтерв'ю.

- Інвентаризація роботи: вивчення посадових інструкцій та специфікацій також може виявити небезпеки. Важливо порівняти ці дані з інтерв'ю працівників, щоб виявити випадки, коли практика роботи відрізняється від формальних процедур.

- Записи та дані: Перегляд записів попередніх інцидентів на робочому місці, звіти про безпеку та інша документація може дати корисну інформацію про небезпеки на робочому місці.

- Вимірювання та тестування: Іноді, щоб виявити, чи щось є небезпекою, вам потрібно буде виміряти або перевірити це. Особливо це стосується шуму, хімічних небезпек та біологічних небезпек.

- Дослідження: Знання чогось присутнього на робочому місці може бути недостатнім, щоб визначити, чи це небезпека. Можливо, вам доведеться провести дослідження речовини, матеріалу, конструкції або навколишнього середовища, щоб оцінити його потенціал для шкоди.

Визначення небезпек складається з наступних дій:

а) консультації з працівниками та (або) їхніми представниками і забезпечення їхньої участі з метою вивчення їхнього ставлення до небезпек і несприятливих наслідків;

б) систематичне вивчення всіх аспектів роботи, тобто:

– аналіз подій, які фактично відбуваються на робочому місці або під час виконання виробничої діяльності (реальна практика може відрізнятися від робочих інструкцій). Слід розглянути такі виробничі ситуації, як монтаж нових установок, введення в експлуатацію та зняття з експлуатації, звичайна виробнича діяльність, технічне обслуговування і прибирання, а також прогнозовані надзвичайні ситуації;

– розгляд нестандартних і періодичних операцій (наприклад, технічного обслуговування, навантажування і розвантажування, відбору проб, змін у виробничих циклах);

– урахування незапланованих, але передбачуваних подій, таких як перерви у виробничій діяльності;

в) визначення тих аспектів роботи, які здатні завдати шкоди (тобто небезпек), з зосередженням на тих, які можуть виникнути через виробничу діяльність;

г) дуже широке застосування поняття «небезпека» з метою охопити не лише різноманітні небезпеки, згадані у контрольному переліку, а й визначити, які працівники взаємодіють із ними у процесі роботи, таким чином впливаючи на рівень ризику.

Визначення осіб, які можуть зазнавати дії цих небезпек, включно з групами осіб, які можуть наражатися на особливий ризик.

Для цього:

– слід урахувати працівників, які безпосередньо або опосередковано взаємодіють із цими небезпеками: наприклад, працівник, який фарбує поверхню, зазнає безпосереднього впливу розчинників, а інші працівники, які зайняті виконанням інших робіт поблизу від нього, зазнають ненавмисного і опосередкованого впливу;

– особливу увагу слід приділити групам працівників, які можуть наражатися на підвищений ризик.

Існують різні методи ідентифікації небезпеки, і вони часто використовуються в комбінації для створення більш повної картини небезпек на робочому місці:

- Огляд робочого місця.
- Розмова з працівниками.
- Інвентаризація роботи.
- Записи та дані.
- Вимірювання та тестування.
- Дослідження.

Процес ідентифікації небезпеки повинен бути ретельно задокументований.

Форми ідентифікації небезпеки повинні розбивати виявлені небезпеки на їх основні типи, а також за робочою зоною, роботою або виконаним процесом. Є багато загальних форм доступні в Інтернеті. Потрібно буде адаптувати їх, щоб відобразити характер роботи та робочу силу.

Працівники, які можуть наражатися на підвищений ризик

- працівники з інвалідністю;
- молоді та літні працівники;
- вагітні жінки та матері-годувальниці;
- непідготовлений або недосвідчений персонал (наприклад, новачки, сезонні та тимчасові працівники);
- особи, які працюють в обмежених або погано вентильованих приміщеннях;
- працівники з технічного обслуговування;
- працівники з ослабленим імунітетом;
- працівники з уже наявними захворюваннями, наприклад, із бронхітом;

– працівники, які приймають ліки, що можуть посилити їхню вразливість до шкоди.

Методи виявлення небезпек на робочому місці включають інспекції та обстеження, аналіз подій, опитування працівників та експертні оцінки, а також статистичні методи.

Основні підходи полягають у спостереженні, аналізі даних минулих інцидентів, зборі інформації від персоналу та використанні професійних знань для ідентифікації потенційних загроз.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗІ ЗНИЖЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ

2.1 Теоретичні основи оцінки професійного ризику

Згідно статті 4 Закону України «Про охорону праці» державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці.

- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;

- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва [5].

Адаптація національного законодавства з питань охорони праці до міжнародного законодавства – важливий етап входження України у світові та європейські структури. Прагнення України приєднатися до Європейського Союзу вимагає на першому етапі адаптації наших законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці до його директив і стандартів.

Загальні принципи запобігання впливу професійних ризиків на працівників викладені в ст. 6 Директиви Ради ЄС 89/391/ЄЕС «Про запровадження заходів заохочення поліпшення безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі». Відповідно до вимог положень Директиви

роботодавець зобов'язаний:

Здійснювати (і постійно коригувати) заходи, необхідні для забезпечення безпеки і здоров'я працівників:

- 1) запобігання професійним ризикам;
- 2) інформування і навчання;
- 3) забезпечення необхідної організації та засобів.

Повсякчасно застосовувати ієрархічні та послідовні загальні принципи запобігання:

- 1) уникнення ризиків;
- 2) оцінка ризиків, яких не можна уникнути;
- 3) усунення ризиків у їх джерелах.

4) врахування людського фактору під час роботи (при облаштуванні робочих місць, виборі виробничого обладнання, виборі методів роботи та виробництва тощо);

5) адаптування до технічного прогресу;

6) заміна небезпечного на безпечне або менш небезпечне;

7) розроблення узгодженої загальної політики запобігання (що охоплює техніку, організацію праці, умови праці, соціальні відносини та вплив виробничого середовища);

8) надання заходам колективного захисту пріоритету над заходам індивідуального захисту;

Оцінити ризики для безпеки та здоров'я працівників (при виборі виробничого обладнання, хімічних речовин, облаштуванні робочих місць тощо).

Профілактичні заходи та методи роботи й виробництва повинні обиратися за результатами оцінки ризиків, що в свою чергу, дає змогу:

1) забезпечувати підвищення рівня захисту безпеки та здоров'я працівників;

2) інтегруватися в усі види діяльності підприємства і (або) установи та на всіх ієрархічних рівнях.

Реалізація виробничих процесів і трудових операцій, нерозривно пов'язана з небезпечними і шкідливими виробничими факторами та іншими небезпеками, принципово не може бути абсолютно безпечною для працюючого, оскільки практично завжди існує випадкова можливість виникнення ситуації, коли вплив небезпек на організм працюючого стає невідворотним. Такі випадкові можливості несприятливих подій з урахуванням значущості їх наслідків називають ризиками.

Згідно ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять» професійний ризик – ризик ушкодження здоров'я працівника в процесі його професійної діяльності.

Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу професійний ризик визначено як величина ймовірності порушення (ушкодження) здоров'я працівника з урахуванням тяжкості наслідків внаслідок несприятливого впливу факторів виробничого середовища і трудового процесу.

Загальні вимоги та рекомендації щодо управління ризиками в сфері безпеки та гігієни праці наведені в національних стандартах ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги» (гармонізовано з OHSAS 18001:2007) та ДСТУ OHSAS 18002:2015 «Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001».

У 2018 році стандарт OHSAS 18001:2007 «Системи менеджменту гігієни і безпеки праці. Вимоги», який заснований на британському стандарті BS OHSAS 18001:2007 був замінений на міжнародний стандарт ISO 45001:2018 «Менеджмент охорони здоров'я та безпеки праці. Вимоги та настанови щодо застосовування». ISO 45001:2018 перший в світі міжнародний стандарт у сфері охорони здоров'я і безпеки праці. Його впровадження забезпечує організації основу для підвищення рівня професійної безпеки, зниження ризиків на робочих місцях, створення і

підтримання безпечних умов праці.

Величезна різноманітність ризиків, методологічних концепцій теорії ризику і методичних підходів до аналізу та оцінювання ризиків не дозволили міжнародній спільноті фахівців з безпеки праці прийти до теперішнього часу до єдиного практичного підходу до оцінки професійного ризику в системі управління охороною праці на будь-якому підприємстві незалежно від виду його діяльності, заснованого на загальних теоретичних постулатах.

В умовах сьогодення діюча система управління охороною праці на всіх рівнях сформована за принципом реагування на небезпечні випадки та ситуації, а не за принципом профілактики небезпечних випадків та ситуацій, що унеможлиблює визначення пріоритетності профілактичних заходів з безпеки та гігієни праці на кожному з етапів діяльності підприємства. Такий підхід не сприяє запровадженню ефективного механізму економічного стимулювання роботодавців до створення належних, безпечних і здорових умов праці і не дає змоги роботодавцям вибирати найефективніший спосіб управління та інтегрувати систему управління охороною праці в загальну систему управління підприємством. Через відсутність ефективного аналізу причин нещасних випадків на виробництві заходи реагування спрямовуються переважно на регулювання та посилення обов'язкових загальних вимог без урахування факторів ризику на виробництві.

Відсутність в Україні єдиної державної системи статистичної звітності стосовно нещасних випадків на виробництві, аварій та професійних захворювань, шкідливих умов праці, випадків погіршення здоров'я, пов'язаних з професійною діяльністю, унеможлиблює проведення аналізу витрат і вигод у процесі забезпечення належного рівня безпеки та гігієни праці.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12 грудня 2018 р. № 989-р «Про схвалення Концепції реформування системи управління охороною праці в Україні та затвердження плану заходів щодо її реалізації» з метою створення національної системи запобігання виробничим ризикам

для забезпечення ефективної реалізації права працівників на безпечні та здорові умови праці передбачено перехід від заходів реагування на нещасні випадки та системи безпеки та гігієни праці, що базуються на усуненні наслідків, до заходів, які передбачають точне і постійне оцінювання виробничих ризиків, їх запобігання, а також заохочення до створення безпечних і здорових умов праці [1].

Національний стандарт України ДСТУ ІЕС/ІСО 31010:2013 «Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику» найбільш повно описує процедуру та методи загального оцінювання ризиків. Але, в той же час, стандарт не містить детального, певного для будь-якої організації методу оцінки ризику. Керуючись положеннями стандарту, необхідно самостійно вибирати методи оцінки ризику, в тому числі і не наведені в цьому стандарті, з урахуванням їх застосовності в конкретних випадках і в залежності від конкретної ситуації, а також вимог національного законодавства.

В силу принципової неможливості створити один єдиний універсальний метод оцінки ризиків, придатний для будь-яких організацій будь-якого виду економічної діяльності, наведено короткий опис найбільш часто використовуваних в міжнародній практиці методів ідентифікації, аналізу і оцінювання ризику, їх поєднання або послідовно-паралельного застосування.

2.2 Удосконалення методу Елмері для ідентифікації виробничих небезпек та оцінки професійного ризику

Оцінка ризиків є найбільш ефективним превентивним заходом. При оцінці ризиків враховуються не тільки несприятливі події і нещасні випадки, що сталися раніше, але й небезпеки, які поки що не викликали несприятливих наслідків. Їх виявлення до того, як вони завдадуть шкоди здоров'ю, дозволяє забезпечити усунення цих небезпек або зниження їх

впливу до безпечного рівня.

Оцінка ризиків є безперервним і систематичним процесом. Вона проводиться поетапно, з урахуванням раніше виявлених небезпек. Докладні рекомендації по методиці проведення оцінки ризиків, а також рекомендації щодо подальших заходів в залежності від результатів цих оцінок відображені в документах Міжнародної організації праці. Ці рекомендації носять загальний характер і універсальні для всіх організацій і підприємств, проте для кожної галузі необхідно здійснювати облік небезпек, які характерні для її виробничих умов і технологічного забезпечення.

Виявлення небезпек є початковим і найважливішим етапом оцінки ризиків. При цьому необхідно знайти відповіді на наступні питання:

- які фактори небезпеки присутні при виконанні роботи?
- що є причинами небезпеки?
- де проявляється небезпека?
- хто схильний до небезпеки?
- в яких ситуаціях працівники можуть наразитися на небезпеку?

Виявлення небезпек передбачає визначення та облік небезпеки для здоров'я працівників беручи до уваги характер трудової діяльності, виробничого приміщення, інших робочих зон і умов праці. Необхідно враховувати раніше виявлені небезпеки, а також такі фактори небезпеки, які можуть завдати шкоди в силу особистих даних працівників і факторів трудової діяльності. Фактори небезпеки можна легко розпізнати роблячи контрольний обхід робочого місця, спостерігаючи за ходом роботи і опитуючи працівників. Під час запису факторів небезпеки слід фіксувати також всі уточнення, що стосуються цього питання, коментарі та питання.

Фактори небезпеки, що виникають в роботі (таблиця 2.1), необхідно виявляти і оцінювати на всіх робочих місцях, в тому числі, в громадському і приватному секторах, незалежно від розміру робочого місця і сфери діяльності.

Таблиця 2.1 – Фактори небезпеки, що виникають в роботі

Фізичні фактори небезпеки	Постійний шум; імпульсний шум; температура повітря на робочому місці; загальний обмін повітря та місцева витяжка; протяг; холодні і гарячі предмети, праця на відкритому повітрі, загальне освітлення, місцеве освітлення на робочому місці, безпечне і сигнальне освітлення шляхів пересування, зовнішнє освітлення, вібрація, іонізуюча радіація, ультрафіолетове випромінювання, лазерне випромінювання, інфрачервоне випромінювання, електромагнітні поля
Нещасні випадки	Небезпека послизнутися; небезпека спіткнутися; падіння з висоти, включаючи підйоми та спуски; затиснення між предметами, небезпека залишитися в замкненому приміщенні; електричні пристрої і статичний струм; перевезення вантажу та інший рух; недостатня кількість або відсутність кисню; небезпека попадання в воду; небезпека від падіння предметів; відсутність засобів індивідуального та колективного захисту; небезпечна праця та ризик; надзвичайні ситуації; вживання алкоголю та наркотиків; недоліки аварійної сигналізації і засобів порятунку; недоліки в системі надання першої медичної допомоги
Ергономіка	Чистота та порядок на робочому місці; шляхи руху; шляхи евакуації; виходи; драбини та пандуси; висота робочої поверхні; сидіння; екрани та монітори; положення спини; положення рук; положення зап'ясть і пальців; положення голови та шиї; положення ніг; постійне положення сидячи або стоячи; перерви в роботі та робочий ритм; монотонність праці; підйоми тягарів і перенесення вантажів; інструменти, устаткування, пристрої, деталі, що обробляються; допоміжні засоби; достатня площа робочого приміщення; можливість змінювання робочого положення
Хімічні та біологічні фактори небезпеки	Небезпечні та шкідливі хімічні речовини; речовини, які визивають рак; речовини, які визивають алергію; пожежовибухонебезпечні речовини; пил і волокна; гази; пари; аерозолі, конденсації і дими; позначення на упаковках хімічних речовин; відомості про безпечне використання; способи використання хімічних речовин; зберігання речовин; вибраковування хімічних речовин; справність і використання засобів захисту; готовність до використання засобів першої медичної допомоги; справність і використання електроустановок; дозвіл на вогневі роботи та їх виробництво; засоби пожежогасіння і позначення на них; шляхи евакуації і їх позначення
Психологічне навантаження	Одноманітна праця; праця поодинці або нічна праця; тривале неспання; примусовий ритм праці; напруженість відносин між людьми; поспіх; дуже жорсткі вимоги або цілі; відсутність перспективи в просуванні; робочий інструктаж та ознайомлення з роботою; етапи роботи; опис завдань і відповідальності; робочий час; понаднормова праця і робочі зміни; ненадійність трудових відносин; недоліки в керівництві працею або організацією; нездорова робоча атмосфера; недостатність інформації; загроза насиллю; неділові форми звернення; відсутність соціальної підтримки

Способи та методи виявлення та оцінки можна вибирати відповідно до особливостей робочого місця, при цьому повинні враховуватися всі види робіт і всі фактори небезпеки. За допомогою безперервного і систематичного контролю можна забезпечити безпеку праці та виявити раніше приховані небезпеки та недоліки в її організації.

Необхідно враховувати небезпечні ситуації, що виникають як при звичайному ході робочого процесу, так і у виняткових і рідкісних ситуаціях. винятковими ситуаціями можна вважати, наприклад:

- час пік і сезонні періоди;
- час відпусток;
- використання тимчасових працівників і практикантів;
- понаднормові роботи і нічні зміни;
- заплановані та незаплановані простої;
- зміни у виробничому процесі і ремонті;
- відмінності від звичайного праці, збої, дефекти і помилки;
- прибирання, ремонт та обслуговування обладнання під час роботи.

Початковим етапом процедури оцінки ризику є виявлення основних причин, які можуть призвести до травми або професійного захворювання, тобто факторів небезпеки, які мають фізичну, хімічну, біологічну, ергономічну або психофізіологічну природу.

Виявлення небезпек відбувається за допомогою анкет. Анкети є швидким та простим засобом виявлення небезпек, які виникли на робочих місцях.

Відповідно до вітчизняної класифікації шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища анкети розділені на п'ять категорій виробничих факторів, а саме фізичні, ергономічні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та небезпеки нещасного випадку. У кожній анкеті згадано про 16-20 фактори небезпеки або небезпечних ситуацій. Фактори небезпеки розділені за допомогою підзаголовків на групи для полегшення обробки.

Фізичними факторами ризику є шум, температура, рух повітря,

освітлення, радіація тощо. Фізичні фактори небезпеки є загальними факторами виробничого середовища та бувають однаковими на різних робочих місцях.

До небезпек нещасного випадку відноситься раптове і некероване джерело енергії: предмет, який рухається, некерований рух або енергія. Анкета небезпек нещасного випадку придатна для контролю таких робіт, в яких є численні етапи, механізми і пристрої, а також для праці в умовах, які змінюються.

Під ергономікою розуміють відповідність праці, методів і засобів праці можливостям людини. В ергономіці контролюють фізичне навантаження і незручні робочі пози. Анкета по ергономіці включає питання, що стосуються робочого місця, характеру роботи і знарядь праці. Розділ про фізичні навантаження підходить для контролю робіт, що включають багато ручних операцій.

Під хімічними факторами ризику розуміють ризики заподіяння шкоди здоров'ю при використанні шкідливих речовин, сполук і порошків. За допомогою анкети хімічних факторів небезпеки можна зробити початкове картографування з подальшими вимірами і оцінкою хімічних небезпек.

Психологічне перевантаження – надмірне або недостатньо інтелектуальне навантаження. В анкеті згадані загальновідомі джерела втоми і стресу які є загальними майже для всіх робочих місць. Психологічні навантаження є частиною загального навантаження, викликаного працею, при цьому вони є істотною частиною ризику, який підлягає розрахунку.

Враховуючи технологічні процеси з видобутку граніту, їх специфіку та задіяні на кар'єрі професії автором запропонована анкета з виявлення небезпек на робочих місцях, в якій враховані можливі приватні чинники виробничого середовища і трудового процесу (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Анкета для визначення (ідентифікації) небезпек

Об'єкт спостереження	Добре	Погано	Дані відсутні	Коментарі/ доповнення
1 Виробничий процес				
1.1 Наявність сертифікованих ЗІЗ				
1.2 Застосування ЗІЗ працівником				
1.3 Контроль параметрів технологічного процесу				
1.4 Вивантаження і видалення відходів				
2 Безпека машин та устаткування				
2.1 Автоматичні пристрої контролю параметрів технологічного процесу				
2.2 Навантажувально-розвантажувальна техніка				
2.3 Оберткові та переміщувальні пристрої				
2.4 Пристрої управління та аварійного відключення				
2.5 Огородження та пристрої захисту				
2.6 Стаціонарні площадки для обслуговування				
2.7 Заземлення				
3 Порядок і чистота на робочому місці				
3.1 Ручний інструмент				
3.2 Прибиральний інвентар				
3.3 Поверхні				
3.4 Підлога				
4 Фактори виробничого середовища				
4.1 Пил				
4.2 Шум				
4.3 Вібрація				
4.4 Температурний режим				
4.5 Освітлення				
4.6 Випромінювання				
4.7 Хімічні речовини				
5 Ергономіка робочого місця				
5.1 Розміри робочого місця і положення тіла при роботі				
5.2 Переміщення і підняття вантажів вручну				
5.3 Монотонність праці				
5.4 Зміна фізичних положень під час роботи				
6 Проходи та проїзди				
6.1 Пристрої, позначення і захисні огороження				
6.2 Порядок і стан				
6.3 Видимість і освітлення				
7 Можливості для порятунку і надання першої допомоги				
7.1 Електрощит				
7.2 Засоби порятунку і надання першої допомоги				
7.3 Засоби пожежогасіння				
7.4 Шляхи евакуації				

Виявлених небезпек може виявитися досить багато. Вони потребують ранжирування по своїй величині. Оскільки виявлені небезпеки неможливо ліквідувати відразу, заходи щодо підвищення безпеки необхідно планувати в порядку відповідно до величини ризику.

Рішення про значимість ризиків означає їх розмежування, при якому відокремлюються малі ризики. Ліквідація всіх ризиків не завжди можлива. Тому, в першу чергу слід зайнятися найбільш вираженими ризиками, а потім поширити заходи на інші.

Мета визначення величини ризику полягає у встановленні його ступеня і ранжуванні факторів небезпеки в порядку їх величини. Визначаючи величину ризику можна виділити з групи найбільш важливі питання або найбільші ризики з точки зору безпеки. Це дозволить згодом ефективно зосередитися на найбільш проблемних питаннях.

Введемо такі позначення.

$X = \{x_i\}$ – множина виробничих чинників (у тому числі – небезпечних факторів, що мають вплив на професійний ризик).

У вказаному методі рівень ризиків для окремого робочого місця (в підрозділі, на підприємстві) оцінюється за так званим індексом безпеки (індекс Елмері), який визначає співвідношення суми вагових коефіцієнтів виробничих факторів, що відповідають вимогам чинних документів, до загальної суми вагових коефіцієнтів виробничих факторів:

$$I_E = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} xv_i}{\sum_{i=1}^{n_1} xv_i + \sum_{j=1}^{n_2} xr_j}, \quad (2.1)$$

де I_E – індекс Елмері;

xv_i – ваговий коефіцієнт фактору, що визначає його вплив на професійний ризик (для факторів, рівень яких відповідає вимогам нормативних документів);

xr_j – ваговий коефіцієнт фактору, що визначає його вплив на професійний ризик (для факторів, рівень яких не відповідає вимогам нормативних документів, фактори що зумовлюють ризик);

n_1, n_2 – відповідно кількість виробничих факторів, рівень яких відповідає та не відповідає вимогам нормативних документів.

При цьому стан максимальної безпеки відповідає $I_E = 1$, а стан повної небезпеки: $I_E \rightarrow 0$.

Тоді професійний ризик визначається в такий спосіб:

$$R = 1 - I_E. \quad (2.2)$$

Для оцінки професійного ризику пропонується використовувати такі рівні градації: R_1 – прийнятний (0 ... 0,25), R_2 – середній (0,25 ... 0,5), R_3 – високий (0,5 ... 0,75), R_4 – неприйнятний (0,75 ... 1).

Рівні градації професійного ризику та рекомендовані дії наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Рівні градації професійного ризику та рекомендовані дії

Оцінка ризику		Рекомендовані дії
Граничні значення	Найменування	
0,75 ... 1	неприйнятний	Заходи щодо ліквідації/зниження ризику обов'язкові і їх проведення необхідно почати терміново. Робота повинна бути негайно припинена. Розпочинати роботу не раніше, ніж ризик буде ліквідовано або ступінь ризику зменшено до допустимого рівня.
0,50 ... 0,74	високий	Заходи щодо ліквідації/зниження ризику обов'язкові і їх проведення необхідно почати терміново. Рішення про припинення робіт приймається з урахуванням співвідношення тяжкості наслідків до витрат на запровадження заходів щодо зменшення ризику.
0,25 ... 0,49	середній	Заходи для зменшення ризику обов'язкові, але їх проведення не термінове. Обов'язкове дотримання вживаних профілактичних заходів і використання регламентованих засобів безпеки.
0 ... 0,24	прийнятний	Розроблення та впровадження заходів не обов'язкове. Необхідність в забезпеченні постійного контролю за станом виробничого середовища для можливості керування ризиком.

Виконання профілактичних заходів, регламентованих законодавчими або іншими нормативно-правовими документами, обов'язкове незалежно від результатів оцінки ризику.

Для неприйнятної та високої рівнів ризиків необхідно терміново запровадити заходи з їх усунення або мінімізації, визначаючи першочерговість відповідно до ступеню тяжкості наслідків. Для середнього рівня ризику приймається рішення щодо доцільності запровадження заходів з мінімізації або усунення ризику враховуючи співвідношення витрат і

переваг. Прийнятний ризик не потребує застосування заходів для його зниження, але є необхідність в постійному контролі для можливості керування ризиком.

На підприємствах повинні бути задіяні процедури виявлення існуючих небезпек та оцінки професійного ризику, які використовуються при плануванні та реалізації необхідних профілактичних заходів. Способи та методи виявлення та оцінки ризиків необхідно обирати відповідно до особливостей робочого місця, при цьому повинні враховуватися всі види робіт і всі фактори небезпеки.

Відсутність загальноприйнятих методик (методів, алгоритмів), що можуть застосовуватися для аналізу та кількісного оцінювання ризику травмування на виробництві на сьогодні на жаль не існує. Використання міжнародного досвіду на окремих підприємствах дозволяє істотно покращити стан виробничої безпеки, але подібних прикладів дуже мало.

На державному рівні в умовах відсутності узагальнених баз даних про умови праці та безпеки на робочих місцях найбільш ефективним способом оцінки ризиків залишається дослідження причин та обставин нещасних випадків, на основі чого здійснюється обґрунтування профілактичних заходів та формування рекомендацій.

2.3 Обґрунтування плану заходів зі зниження професійного ризику на основі експертних оцінок

Для обґрунтування плану заходів зі зниження професійного ризику автором запропоновано комплексне застосування методів Елмері (спостереження та анкетування умов праці на робочих місцях), експертних оцінок та критеріїв прийняття рішень.

Умовами для зниження рівня ризику є виконання послідовності ієрархії засобів та методів управління, як це зазначено у міжнародному стандарті ISO 45001 з системи управління охороною здоров'я і забезпечення безпеки праці, який був розроблений на заміну BS OHSAS 18001:2007 (у порядку убування): усунення небезпек; заміна процесів, операцій, матеріалів або обладнання на менш небезпечні; застосування технічних засобів і методів управління і реорганізація робіт; застосування адміністративних засобів і методів управління, включаючи підготовку працівників; адміністративний контроль, застосування адекватних засобів індивідуального захисту.

Попереднє оцінювання кожного заходу із зниження професійного ризику здійснюється групою експертів. В експертну групу залучаються висококваліфіковані спеціалісти з питань безпеки та гігієни праці. Експерти, залучені для планування заходів зі зниження професійного ризику, повинні бути обізнаними з особливостями технологічних процесів та виробничого обладнання підприємства, мати доступ до всієї інформації (умови праці; статистичні дані про нещасні випадки, виробничий травматизм та профзахворювання; фінансовий стан тощо), мати необхідні знання у відповідній області; бути вільними від особистих переваг.

Для проведення оцінювання можуть використовуватись такі критерії:

- результативність заходу (ступінь забезпечення зниження ризику настання травматичної події);
- стабільність результату (ступінь забезпечення стійкого незмінного позитивного результату);
- ефективність заходу (зваженість витрат матеріальних та людських ресурсів для втілення заходу);
- швидкість впровадження (часовий період, за який даний захід може бути реалізований);
- легкість впровадження (відсутність потреби у складних технічних рішеннях, проектуванні, перериванні виробничого процесу, спецдозволах, тощо).

$Z = \{z_k\}, k = 1, \dots, 5$ – множина альтернативних заходів (альтернатив) зі зниження професійного ризику, що можуть бути застосовані для нормалізації рівнів наявних чинників. Передбачається, що кожна з альтернатив сформованої множини забезпечує зниження рівня небезпеки (шкідливості) одного або декількох чинників множини X на наступний (плановий) період. Тобто реалізація альтернативи у поточний момент часу забезпечить зниження рівня небезпеки (шкідливості) хоча б одного чинника множини. В разі, якщо альтернатива не буде реалізована, стан цього чинника залишиться незмінним, або рівень професійного ризику, зумовлений цим чинником, зросте. Для заходів, спрямованих на зниження професійних ризиків пропонується використовувати такі рівні градації: z_1 – усунення факторів небезпеки, z_2 – заміна процесів, операцій, матеріалів або обладнання на менш небезпечні, z_3 – застосування технічних засобів і методів управління, реорганізація робіт, z_4 – адміністративний контроль факторів небезпеки, z_5 – засоби індивідуального захисту.

$E = \{e_{ij}\}$ – множина очікуваних результатів (оцінка реалізації j -ї альтернативи для зниження рівня професійного ризику, зумовленого i -м фактором), значення елементів множини E визначаються експертним шляхом;

Планування заходів зі зниження ризику передбачає таку послідовність дій. Вважаємо, що в результаті проведеного аналізу на підприємстві виявлено множину факторів $X = \{x_i\}$, що мають вплив на професійний ризик (фактори небезпеки).

Формалізована постановка завдання планування заходів із зниження рівня професійних ризиків полягає у обґрунтуванні вибору найкращої альтернативи з множини наявних.

Масив даних має вигляд таблиці, де по горизонталі вказано типи альтернативних заходів зі зниження професійного ризику, по вертикалі – оцінка потенційного впливу заходу на рівень професійного ризику. На

перетинах – експертна оцінка привабливості (e_{ij}) обрання відповідного заходу. Найбільша привабливість відповідає 1, а найменша – 0.

Масив даних, необхідних для обґрунтування заходів зі зниження виробничого ризику, наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Дані для обґрунтування заходів зі зниження професійного ризику

Найменування заходу	Експертна оцінка альтернативних заходів зі зниження професійного ризику			Оцінка заходу за критерієм
	s_1	s_2	s_3	
z_1	e_{11}	e_{12}	e_{13}	$K(e_{ij})$
...
z_5	e_{51}	e_{52}	e_{53}	$K(e_{ij})$

Формування множини альтернативних заходів (альтернатив) зі зниження професійного ризику базується на схематичному аналізі можливих змін стану, насамперед, виробничих програм та особливостей функціонування підприємства.

Стан 1, оптимістичний (s_1). Економічна ситуація в державі покращується, у роботі підприємства спостерігається підйом, у зв'язку з чим збільшуються обсяги виробництва продукції, збільшується кількість робочих місць. Обсяги фінансування соціальних програм та заходів зі зниження професійного ризику збільшується.

Стан 2, реалістичний (s_2). Економічна ситуація в державі залишається стабільною. Робота підприємств характеризується певною стабільністю, очікується досягання запланованих економічних показників, обсяги випуску продукції відповідають очікуванням.

Стан 3, песимістичний (s_3). Економічна ситуація в державі погіршується. У роботі підприємства спостерігається спад виробництва, скорочення обсягів випуску продукції. Неможливість досягти запланованих

економічних показників. Зменшення кількості робочих місць (у тому числі – зі шкідливими та небезпечними виробничими чинниками). Обсяги фінансування соціальних програм та заходів зі зниження професійного ризику зменшується.

Для обґрунтування заходів зі зниження професійного ризику може застосовуватися критерій Вальда.

Математичний вираз критерію Вальда:

$$K_V = \max_i \min_j e_{ij}. \quad (2.3)$$

Критерій Вальда (або критерій крайнього песимізму) необхідно застосовувати за умови повної невизначеності ситуацій прийняття рішення (відсутні повні та перевірені дані про стан зовнішнього середовища та тих факторів, які безпосередньо впливають на безпеку та умови праці). Також даний критерій застосовується коли необхідно повністю виключити ризик настання однієї або декількох негативних подій (аварія, нещасний випадок тощо). На практиці даний критерій слід застосувати у всіх випадках, коли мова йде про збереження життя та здоров'я людей.

Критерій Вальда орієнтується на найменш сприятливі стани навколишнього середовища, тобто цей критерій виражає песимістичну оцінку ситуації. Саме тому критерій Вальда рекомендовано застосовувати, коли йдеться про розробку заходів, спрямованих на зниження ризику неприйняттого та високого рівнів. Разом з тим, критерій Гурвіца дозволяє врахувати ступінь впевненості керівника у настанні найбільш сприятливого стану, що робить цей критерій більш гнучким у порівнянні з критерієм Вальда. Вибір найкращого варіанту заходу визначатиметься за формулою:

$$z_0 = \arg(\max_j K(e_{ij})). \quad (2.4)$$

Запропонований автором критерій дозволяє здійснити обґрунтований вибір управлінського рішення з урахуванням особливостей сфери охорони праці, дозволяє зменшити суб'єктивізм при оцінюванні можливих результатів реалізації альтернатив управлінських рішень.

2.4 Алгоритм управління професійним ризиком

Управління професійним ризиком – одна зі складових системного підходу до прийняття рішень та практичних інструментаріїв, спрямованих на вирішення задач з попередження або зменшення (за змогою – усунення) небезпек, включаючи ідентифікацію небезпек, аналіз та оцінку ризику, розробку, впровадження заходів та оцінку їх результативності.

Для проведення оцінки ризиків на підприємствах розроблено процедуру, що передбачає застосування існуючих методів оцінки ризиків, а також визначення результативності оцінки ризиків. Підхід, який передбачає збільшення точності оцінки ризиків шляхом комплексного використання декількох методів оцінки є найбільш перспективним. Існує позиція науковців, які вважають, що не існує універсального методу оцінки ризику, отже раціональне обрання одного або декількох методів оцінки ризиків має бути пристосованим до контексту ризик-менеджменту підприємств.

Для адекватної оцінки професійних ризиків необхідно мати об'єктивні дані різних часових періодів:

- настання травматичних подій у минулому часі (статистика травматизму та дані про небезпечні ситуації, статистика рівнів виробничих чинників);

- сучасний стан загроз життю та здоров'ю людей (поточні невідповідності вимогам безпеки, визначені шляхом перевірок, анкетувань тощо);

– майбутній стан загроз (прогнозування, моделювання, планування).

Таким чином, формується інформаційне забезпечення, необхідне для оцінювання професійних ризиків, яке охоплює різні часові періоди і необхідну номенклатуру даних. Зокрема, інформація про травматичні події, що призвели до травматизму із тимчасовою втратою працездатності міститься в актах за формою Н-1, а також у статистичних даних щодо причин та обставин виникнення випадків травматизму на підприємстві. Інформація про причини виникнення потенційно небезпечних випадків може надаватись працівниками. Інформацію про порушення вимог чинних нормативно-правових актів з охорони праці, які можуть стати причиною травмування, може бути результатом зовнішніх та внутрішніх аудитів, результатами інспекційної діяльності.

Для реалізації етапів запропонованої методики оцінки професійного ризику автором розроблено алгоритм управління професійним ризиком. Алгоритм управління професійним ризиком (рис. 2.1) передбачає послідовне виконання наступних етапів.

Етап 1. Організація робіт управління професійним ризиком. Визначення цілей та завдань оцінки ризику. Вибір групи експертів для проведення оцінки ризику. Визначення робочих місць та/або видів робіт, для яких проводиться оцінка ризику. Вибір методів оцінки ризику.

Етап 2. Опитування працівників та експертів за підготовленими анкетами, розробленими на основі адаптованого автором методу Елмері.

Етап 3. Збір, аналіз та узагальнення даних щодо умов та безпеки праці на робочих місцях та результатів анкетування.

Етап 4. Розрахунок професійного ризику на основі значень вагових коефіцієнтів виробничих факторів, які визначають їх вплив на професійний ризик.

Етап 5. Порівняння отриманого рівня професійного ризику з допустимим, відповідно до рівнів градації, розроблених з врахуванням особливостей функціонування підприємства. Якщо виявлено перевищення

отриманих результатів – перехід до етапу 6, в іншому випадку – перехід до етапу 10.

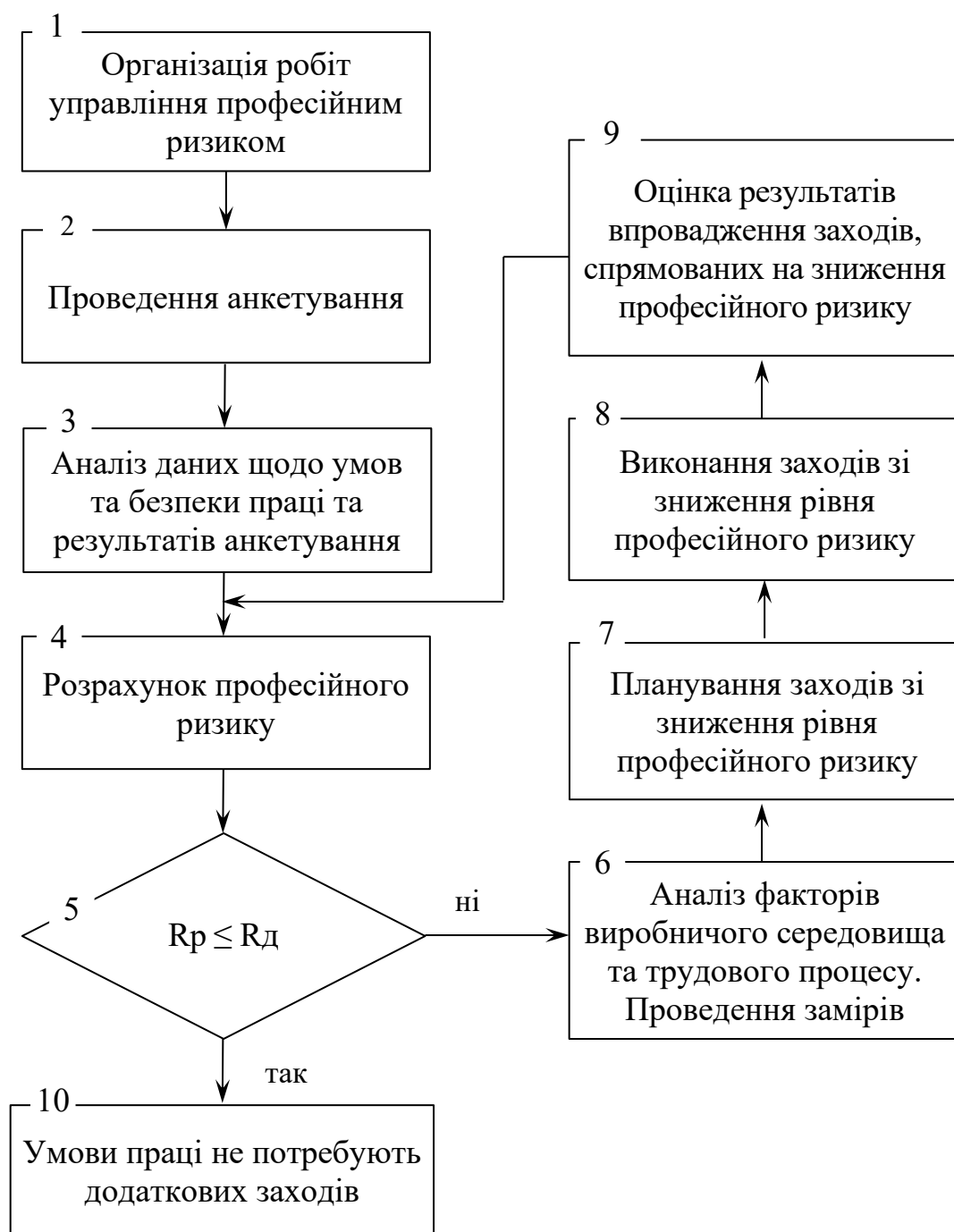


Рисунок 2.1 – Алгоритм управління професійним ризиком

Етап 6. Аналіз факторів виробничого середовища та трудового процесу. Поточний контроль рівнів шкідливих та небезпечних виробничих

факторів на робочих місцях. Проведення замірів. Занесення результатів у відповідні бази даних.

Етап 7. Планування заходів зі зниження рівня професійного ризику на основі результатів математичного моделювання та експертних оцінок.

Етап 8. Виконання заходів зі зниження рівня професійного ризику.

Етап 9. Оцінка результатів провадження заходів, спрямованих на зниження професійного ризику.

Етап 10. Умови праці не потребують застосування додаткових заходів з охорони праці.

За результатами проведених теоретичних досліджень на основі даних, отриманих на декількох підприємствах гірничодобувної галузі України, встановлено, що незважаючи на відмінність обладнання, технологічних процесів, умов праці тощо, все ж таки вдалось отримати певні закономірності оцінки професійних ризиків. Виявлені закономірності, в свою чергу, дозволили систематизувати та дослідити основні тенденції та закономірності змін рівню професійного ризику внаслідок реалізації певних стратегій управління.

Запропоновано методику оцінки професійного ризику, використання якої передбачає виконання визначеної послідовності етапів: організація робіт, ідентифікація небезпек, аналізування та оцінювання ризику, формування даних для опрацювання заходів зі зниження професійних ризиків. Особливістю методики є обґрунтоване використання якісних та кількісних методів, що дозволяє оцінювати не тільки вплив окремих факторів, але й враховувати їх сукупність при можливих варіантах динамічної зміни ситуації.

Для обґрунтування плану заходів зі зниження професійного ризику автором запропоновано комплексне застосування методів Елмері (адаптоване до конкретного виробництва анкетування умов праці на робочих місцях та удосконалений метод розрахунку індексу безпеки), експертних оцінок та критеріїв прийняття рішень.

Розроблено алгоритм управління професійним ризиком, виконання якого забезпечує можливість постійного контролю за факторами виробничого середовища, завчасного виявлення нових шкідливих та небезпечних факторів, дозволяє провести обґрунтоване формування заходів, спрямованих на зниження професійних ризиків до допустимого рівня.

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ПРИ ПЛАНУВАННІ ЗАХОДІВ ЗІ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ

3.1 Експериментальне дослідження ризиків настання травматичних подій

Масив початкових даних, необхідних для оцінювання ризику, зібрано на декількох підприємствах, що мають подібні обладнання, технологічні процеси. Під час збору даних пропонується їх групування шляхом розкладання за 18 видами травматичних подій та за 5 видами індикаторів оцінювання ризику, що наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Зміст видів травматичних подій та індикаторів оцінювання ризику

Код	Види травматичних подій
m1	Контакт із рухомим обладнанням або матеріалом
m2	Удар предметом, що рухається, летить або падає
m3	Зіткнення із рухомим транспортним засобом
m4	Зіткнення із нерухомим або стаціонарним об'єктом
m5	Травмування при підйманні або перенесенні
m6	Сковзання, спотикання або падіння на одному рівні
m7	Падіння з висоти
m8	Затискання при обваленні
m9	Контакт з обладнанням, що не працює
m10	Дія або контакт з небезпечними речовинами
m11	Контакт з відкритим вогнем, гарячою речовиною або поверхнею
m12	Дія вибуху
m13	Контакт з електрострумом або електророзряд
m14	Використання переносного електрообладнання або ручного інструменту
m15	Фізична дія зі сторони іншої особи
m16	Інші види випадків (утоплення, асфіксія тощо)
m17	ДТП під час роботи
m18	ДТП під час дороги з/на місце роботи
	Індикатори оцінювання ризику
n1	Кількість травм без втрати працездатності, або з втратою працездатності менш, ніж на 3 дні
n2	Кількість травм з втратою працездатності більше, ніж на 3 дні
n3	Кількість повідомлень працівників щодо потенційно небезпечних випадків
n4	Кількість виявлених за результатами перевірок фактів недотримання вимог чинного законодавства про охорону праці
n5	Кількість виявлених у ході одиниць обладнання та технологічних процесів, для яких не проведено оцінку ризиків

Проведення оцінки ризику передбачає вибір та застосування обраних методів оцінки ризику відповідно до конкретних умов та наявності необхідної інформації. У разі відповідності обраних методів заданим критеріям оцінка ризиків проводиться за стандартною схемою оцінки ризиків. Для збільшення результативності пропонується використовувати комбінування декількох методів оцінки ризиків. Так, наприклад, може бути запропоновано співставлення даних оцінки через визначення ризику настання травматичної події на підставі усереднення розподілу ризику за індикаторами оцінювання ризику. Масив даних у вигляді таблиці, де по горизонталі вказано травматичні події, по вертикалі – індикатори оцінювання ризику, на перетинах – кількість зафіксованих травматичних подій за кожним із індикаторів R_{ij} . Загальна кількість подій для кожного показника розраховується як сума елементів рядка:

$$R_j = \sum_{i=1}^n R_{ij}, \quad (3.1)$$

де m – кількість травматичних подій; n – кількість індикаторів оцінювання ризику.

Дольовий розподіл оцінок ризику за видами травматичних подій обчислюється як відношення кількості кожної травматичної події до загальній кількості травматичних подій для кожного індикатору оцінювання ризику:

$$R'_i = \frac{R_{ij}}{R_j}. \quad (3.2)$$

Для кожного виду травматичних подій обчислюється середнє арифметичне значення розподілу оцінок ризику за індикаторами оцінювання ризику:

$$\bar{R}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m R_{ij}. \quad (3.3)$$

Максимальний розрахунковий рівень ризику становить:

$$R_{ij}^{\max} = \max_i(\bar{R}_i). \quad (3.4)$$

Передбачається, що оцінка ризику, побудована на обробленні більшого масиву даних спеціально підібраними методами веде до підвищення точності оцінювання, і таким чином веде до більш результативного спрямованого зниження рівня ризику.

Визначення прийнятності ризиків та обрання заходів зниження рівня ризиків методом експертної оцінки. Якщо процес оцінки ризику є результативним за провідними та керованими індикаторами, останнім етапом є управління ризиком, тобто визначення прийнятності ризиків та обрання і реалізація заходів із зниження рівня ризиків.

При виборі заходів управління першочерговим є визначення прийнятності ризику. У відповідності до загального підходу управління ризиком поділяється на три групи. У наведеному комбінованому методі пропонується розділити отриману шкалу значення рівня ризику $[0 \dots R_{ij}^{\max}]$ настання травматичних подій на 3 рівні частини:

- неприйнятний рівень ризику, найвищий, безвідносно переваг прийняття ризику, і управління ризиком є необхідним незалежно від затрат, травматичні події з рівнем ризику: $[\frac{2}{3} \cdot R_{ij}^{\max} \dots R_{ij}^{\max}]$;

- середній рівень ризику, для якого витрати та переваги прийняття ризику можна враховувати у співвідношенні до витрат: $[\frac{1}{3} \cdot R_{ij}^{\max} \dots \frac{2}{3} \cdot R_{ij}^{\max}]$;

- припустимий рівень ризику, тобто незначний, при якому не має необхідності у зниженні рівня ризику, адже витрати на зниження ризику

перевищують переваги, рівень ризику знижений настільки, наскільки це реально можливо: $[0 \dots \frac{1}{3} \cdot R_{ij}^{\max}]$.

Для неприйняттого та середнього рівнів ризиків необхідно запровадити заходи управління. Умовами для зниження рівня ризику є виконання послідовності ієрархії зниження ризиків, як це зазначено у стандарті з системи управління охороною праці (у порядку убудвання): усунення, заміна, технічний контроль, адміністративний контроль, засоби захисту. Для неприйнятних ризиків умовою є застосування заходів трьох вищих щаблів ієрархії як найбільш результативних. Якщо рівень ризику відноситься до прийняттого, у застосуванні заходів для його зниження немає необхідності, доки не зміняться фактори впливу на цей ризик, умови оцінювання ризиків тощо.

Вибір заходів пропонується здійснювати з використанням математичної моделі прийняття управлінських рішень, методів експертних оцінок за встановленими критеріями обрання заходів, такими як результативність заходу; стабільність результату; ефективність заходу; швидкість впровадження; легкість впровадження. На підставі оброблення результатів експертної оцінки готуються управлінські рішення по зниженню рівня ризиків, удосконалюється процес планування.

Результати обробки зібраних даних за формулами 3.1 – 3.4 представлені у таблиці 3.2.

Так, за статистикою травматизму групи підприємств причинами травм, що призвели до тимчасової втрати працездатності більше 3 днів, найбільш травмонезбезпечною є подія – ДТП під час дороги з/на місце роботи (0,2353). За статистикою смертельних випадків – падіння з висоти та ДТП під час виконання службових обов'язків (по 0,4440). За повідомленнями працівників (п3) найбільш травмонезбезпечними є випадки підсковзування, падіння на одному рівні тощо (0,1781), за індикаторами оцінювання ризику п4

(перевірки) та n5 (матричний метод) – найбільш травмонебезпечним є контакт із шкідливими речовинами (0,1538 та 0,3333, відповідно).

Таблиця 3.2 - Визначення ризику настання травматичної події за індикаторами оцінювання ризику

Види травматичних подій	Індикатори оцінювання ризику										
	n1	Розподіл ризику n1	n2	Розподіл ризику n2	n3	Розподіл ризику n3	n4	Розподіл ризику n4	n5	Розподіл ризику n5	Середнє значення розподілу ризику
m1	102	0,1875	0	0,00	34	0,1377	3	0,1154	3	0,0625	0,1006
m2	41	0,0754	0	0,00	21	0,0850	1	0,0385	4	0,0833	0,0564
m3	22	0,0404	1	0,1111	8	0,0324	2	0,0769	7	0,1458	0,0813
m4	25	0,0460	0	0,00	26	0,1053	1	0,0385	1	0,0208	0,0421
m5	63	0,1158	0	0,00	8	0,0324	0	0,00	1	0,0208	0,0338
m6	48	0,0882	0	0,00	44	0,1781	2	0,0769	2	0,0417	0,0770
m7	12	0,0221	4	0,4444	4	0,0162	2	0,0769	1	0,0208	0,1161
m8	4	0,0074	0	0,00	1	0,004	0	0,00		0,00	0,0023
m9	53	0,0974	0	0,00	5	0,0202	3	0,1154	0	0,00	0,0466
m10	2	0,0037	0	0,00	26	0,1053	4	0,1538	16	0,3333	0,1192
m11	4	0,0074	0	0,00	31	0,1255	6	0,2308	1	0,0208	0,0769
m12	0	0,00	0	0,00	6	0,0243	0	0,00	2	0,0417	0,0132
m13	0	0,00	0	0,00	21	0,0850	1	0,0385	3	0,0625	0,0372
m14	13	0,0239	0	0,00	1	0,0040	1	0,0385	1	0,0208	0,0174
m15	5	0,0092	0	0,00	0	0,00	0	0,00		0,00	0,0018
m16	16	0,0294	0	0,00	8	0,0324	0	0,00	1	0,0208	0,0165
m17	6	0,0110	4	0,4444	1	0,004	0	0,00	4	0,0833	0,1086
m18	128	0,2353	0	0,00	2	0,0081	0	0,00	1	0,0208	0,0528
Загальна кількість	544		9		247		26		48		

Це свідчить про відмінність найбільш травмонебезпечних випадків, виявлених при аналізі даних різними методами. Отже, загальна оцінка ризику підприємства буде неповною, якщо врахувати лише частину індикаторів оцінювання ризику, або застосовувати один метод. Саме за рахунок акумуляції, обробки різними методами та співставлення результатів розрахунків відбувається удосконалення (доповнення) базового методу оцінки ризику, що застосовується на підприємстві. Співставлення та аналіз результатів дозволяє визначити найбільш небезпечні фактори з більшою вірогідністю, а отже і до більш результативного планування заходів зі зниження рівня ризику.

Встановлено, що при експертному оцінюванні факторів, що впливають на психоемоційний стан працівників, а саме підвищений рівень шуму, запыленість робочої зони, концентрація хімічних речовин та температура повітря у робочій зоні (m10 «Дія або контакт з небезпечними речовинами»), можливість настання травматичних подій, викликаних такими факторами, перебільшується експертами. За статистичними даними травматизму підприємства, ці фактори не призводять до травм і до професійних захворювань. І навпаки, травматичні події із важкими наслідками, такі як m1 «Контакт із рухомим обладнанням або матеріалом», m6 «Сковзання, спотикання або падіння на одному рівні» недооцінюються під час оцінки ризику, як такі, що мають мало можливості реалізуватися. При використанні кількісного методу оцінки ризику збільшений вплив факторів, що призводили до виникнення летальних випадків, а саме падіння з висоти та ДТП, що майже не було відображено у результатах оцінки ризиків пропорційним методом. Таким чином, кількісний метод оцінки ризику є більш об'єктивним за рахунок урахування більшої кількості показників, а отже веде до більш результативного спрямування витрат на зниження реального ризику.

З метою зменшення впливу фізичних факторів виробничого середовища на психоемоційний стан працівників, а саме підвищений рівень шуму, запыленість робочої зони, концентрація хімічних речовин та температура повітря у робочій зоні (m10 «Дія або контакт з небезпечними речовинами»), необхідно використовувати методи і засоби управління та контролю якості повітряного середовища. Як один із найперспективніших способів пропонується регулювати параметри мікроклімату і зменшувати шкідливі чинники, що впливають на здорові умови праці шляхом побудови інтелектуальної системи управління вентиляційним комплексом територіально розподілених виробничих приміщень.

Для зменшення впливу суб'єктивної складової на результати оцінки ризику пропонується також удосконалення способу обґрунтованого вибору управлінських рішень з планування заходів зі зниження виробничого ризику

на основі методу експертних оцінок за п'ятьма критеріями оцінювання заходів.

Таким чином, використання матричного методу для оцінювання ризику настання травматичних подій дозволяє кількісно співставити індикатори оцінювання ризику та визначити розподілені рівні виробничих ризиків настання різних травматичних подій.

3.2 Визначення прийнятності ризиків та обґрунтування вибору заходів із зниження виробничих ризиків методом експертних оцінок

Для визначення рівнів ризиків, розрахованих в результаті обробки зібраних даних, запропоновано розділити отриману шкалу значення рівня ризику настання травматичних подій на три групи: неприйнятний, середній, припустимий (табл. 3.3).

За результатами обробки статистичних даних визначено, що максимальним розрахунковим є рівень ризику $R_{ij}^{\max} = 0,119$.

Отже, виходячи з усієї доступної на підприємстві інформації, найбільший ризик настання мають наступні травмонебезпечні події:

- дія або контакт з небезпечними речовинами (0,119);
- падіння з висоти (0,116);
- ДТП під час роботи (0,108).

Ризики розподілені досить рівномірно за трьома рівнями, що підтверджує практичну цінність застосування підтверджує та ранжування ризиків.

Таблиця 3.3 - Ранжування результатів оцінки ризику настання травматичних подій на підприємстві за трьома рівнями ризику

НЕПРИЙНЯТНИЙ РИЗИК (0,080 ...0,119)	СЕРЕДНІЙ РИЗИК (0,041 ...0,079)	ПРИЙНЯТНИЙ РИЗИК (0 ...0,040)
m10. Дія або контакт з хімічними речовинами (0,119)	m6. Сковзання, спотикання або падіння на одному рівні (0,077)	m13. Контакт з електрострумом або електророзряд (0,037)
m7. Падіння з висоти більше 1,3 м (0,116)	m11. Контакт з відкритим вогнем, гарячою речовиною або поверхнею (0,077)	m5. Травмування при підйманні або перенесенні вантажів (0,034)
m17. ДТП під час роботи (0,108)	m2. Удар предметом, що рухається, летить або падає (0,056)	m14. Використання переносного обладнання або ручного інструменту (0,017)
m1. Контакт із рухомим обладнанням або матеріалом (0,101)	m18. ДТП під час прямування з/на роботи (0,053)	m16. Інші види випадків (утоплення, асфіксія тощо) (0,017)
m3. Зіткнення із рухомим транспортним засобом (0,081)	m9. Контакт з обладнанням, що не працює (0,047)	m12. Дія вибуху (0,013)
	m4. Зіткнення із нерухомим або стаціонарним об'єктом (0,042)	m8. Затискання при обваленні (0,002)
		m15. Фізична дія зі сторони іншої особи (0,002)

Для травматичних подій, ризик настання яких оцінено як прийнятний, достатньо існуючих заходів контролю ризику, додаткові заходи на рівні підприємства не потрібні, або їх реалізація нераціональна. Однак, на рівні підрозділів ризику можуть бути оцінені по-іншому з урахуванням частоти прояву небезпечних факторів. Наприклад, якщо для підприємства в цілому ризик настання травматичної події «контакт з електрострумом або електророзряд» є припустимим, то для конкретного підрозділу, відповідального за проведення робіт з обслуговування електрообладнання, такий ризик буде завжди найвищим, тобто неприйнятним, а отже, потребує локальних заходів зниження ризику на рівні підрозділу, визначених компонентним методом, застосованим локально.

Дані про розподіл ризиків настання травматичних подій за підрозділами представлена у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Розподіл ризиків настання травматичних подій за підрозділами Підприємства

Види травматичних подій	Цех 1	Цех 2	Цех 3	Цех 4	Цех 5	Цех 6
Контакт із рухомим обладнанням	0,101	0,101	0,101	0	0	0
Удар предметом, що рухається, летить або падає	0	0,056	0,056	0,056	0	0
Зіткнення із рухомим транспортним засобом	0,081	0,081	0,081	0,081	0	0
Зіткнення із нерухомим або стаціонарним об'єктом	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
Травмування при підйманні або перенесенні	0	0,034	0,034	0,034	0	0
Сковзання, спотикання або падіння на одному рівні	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
Падіння з висоти	0,116	0	0,116	0	0,116	0
Затискання при обваленні	0,002	0	0	0,002	0,002	0
Контакт з обладнанням, що не працює	0,047	0,047	0,047	0	0,047	0
Дія або контакт з небезпечними речовинами	0,119	0,119	0,0119	0	0	0
Контакт з відкритим вогнем, гарячою речовиною або поверхнею	0,077	0,077	0,077	0	0	0
Дія вибуху	0,013	0	0	0,013	0,013	0
Контакт з електрострумом	0	0	0,037	0	0,037	0
Використання переносного електрообладнання або ручного інструменту	0	0,017	0,017	0	0,017	0
Фізична дія зі сторони іншої особи	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Інші види випадків (утоплення, асфіксія тощо)	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
ДТП під час роботи	0		0	0	0	0,108
ДТП під час дороги з/на роботи	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053
Сумарний ризик	0,747	0,723	0,876	0,377	0,423	0,299

Таким чином, за допомогою додавання розподіленого ризику можна визначити підрозділи, де ризик настання травматичних подій є найбільшим. Така інформація може бути врахована при прийнятті управлінських рішень. Впровадження заходів із зниження рівню ризиків доречно починати із цих підрозділів.

Для неприйняттого та середнього рівнів ризиків необхідно запровадити заходи управління. Умовами для зниження рівня ризику є виконання послідовності ієрархії зниження ризиків, як це зазначено у стандарті з системи управління охороною праці (у порядку убування): усунення, заміна, технічний контроль, адміністративний контроль, засоби захисту. Ризик настання травматичних подій, оцінений як неприйнятний, вимагає найрезультативніших – трьох вищих щаблів ієрархії. Якщо рівень ризику відноситься до прийняттого, у застосуванні заходів для його зниження немає необхідності, доки не зміняться фактори впливу на цей ризик, умови оцінювання ризиків тощо.

Для вирішення поставленого завдання експерти забезпечуються необхідною інформацією у вигляді набору альтернатив (у даному випадку – заходів) і вирішальних правил (шкал, критеріїв, методів оцінки альтернатив), а частина інформації експертам надається з наявних даних, що характеризують діяльність підприємства. Кожному із експертів ставиться задача, повідомляються умови, надаються необхідні дані для оцінювання, а саме оцінювання кожного заходу із зниження ризику за критеріями за допомогою бальної шкали оцінок. Для проведення експериментальної частини запропоновано 5 критеріїв обрання заходів для зниження ризиків ($K = 1 \dots 5$) та розрахунок вагомості кожного критерію (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 - Карта оцінювання заходів із зниження ризиків настання травматичних подій

Заходи зі зниження виробничого ризику		Критерії вибору заходів*					Загальна оцінка заходу
		Результативність заходу	Стабільність результату	Ефективність заходу	Швидкість впровадження	Легкість впровадження	
Відносна вагомість критерію (ваговий коефіцієнт)		v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	
1. Усунення	Опис заходу	$k_{1,1}$	...	...	...	$k_{1,5}$	b_1
2. Заміна	Опис заходу	...	...	...	...	...	b_2
3. Технічний контроль	Опис заходу	...	...	...	...	...	b_3
4. Попереджувальні написи та адміністративний контроль	Опис заходу	...	...	...	...	...	b_4
5. Засоби індивідуального захисту	Опис заходу	$k_{5,1}$	...	...	...	$k_{5,5}$	b_5

*Критерії обрання заходів для зниження ризиків, для оцінки по шкалі від 0 (низька) до 1 (висока):

1. Результативність заходу (ступінь забезпечення зниження ризику настання травматичної події);

2. Стабільність результату (ступінь забезпечення стійкого незмінного позитивного результату);

3. Ефективність заходу (зваженість витрат матеріальних та людських ресурсів для втілення заходу);

4. Швидкість впровадження (швидкість у часі, з якою даний захід може бути реалізований);

5. Легкість впровадження (відсутність потреби у складних технічних рішеннях, проектуванні, перериванні виробничого процесу, спецдозволах, тощо).

Розрахунок балів для заходів зі зниження виробничого ризику з урахуванням оцінки критеріїв на основі вагових коефіцієнтів, розраховуються за формулою:

$$b_i = \bar{R}_i \sum_{j=1}^n v_s \cdot k_{sj}, \quad (3.5)$$

де b_i – ранг заходу, спрямованого на зниження ризику i -тої травматичної події;

\bar{R}_i – значення ризику i -тої травматичної події, розраховане за формулою 2.5;

v_s – ваговий коефіцієнт s -го критерію обрання заходів;

k_{sj} – значення s -го критерію обрання заходів, оціненого j -м експертом.

Розрахунок балів для оцінюваних заходів за критеріями з урахуванням вагових коефіцієнтів, які визначають експерти, розраховуються за формулою (3.5). Суми рангів для кожного заходу: (b_i) і є значенням, за зростанням якого здійснюється ранжирування заходів у відповідних переліках.

Для зручності проведення оцінювання кожного заходу для експертів заздалегідь складаються карти оцінювання заходів із зниження ризиків настання травматичних подій за структурою, представленою у таблиці 3.5.

Необхідна умова для вибору заходів: для неприйнятної величини ризику настання травматичних подій заходи обов'язково мають включати хоча б один із заходів вищих щаблів ієрархії настання травматичних подій:

- 1) усунення;
- 2) заміна;
- 3) технічний контроль.

При використанні програмного забезпечення така умова реалізується через заборону використання нуля при оцінюванні експертами заходів за критеріями. Для середніх ризиків – заходи вищих щаблів реалізуються за можливістю.

Заходи, що пропонується оцінити, розроблені спеціалістами служби охорони праці, пожежної безпеки і охорони довкілля згідно з ієрархією зниження ризику представлені у вигляді таблиць заходів зниження ризиків неприйняттого та середнього рівнів. Експерти проводять оцінку заходів та надають результати для оброблення представнику керівництва для подальшого оброблення.

Таким чином, запропонований спосіб визначення прийнятності ризиків дозволяє розділити їх на 3 рівні неприйнятний, середній, припустимий, та запровадити умови для зниження ризиків неприйняттого та середнього рівнів за визначеною ієрархією. Обґрунтування вибору заходів із зниження виробничих ризиків методом експертних оцінок здійснюється за допомогою вагового коефіцієнту та критеріїв обрання заходів, таких як результативність заходу; стабільність результату; ефективність заходу; швидкість впровадження; легкість впровадження, що дозволяє здійснювати більш зважений вибір управлінського рішення в умовах, з меншою долею суб'єктивізму, коли невірне рішення могло б призвести до людських втрат.

3.3 Вирішення завдань планування заходів зі зниження рівня виробничого ризику

Для сфери охорони праці існує практика застосування методів експертних оцінок для підвищення ефективності управлінських рішень. Підвищити рівень обґрунтованості управлінських рішень можливо шляхом урахування думок експертів та застосування критерію прийняття рішень. Не зважаючи на очевидні переваги експертних методів, слід відзначити, що результати застосування значною мірою залежать від компетентності особи, що приймає рішення (керівник) та експертів, які залучаються.

Досліджено процес планування заходів для травматичних подій, що зумовлюють найвищий та середній рівні виробничого ризику. Для розглянутих варіантів планування розглянуто такі можливі стани зовнішнього середовища:

z_1 – зростання попиту на продукцію підприємства, обсяги виробництва збільшуються; зростання обсягів виробництва та фонду заробітної плати щонайменше на 10%;

z_2 – стабільний попит на продукцію підприємства, обсяги виробництва залишаються незмінними; зростання фонду заробітної плати у межах інфляції;

z_3 – зменшення попиту на продукцію підприємства, обсяги виробництва зменшуються. зниження обсягів виробництва та фонду заробітної плати щонайменше на 10 %.

Умова розроблення заходів із зниження ризиків: використання ієрархії зниження ризиків за стандартом для систем управління гігієною та безпекою праці BS OHSAS 18001. Для випадку, коли рівень ризику неприйнятний, використання трьох вищих щаблів ієрархії є обов'язковим. Значення критеріїв при експертному оцінюванні не може дорівнювати нулю.

Максимальний та мінімальний можливі розрахункові рівні ризику настання травматичної події становлять відповідно:

$R^{\max} = 0,119$ – можливість настання травматичної події «Дія або контакт з небезпечними речовинами» (рівень ризику – неприйнятний);

$R^{\min} = 0,002$ – можливість настання травматичної події «Фізична дія зі сторони іншої особи» (рівень ризику – припустимий).

Досліджено результати вирішення завдань планування заходів зі зниження ризику для трьох травматичної події.

Завдання 1. Обґрунтування заходів зі зниження ризику травматичної події «Зіткнення із рухомим транспортним засобом» (неприйнятний рівень).

Небезпечні чинники: Пересування внутрішньо цеховою територією, де можливе зіткнення із електронавантажувачами. Пересування зовнішньою територією підприємства, де можливе зіткнення із вантажним та легковим автотранспортом.

Розрахунковий рівень ризику настання травматичної події:
 $R_r = 0,081$.

Критерій прийняття рішень: критерій Гурвиця, розрахований довірчий коефіцієнт становить 0,32.

Множину альтернативних варіантів заходів зі зниження рівню виробничого ризику, експертні оцінки результати реалізації альтернатив, а також розрахункові значення критерію Гурвиця наведено у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 - Дані для обґрунтування заходів зі зниження ризику травматичної події «Зіткнення із рухомим транспортним засобом» (неприйнятний рівень)

Альтернативні заходи зі зниження виробничого ризику	Очікувані результати реалізації альтернатив			Значення критерію
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	
a1. Усунення небезпечних чинників (розділення шляхів пересування пішоходів і транспорту фізичними бар'єрами, де можливо)	0,87	0,53	0,32	0,50
a2. Заміна небезпечних чинників (автоматична конвеєрна передача матеріалів та продукції замість перевезення мобільними автонавантажувачами)	0,55	0,32	0,21	0,32
a3. Технічний контроль небезпечних чинників (встановлення світлофорів, оглядових дзеркал сферичної форми, технічне обмеження швидкості руху транспорту, світлова та звукова індикація руху транспортних засобів назад)	0,91	0,47	0,38	0,55
a4. Попереджувальні написи та адміністративний контроль (попереджувальні знаки, маркування на підлозі пішохідних доріжок, навчання водіїв електронавантажувачів та пішоходів)	0,52	0,39	0,24	0,33
a5. Засоби індивідуального захисту (взуття з металевим підносом, світловідбивні жилети для працівників та відвідувачів)	0,54	0,31	0,18	0,30

Таким чином отримані результати, представлені у стовпці «Значення критерію», свідчать про те, що оптимальною у даному випадку буде альтернатива а3, якій відповідає найбільше розрахункове значення критерію.

Завдання 2. Обґрунтування заходів зі зниження ризику травматичної події «Дія або контакт з небезпечними речовинами» (неприйнятний рівень).

Травматична подія: робота в умовах підвищеного рівня пилу (більш 3 мкг/м³), шуму (більше 80дБ). Контакт з хімічними речовинами у лабораторії, з чорнилами та фарбами для принтерів, технологічними речовинами (суміші на основі спиртів, триацетин, ментол), речовинами для пом'якшення води, хладагентами тощо.

Розрахунковий рівень ризику настання травматичної події:
0,119.

Критерій прийняття рішень: критерій Гурвиця (довірчий коефіцієнт 0).

Множину альтернативних варіантів заходів зі зниження рівню виробничого ризику, експертні оцінки результати реалізації альтернатив, розрахункові значення критерію Гурвиця наведено у табл. 3.7.

Отримані результати, представлені у стовпці «Значення критерію», свідчать про те, що оптимальною у даному випадку буде альтернатива а1, якій відповідає найбільше розрахункове значення критерію.

Проведено дослідження впливу величини довірчого коефіцієнту (у діапазоні 0 ... 1), що задає керівник, на вибір оптимальної альтернативи для значень. Графічну інтерпретацію отриманих результатів представлено на рис. 3.1.

Таблиця 3.7 - Дані для обґрунтування заходів зі зниження ризику травматичної події «Дія або контакт з небезпечними речовинами» (неприйнятний рівень)

Альтернативні заходи зі зниження виробничого ризику	Очікувані результати реалізації альтернатив			Значення критерію
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	
a1. Усунення (ізоляція обладнання, максимальне усунення контакту з хімічними речовинами)	0,81	0,57	0,33	0,33
a2. Заміна (заміна хімічних речовин більш безпечними)	0,63	0,46	0,29	0,29
a3. Технічний контроль (встановлення уловлювачів, кожухів, завіс, екранів тощо, що зменшують виділення небезпечної речовини у робочу зону)	0,71	0,51	0,32	0,32
a4. Попереджувальні написи та адміністративний контроль (графік ППР обладнання, попереджувальні написи, обмеження перебування працівників у зоні дії небезпечних факторів)	0,59	0,42	0,26	0,26
a5. Засоби індивідуального захисту (забезпечення захисними масками, респіраторами, берушами, перчатками, окулярами)	0,64	0,45	0,25	0,25

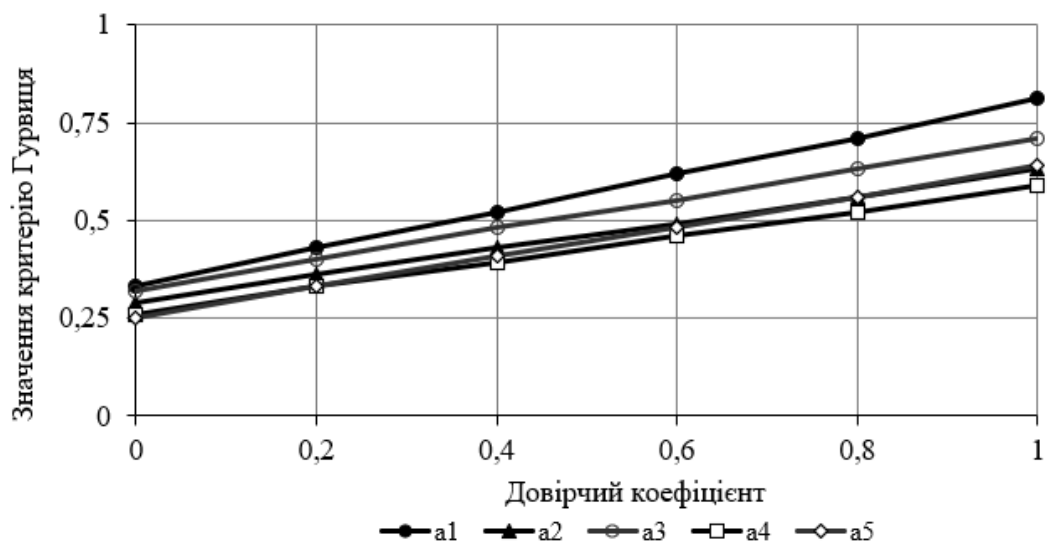


Рисунок 3.1 – Залежність оцінок альтернативних заходів зі зниження виробничого ризику найвищого рівню від значення довірчого коефіцієнта

В результаті встановлено, що для всіх припустимих значень довірчого коефіцієнта переважає альтернатива a1.

Завдання 3. Обґрунтування заходів зі зниження ризику травматичної події «Контакт з відкритим вогнем, гарячою речовиною або поверхнею» (середній рівень).

Небезпечні чинники: загоряння та/або вибух легкозаймистих технологічних речовин на основі спиртових сумішей, займання відкладень пилу на електрообладнанні тощо.

Розрахунковий рівень ризику настання травматичної події:
 $R_r = 0,077$.

Критерій прийняття рішень: критерій Гурвиця, розрахований довірчий коефіцієнт становить 0,36.

Множину альтернативних варіантів заходів зі зниження рівню виробничого ризику, експертні оцінки результати реалізації альтернатив, а також розрахункові значення критерію Гурвиця наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8 - Дані для обґрунтування заходів зі зниження ризику травматичної події «Контакт з відкритим вогнем, гарячою речовиною або поверхнею» (середній рівень)

Альтернативні заходи зі зниження виробничого ризику	Очікувані результати реалізації альтернатив			Значення критерію
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	
a1. Усунення небезпечних чинників (усунення джерел загоряння та легкозаймистих речовин (технологічних речовин) з виробничої зони)	0,61	0,58	0,54	0,57
a2. Заміна небезпечних чинників (заміна речовин, що легко загоряються на речовини із нижчою точкою займистості)	0,65	0,52	0,39	0,48
a3. Технічний контроль небезпечних чинників (улаштування приміщень із високим ступенем вогнейстійкості, систем спринклерного пожежогасіння, ремонт та чищення обладнання, протипожежні заходи згідно Правил пожежної безпеки України)	0,58	0,44	0,31	0,41
a4. Попереджувальні написи та адміністративний контроль (здійснення перевірок, попереджувальні написи, навчання, наявність постійно діючого пожежного посту на підприємстві)	0,51	0,42	0,33	0,39
a5. Засоби індивідуального захисту (облаштування приміщень первинними засобами пожежогасіння, оповіщувачами тощо)	0,63	0,44	0,24	0,38

Таким чином отримані результати, представлені у стовпці «Значення критерію», свідчать про те, що оптимальною у даному випадку буде альтернатива a_1 , якій відповідає найбільше розрахункове значення критерію.

Разом з тим, при планування заходів, спрямованих на зменшення дії небезпечних подій, що характеризуються середнім рівнем ризику, проведено дослідження впливу довірчого коефіцієнту, який задає керівник, на вибір оптимальної альтернативи. Для цього проведено розрахунки за критерієм Гурвиця для значень довірчого коефіцієнта, що змінюється у діапазоні $0 \dots 1$. Графічну інтерпретацію отриманих результатів представлено на рис. 3.2.

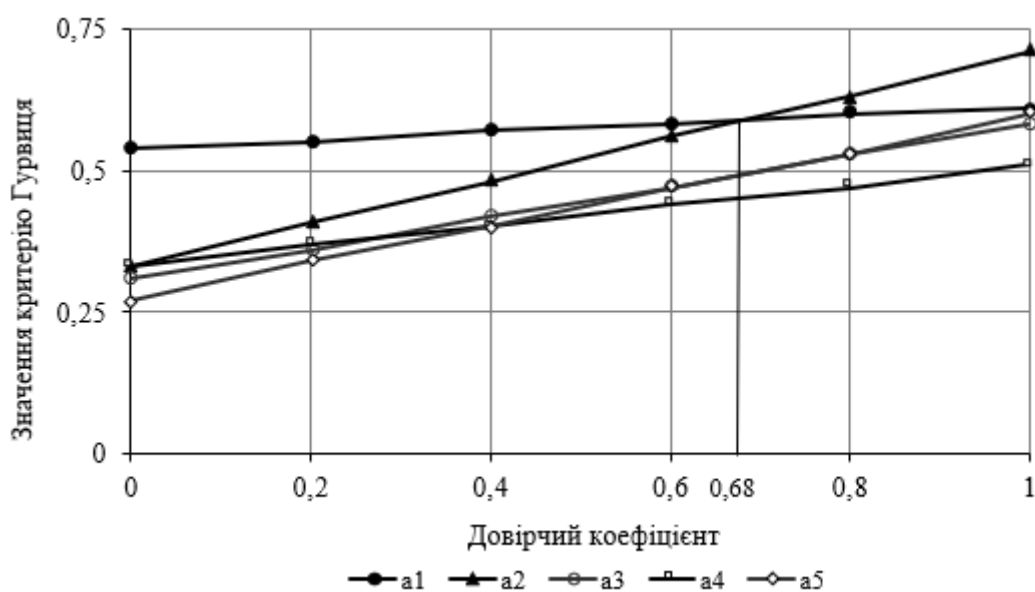


Рисунок 3.2 – Залежність оцінок альтернативних заходів зі зниження виробничого ризику середнього рівню від значення довірчого коефіцієнта

Як видно з рис. 3.2, при значенні довірчого коефіцієнта менш 0,68 оптимальною є альтернатива a_1 «Усунення джерел загоряння та легкозаймистих речовин (технологічних речовин) з виробничої зони», в

іншому випадку – альтернатива а2 «Заміна небезпечних чинників (заміна речовин, що легко загоряються на речовини із нижчою точкою займистості)».

На практиці усунення легкозаймистої речовини з виробничої зони буде реалізоване на підприємстві шляхом виділення окремої будівлі для складування та розливу легкозаймистих і горючих речовин (альтернатива а1), що планується до здійснення при позитивному стані зовнішнього середовища. Менш бажаним і менш результативним варіантом є заміна небезпечних чинників - заміна речовин, що легко загоряються, на речовини з вищою точкою займистості (альтернатива а2).

Підготовка проекту програми виконання заходів зниження виробничих ризиків може бути здійснена із зазначенням наступних даних:

- травматичні події, ризик настання яких зменшується;
- опис заходів управління;
- відповідальний за виконання (ПІБ, посада, підрозділ);
- строк виконання;
- відмітка про виконання;
- поточний статус;
- примітки.

Заходи формуються у порядку, залежному від кількості балів, і стають основою планування - постановки цілей, та програми досягнення цілей у системі управління охороною праці підприємства, що розроблюється періодично, найчастіше і у випадку даного підприємства – 1 раз на рік.

Проект програми подається на розгляд ініціатора оцінки ризиків, особи, що приймає рішення, для прийняття остаточної програми заходів зниження ризиків.

Отже, при вирішенні завдань управління щодо плануванні заходів, спрямованих на зменшення дії небезпечних подій, що характеризуються неприйнятним рівнем ризику, вибір альтернативи на практиці не залежить від довірчого коефіцієнта (при застосуванні критерію Гурвіца), завжди переважає альтернатива, спрямована на усунення дії небезпечного

чинника. Разом з тим, при плануванні заходів, спрямованих на зменшення дії травматичних подій, що зумовлюють середній рівень виробничого ризику, вибір альтернативи залежить від величин довірчого коефіцієнта.

Застосування запропонованого підходу доцільне на підприємствах, де наявні виробничі ризики та запроваджена методика їх оцінки. Крім того, необхідною умовою є наявність експертів, спроможних провести оцінювання альтернативних варіантів заходів зі зниження виробничих ризиків. Використання критерію Гурвиця дозволяє враховувати розрахункову величину виробничого ризику настання кожної з травматичної події. Для забезпечення автоматизованих розрахунків, ведення баз даних та візуалізації результатів необхідно використовувати інформаційну систему, яка забезпечує виконання усіх етапів обробки даних в процесі обґрунтування рішень зі зниження виробничих ризиків на підприємстві.

Практичне вирішення завдань планування заходів зі зниження рівня виробничого ризику та дослідження результатів передбачає застосування критеріїв обрання заходів на основі методу експертних оцінок та застосування. Для ефективного застосування критерію Гурвиця необхідно провести розрахунок довірчого коефіцієнта на основі математичної моделі, яка встановлює залежність величини виробничого ризику від множини чинників, що впливають. Обрання множини заходів зі зниження ризику методом експертних оцінок дозволяє ефективно та цілеспрямовано витратити кошти на заходи з охорони праці, таким чином підвищувати результативність системи управління охороною праці підприємства.

РОЗДІЛ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ТЕМАТИКОЮ РОБОТИ

Застосування методів оцінки надійності керівника є актуальним та необхідним для металургійних підприємств, зокрема, для підвищення ефективності управління безпекою праці, мінімізації ризиків та зменшення кількості виробничих травм [6]. Урахування факторів надійності керівника сприяє формуванню безпечного робочого середовища та забезпеченню стійкого розвитку підприємства. У металургії існує необхідність точної оцінки людського фактора, однак різні методи аналізу надійності людини мають суттєві відмінності в підходах та обмеженнях. У статті акцентовано увагу на методах оцінювання SLIM та SPAR-H. Для аналізу використано порівняльну таблицю критеріїв, приклади розрахунків ймовірності помилок за обома методами та теоретичні дані з галузевих джерел. Комбіноване використання на практиці SPAR-H та SLIM дозволяє отримати збалансовану оцінку надійності операторів у металургії, поєднуючи швидкість та адаптивність. Важливим є врахування специфіки виробничих процесів для мінімізації ризиків, пов'язаних із людським фактором.

Актуальні питання моделювання систем освітлення в середовищі DIALux із фокусом на місцеве та загальне освітлення робочих зон металообробних верстатів розглянуто у [7]. Актуальність підкреслюється необхідністю дотримання нормативів і підвищення продуктивності. Робота з фрезерними та токарними верстатами пов'язана з механічними, електричними, шумовими, вібраційними небезпеками та впливом аерозолів. Недостатнє освітлення істотно підвищує ризик травм, насамперед від механічних факторів. Створено цифрові моделі освітлення: з точковим джерелом та світлодіодним світильником. Проведено порівняльний аналіз освітленості в зоні кріплення деталі, підбрано типи світильників і їх параметри. За результатами моделювання отримано дані щодо розподілу

освітленості та відповідності нормативним вимогам. Використання цифрових технологій (DIALux, Relux) забезпечує точність, наочність, швидку оптимізацію параметрів освітлення та гнучкість у коригуванні проєктів.

Вагомим чинником підвищення ефективності такої оцінки є залучення статистичної інформації про випадки виробничого травматизму на підприємствах металургійної галузі, що підлягають спеціальному розслідуванню, зокрема смертельні та групові нещасні випадки, а також події з тяжкими наслідками й аварії [8]. Аналіз стану виробничого травматизму серед працівників металургійної галузі (на основі даних про нещасні випадки за 2022–2023 роки) свідчить, що 58 % нещасних випадків зумовлені організаційними причинами, причому переважна їх частка пов'язана з невиконанням посадових обов'язків і недотриманням вимог інструкцій з охорони праці. Наявність відповідної статистичної бази дозволяє сформувати математичну модель залежності бальної оцінки ризику настання нещасного випадку від сукупності факторів виробничого середовища, до яких належать характеристики нещасних випадків, а саме: час їх настання, причини, тип і вид події, а також відомості про підприємство, на якому стався інцидент. Результати аналізу професій із підвищеним рівнем травмонебезпеки у металургійній галузі засвідчили, що до найбільш уразливих категорій належать електромонтери з ремонту та обслуговування електроустановок, сталевари, вальцювальники й апаратники. Підґрунтям обґрунтованого планування та впровадження ефективних профілактичних заходів є своєчасна ідентифікація виробничих небезпек та адекватна оцінка виробничих ризиків, важливою складовою якої виступають результати аналізу виробничого травматизму.

На основі аналізу процесів конвективної дифузії та турбулентної міграції дрібнодисперсного пилу встановлено, що інтенсивність його осадження у вентиляційному потоці визначається геометрією гірничої виробки та аеродинамічними характеристиками повітряного потоку [9]. Для оцінювання ефективності турбулентного осадження дрібнодисперсних,

слабо інерційних часток на поверхні виробки запропоновано формулу, яка дозволяє визначити частку осілих часток залежно від зазначених параметрів. Розроблено й теоретично обґрунтовано математичну модель осадження дрібнодисперсного пилу з вентиляційного потоку, що, на відміну від відомих підходів, враховує конвективну дифузію та турбулентну міграцію часток уздовж гірничої виробки. Практична цінність отриманих результатів полягає в можливості оцінювання впливу турбулентного осадження на концентрацію дрібнодисперсного пилу та обґрунтування необхідності розроблення заходів і засобів зниження його кількості під час прохідницьких робіт.

Розглянуто науково-практичні аспекти застосування експертних методів в управлінні охороною праці [10, 11, 12]. Особливу увагу приділено методам аналізу ієрархій та парних порівнянь як інструментам прийняття обґрунтованих рішень у сфері безпеки праці. Наведено рекомендації щодо практичного застосування цих методів, підкреслено важливість комплексного підходу до оцінювання професійних ризиків. Результати досліджень підтвердили ефективність комбінованого використання методів Delphi та АНР для обґрунтування рішень з управління професійними ризиками на промислових підприємствах [10, 12]. Поєднання цих підходів дозволило зменшити вплив суб'єктивності, отримати узгоджені оцінки та сформулювати прозорий механізм ранжування заходів. Застосування методики в умовах цеху механічної обробки металу різанням дало змогу систематизувати виробничі небезпеки, виконати кількісну оцінку ризиків та визначити оптимальні напрями мінімізації їх впливу. Отримані результати свідчать про високу ефективність аналітичної моделі Delphi-АНР у плануванні та коригуванні заходів з охорони праці, що відповідає вимогам стандарту ISO 45001:2018. Обґрунтовано доцільність застосування експертних оцінок у ситуаціях, коли статистичних даних недостатньо, а виробничі умови характеризуються складністю та високим рівнем невизначеності.

Аргументовано необхідність комплексного й системного підходу до оцінювання психосоціальними ризиками та керування ними на робочому місці [13]. Актуальність питання суттєво зросла через глобальні кризи, зокрема пандемію COVID-19 та повномасштабне збройне вторгнення РФ в Україну. Останнє спричинило зниження добробуту працівників, значне збільшення їх психічного виснаження та погіршення самопочуття загалом. На основі аналізу міжнародних стандартів ISO 31000:2018 та ISO 45003:2021, а також інноваційних світових методик визначено основні фактори впливу на психологічне здоров'я. Запропоновано впровадження моделі керування психосоціальними ризиками, яка передбачає три рівні заходів: попередження, підвищення стресостійкості та мінімізацію негативних наслідків. Особливу увагу зосереджено на визначенні «психосоціальної небезпеки» як дисбалансу між вимогами роботи та наявними ресурсами працівника. Запропоновано практичні рекомендації щодо використання онлайн-інструментів для об'єктивної ідентифікації та оцінки ризиків. Обґрунтовано, що професійна діяльність у більшості випадків характеризується умовами високого темпу, надмірністю або дефіцитом інформації за дії перешкод та інших несприятливих тих факторів, які потенційно впливають на функціональний стан і працездатність негативно. Результати проведеного дослідження наголошують на надзвичайній важливості адаптації міжнародного досвіду керування психосоціальними ризиками до національних умов для забезпечення належного рівня психологічної безпеки працівників та комфортних для них умов праці. Відповідно до цього особливої значущості набувають дослідження, які не тільки спрямовані на зниження нервово-психічної напруги та досягнення психофізіологічної релаксації, але й покликані запобігати розвитку стійких функціональних зрушень.

У роботі [14] розглядається концепція напряму Vision Zero як сучасної проактивної парадигми в системі управління безпекою і здоров'ям на роботі. Ця концепція активно підтримується міжнародними організаціями, а саме

Міжнародною асоціацією соціального забезпечення (ISSA) та Міжнародною організацією праці (ILO). Філософія Vision Zero має амбітну й цілком досяжну мету – безпека як ключова цінність будь якої організації чи підприємства, інтегруючи це на всіх рівнях прийняття рішень та формуючи корпоративну культуру безпеки організації чи підприємства. Як наслідок – повне усунення виробничих травм і професій-них захворювань. Гострі, видимі події (нещасні випадки) привертають значно більше уваги, ніж хронічні, часто приховані захворювання з довгим латентним періодом. Звідси виникає актуальна задача з пошуку шляхів зменшення кількості професійних захворювань. Її вирішення вбачається на побудові нової філософії, яка здатна об'єднати безпеку, здоров'я та добробут працівників на роботі й тим самим підвищити їх обізнаність, мотивацію до зміни ставлення до власного здоров'я, умов виробничого середовища, виконання трудових обов'язків, а також вдосконалення методології оцінювання ризиків, лідерства, навчання тощо. Перелічене гарно поєднується в концепції Vision Zero, яка являє собою це не стільки накази «згори донизу», скільки створення платформи для спільного вирішення різних проблем і задач, де кожен працівник відчуває себе уповноваженим і відповідальним за безпеку праці. Проведено порівняльний аналіз практик реалізації концепції в різних країнах із фокусом на чинники успіху: сильне лідерство, відкрита культура комунікацій та ефективний зворотний зв'язок. Окремо розглянуто можливість адаптації Vision Zero до національних умов України та специфіки галузей промисловості. Також під час проведення аналізу враховані практичні інструменти – оцінка клімату безпеки, випереджальні індикатори, навчальні методики.

У роботі [15] розглянуто концепцію ентропії безпеки як фундаментальної, як комплексного стохастичного показника, що визначає рівень неупорядкованості та схильності до деградаційних процесів у системах управління безпекою праці та здоров'ям працівників (СУБПЗР). Запропонований авторами підхід базується на принципах класичної

термодинаміки та положеннях міжнародного стандарту ISO 45001:2018, що дає змогу розглядати СУБПЗР як відкриту соціально-технічну систему, яка функціонує під впливом багатьох внутрішніх і зовнішніх випадкових чинників. Розроблено абстрактну модель взаємозв'язку між рівнем ентропії та невиконанням вимог безпеки, яка відображає динамічність поведінки системи та необхідність підтримання її у контрольованому низькоентропійному стані для запобігання небезпечним подіям. Запропоновано діагностичний чек-лист для оперативної ідентифікації симптомів ентропії безпеки, серед яких виділено деградацію процесів, інформаційні та комунікаційні бар'єри, культурну апатію, втрату знань та опір організаційним змінам. Застосування запропонованого інструменту дає змогу здійснювати проактивне управління ризиками, своєчасно виявляти критичні точки та впроваджувати ефективні профілактичні заходи. Отримані результати підтверджують, що стійке функціонування СУБПЗР можливе лише за умови постійного імпорту впорядковуючої енергії та інформації через лідерство, навчання персоналу, систематичний моніторинг і розвинені механізми зворотного зв'язку. Практична значущість роботи полягає у формуванні науково обґрунтованої методологічної бази для розвитку стратегій безпеки, мінімізації виробничого травматизму та підвищення стійкості організаційних систем, що робить запропонований підхід універсальним інструментом для застосування у різних секторах промисловості та сервісу.

Вирішенню актуальної науково-прикладної задачі охорони праці – мінімізації впливу шкідливих виробничих факторів при механічній обробці матеріалів присвячено статтю [16]. Розглянуто проблему ефективного видалення дрібнодисперсного пилу та стружки, що утворюються при різанні неметалевих композитів (текстоліт, графіт, склопластик) і становлять загрозу для дихальної системи персоналу та безпеки очей. Основним внеском автора є розробка та оптимізація конструкції вихрової пневматичної системи аспірації, яка перевершує ежекторні аналоги за надійністю.

Застосувавши методи комп'ютерного моделювання (CFD-аналіз у середовищі SolidWorks Flow Simulation), досліджено аеродинаміку вихрових потоків. Отримано математичні залежності, що пов'язують геометричні параметри пристрою з ефективністю евакуації відходів. Встановлено критичні параметри для проектування енергоефективних систем безпеки: оптимальний кут нахилу вхідного патрубку ($\alpha=9^\circ$), висоту камери змішування ($h=60$ мм) та діаметр всмоктування ($b=60$ мм). На базі результатів моделювання спроектовано дослідний зразок стружкопилівдсмоктувача. Впровадження запропонованого пристрою дозволяє локалізувати шкідливі викиди безпосередньо в зоні різання, суттєво знижуючи ризик професійних захворювань та виробничого травматизму, що підтверджує практичну цінність дослідження для промислової санітарії.

У роботі [17] на підставі порівняння вуглецевого балансу двох районів з розвинутою гірничодобувною промисловістю, які знаходяться у степовій та лісостеповій зонах, а також різним рівнем стійкого деревного покриву за використанням даних ГІС додатку вільного доступу виявлено наступне. Збільшення площ зі стійким лісовим покривом, в першу чергу природного походження, а по друге – штучні насадження з стійким покривом, можуть виступати як джерелом, так і поглиначем парникових газів, що відзначається також у Керівних принципах національних інвентаризацій парникових газів. Вуглецевий баланс територій з розвинутою гірничодобувною промисловістю, що за даними проекту Global Forest Watch розглядаються як покриті стійким лісовим покривом природного та/або штучного походження, характеризуються від'ємним вуглецевим балансом, тобто відбувається поглинення вуглецю з атмосфери на територіях, на яких підтримується стійке озеленення деревами з щільної кроною. Розрахунок річної зміни запасів вуглецю в біомасі на площах нелісових земель перетворених на лісові та земель лісового фонду не суперечить даним про вуглецевий баланс розглянутих двох гірничодобувних районів, отриманий за даними Global Forest Watch, але й деталізує одну із його статей. Розуміння обліку та

популяризація частин методики Керівних принципів національних інвентаризацій парникових газів надає можливість всім зацікавленим сторонам розуміння гостроти екологічної ситуації та необхідності вжиття управлінських рішень та/або інженерних заходів спрямованих на адаптацію до змін клімату [18, 19].

У роботі [20] розглянуто можливості комбінації розрахунково-аналітичних методів та підходів до сучасного цифрового 3D-моделювання на прикладі програмного комплексу SolidWorks для оперативної оптимізації проєктних рішень щодо встановлення параметрів вентиляційних систем виробничих приміщень. На прикладі металообробної майстерні, де передбачається зміна конфігурації обладнання для виконання ремонтних робіт та модернізації устаткування, розглянуто можливість оптимізації робочого простору з огляду забезпечення якості повітря робочої зони. Як джерела викиду розглянуто токарний, свердлильний і шліфувальний верстати. Розрахунково визначено параметри вентиляційної системи: визначено сумарні тепловиділення від обладнання, розраховано необхідну витрату повітря для асиміляції тепла та для видалення шкідливих викидів – пилу та аерозолю. На основі максимальної потреби у повітрообміні розраховано діаметри повітропроводів для різних ділянок мережі (від 355 мм до 700 мм) та сумарні втрати тиску (670,9 Па), що дало змогу обґрунтувати параметри примусового вентиляювання робочої зони. На підставі створення тривимірної моделі майстерні та її вентиляційної системи у програмному комплексі SolidWorks із використанням CFD-аналізу проведено моделювання розподілу повітряних потоків, що дало змогу візуалізувати рух повітря, виявити зони нерівномірного розподілу та перевірити раціональність проєктного рішення. Співставлення результатів аналітичних розрахунків та цифрового моделювання показало добру збіжність параметрів швидкості потоку. Моделювання підтвердило, що зміна конфігурації повітропроводів та розташування обладнання дадуть змогу досягти більш рівномірного розподілу потоків та знизити загальний опір

системи. На підставі аналітичних досліджень виявлено, що використання комплексного підходу значно спрощує та прискорює процес вибору оптимальної конфігурації вентиляційної системи, особливо в умовах модернізації виробництва.

У публікаціях [21–26] розглянуто актуальні інженерно-екологічні проблеми, пов'язані зі зменшенням негативного впливу виробничої діяльності на довкілля та забезпеченням сталого розвитку. У роботі [21] здійснено оцінювання ефективності застосування спринклерних систем для пригнічення пиловиділення на хвостосховищах, проаналізовано фактори, що визначають інтенсивність пилопригнічення, та обґрунтовано доцільність використання водяного зрошення як заходу екологічної безпеки. Дослідження [22] присвячене захисту будівельних майданчиків від шкідливої дії ґрунтових і поверхневих вод шляхом застосування технологій водозниження; визначено основні технічні рішення та їх вплив на безпеку й стабільність будівельних процесів. У роботі [23] розглянуто перспективи використання геоінформаційних систем для оцінки змін запасів вуглецю в біомасі лісів, обґрунтовано доцільність ГІС-інструментів для моніторингу екосистем і підтримки рішень у сфері кліматичної політики. У матеріалах [24] виконано аналіз енергоефективних рішень для промислового виробництва з позицій сталого розвитку, визначено напрями зниження енергоспоживання та екологічного навантаження. Сукупно результати досліджень формують науково-практичну основу для впровадження екологічно орієнтованих та енергоефективних технологій у виробничій і будівельній сферах.

Питання забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час виконання робіт в умовах підвищеної небезпеки, таких як наявність канцерогенних речовин, зокрема азбесту розглянуто у [27]. Детально проаналізовано основні нормативно-правові документи, що регулюють питання охорони праці в умовах наявності канцерогенних речовин. Розглянуто підходи до регулювання питань безпеки в умовах наявності канцерогенних речовин міжнародними документами.

ВИСНОВКИ

У проміжному звіті наведено результати науково-дослідної роботи, спрямованої на вдосконалення методичних підходів до ідентифікації виробничих небезпек, оцінки та управління професійними ризиками з метою обґрунтованого планування заходів зі зниження рівня виробничого травматизму. У процесі дослідження систематизовано джерела потенційної шкоди на робочих місцях та визначено умови, що сприяють виникненню небезпечних ситуацій, що дозволило сформулювати цілісне уявлення про фактори ризику виробничого середовища.

Розглянуто та узагальнено теоретичні основи оцінки професійного ризику, на базі яких удосконалено метод Елмері шляхом розширення переліку оціночних показників, уточнення шкал оцінювання та підвищення об'єктивності результатів ідентифікації небезпек. Запропоновано підхід до формування плану заходів зі зниження професійного ризику з використанням експертних оцінок, що забезпечує врахування галузевих особливостей та практичного досвіду фахівців з охорони праці.

Розроблено алгоритм управління професійним ризиком, який поєднує етапи ідентифікації небезпек, оцінювання рівня ризику, визначення його прийнятності та вибору оптимальних управлінських рішень. У межах експериментальних досліджень здійснено аналіз ризиків настання травматичних подій, обґрунтовано критерії прийнятності ризиків та підтверджено доцільність застосування експертних методів для вибору ефективних профілактичних заходів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості їх використання при плануванні та реалізації заходів з охорони праці на підприємствах різних галузей. Окреслено перспективні напрями подальших наукових досліджень, пов'язані з інтеграцією кількісних моделей оцінки ризику, цифрових інструментів моніторингу та підтримки управлінських рішень у сфері охорони праці.

Результати досліджень передбачено використати для вдосконалення освітніх компонентів спеціальності J4 – Охорона праці:

для ОПП «Аудит та консалтинг безпеки праці» «Ризик-орієнтоване оцінювання та прогнозування безпеки виробництва», «Системний аналіз та методи наукової підтримки рішень в умовах невизначеності», «Консалтинг безпеки праці та планування профілактичних заходів»;

для ОПП «Безпека праці та виробничих процесів» «Ризик-орієнтований підхід до безпеки праці», «Безпека праці та виробничих процесів», «Пожежна та вибухова безпека».

Результати роботи опубліковані у [6 - 27].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Концепції реформування системи управління охороною праці в Україні та затвердження плану заходів щодо її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12.12.2018 р. № 989-р. Дата оновлення: 23.07.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/989-2018-%D1%80?lang=ru> (дата звернення: 11.12.2025)
2. Директива Ради ЄС 89/391/ЄЕС «Про запровадження заходів заохочення поліпшення безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі». Офіційний вісник ЄС L 156, 21.06.1990, С. 14.
3. ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems. Requirements with guidance for use. URL: <https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html> (дата звернення: 12.12.2025)
4. Проект постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Методики проведення роботодавцем заходів з безпеки та гігієни праці на основі ризикоорієнтованого підходу». Офіційний сайт Державної служби України з питань праці. URL: <https://dsp.gov.ua/derzhpratsi-proponuie-do-obhovorennia-proiekt-postanovy-kabinetu-ministriv-ukrainy-pro-zatverdzhennia-metodyky-provedennia-robotodavtsem-zakhodiv-z-bezpeky-ta-hihiieny-pratsi-na-osnovi-ryzykoooriientov/> (дата звернення: 11.12.2025).
5. Березуцький В. В. Управління охороною праці : навчальний посібник для студентів спеціальності «Цивільна безпека», освітньої програми «Охорона праці». Харків : ФОП Панов А.М., 2021. 412 с.
6. Кружилко О. Є., Чеберячко Ю. І., Володченкова Н. В., Репін М. В., Згерський, Р. А. Застосування методів оцінки надійності людини при управлінні безпекою праці. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2025, 41(1-2), 3-7. <https://doi.org/10.36804/nndipbop.41-1-2.2025.3-7>.
7. Кружилко О. Є., Чеберячко Ю. І., Володченкова Н. В. Застосування спеціалізованих диджитальних систем для моделювання виробничих чинників. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки*,

8. Майстренко В. В., Чеберячко С. І., Репін М. В. Аналіз виробничого травматизму на підприємствах металургійної промисловості України. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки*. Серія: Технічні науки, № 3, 2025. С. 257 – 263. URL: <https://journals.mipolytech.in.ua/index.php/tech/issue/view/3>

9. Чеберячко Ю. І., Максимова Н. М., Беднюк О. В., Подобний А. Д. Вплив інтенсивності турбулентного осадження на концентрацію дрібнодисперсного пилу під час роботи комбайна в умовах гірничої виробки. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки*. Серія: Технічні науки, № 3, 2025. С. 241 – 250. URL: <https://journals.mipolytech.in.ua/index.php/tech/issue/view/3>

10. Кружилко О. Є., Чеберячко Ю. І., Каракай М. С., Вамболь В. В., Федорчук-Мороз В. І. Застосування експертних методів для планування заходів з охорони праці. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2025, 41(3-4), С 8 – 14.

11. Кружилко О. Є., Володченкова Н. В., Майстренко В. В., Волошин В. В., Полукаров О. І. Науково-практичні аспекти застосування експертних методів для управління охороною праці. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів XXXII Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів)*. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. С. 52-55.

12. Кружилко О. Є., Репін М. В., Дроник Т. В., Кравчук І. В. Використання математичного моделювання для поліпшення умов праці на металургійних підприємствах. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів XXXII Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів)*. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. С. 56-58.

13. Цопа В.А., Чеберячко С.І., Пищикова О.В., Настич А.І. (2025) Триступенева система запобіжних, захисних і реабілітаційних заходів щодо

зниження психосоціальних ризиків працівників. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки*, No 5, С. 337 – 343

14. Цопа В.А., Чеберячко С.І., Володченкова Н.В., Рекова Н.Ю. (2025) Концепція vision zero у сфері безпеки і здоров'я працівників. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки*, No 5, С. 344 – 357

15. Цопа В.А., Чеберячко С.І., Дерюгін О.В., Володченкова Н.В., Репін М.В. (2025) Ентропія безпеки в системі управління безпекою і здоров'ям працівників на роботі. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки. Спецвипуск, присвячений 5-річчю Технічного університету «Метінвест Політехніка» № 4. С. 358 – 369.*

16. Оверко М.В., Вірич С.О., Бабенко М.О. Оптимізація параметрів ефективності робочого процесу вихрової пневматичної системи Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Машинобудування і машинознавство». No1(16)'2025. С. 83–93 URL : <https://doi.org/10.31474/2308-51312-2025-1-16-83-93>

17. Petrushyna H.O., Maksymova N.M., Bazel Ya.R., Vishnkin A.B. Polyurethane and 18-molybdodiphosphate polymeric composite material for natural and industrial water treatment / *Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2025: Матеріали IV Міжнародної наукової конференції*. 20 травня 2025 р., м. Дніпро. Дніпро: “Середняк Т.К.”, 2025. С. 71-72. URL: <https://www.dsau.dp.ua/ua/page/materiali-konferencij.html>

18. Подобний А. Д., Максимова Н. М. Моделювання аеродинамічних процесів у апараті циклонному. *Тиждень студентської науки – 2025: Матеріали вісімдесятої студентської науково-технічної конференції (Дніпро, 21-25 квітня 2025 року)*. Дніпро: НТУ «ДП», 2025. С. 356-358. URL: <https://science.nmu.org.ua/ua/conferences/week-of-studsci/zvit-2025.pdf>

19. Максимова Н.М., Чеберячко Ю.І., Петрушина Г.О., Міняйло Д.О. Можливості адаптації ГІС для визначення динаміки запасів вуглецю в біомасі лісових насаджень в контексті ІРСС. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*, Вип. № 2, 2025. С. 378-385. DOI [https://doi.org/10.15589/znp2025.2\(500\).49](https://doi.org/10.15589/znp2025.2(500).49)

20.Чеберячко Ю.І., Максимова Н.М., Подобний А.Д. Цифрове моделювання як інструмент уточнення параметрів проектування вентиляційної системи металообробної майстерні. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки*, № 4, 2025. С. 56-61. DOI <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-4-7>

21.Тішина В. М., Максимова Н. М. Оцінка можливостей спринклерних систем пригнічувати пиловиділення на хвостосховищах. *Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*, № 3 (501), 2025. С. 253-260. DOI [https://doi.org/10.15589/znp2025.3\(501\).30](https://doi.org/10.15589/znp2025.3(501).30)

22.Семеняка І. П., Максимова Н. М. Захист будівельних майданчиків від шкідливої дії вод шляхом водозниження. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки*, № 5, 2025. № 5. С. 10-15. DOI: <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-5-1>

23.Міняйло Д.О., Максимова Н.М. Перспективи застосування геоінформаційних систем для оцінки змін запасів вуглецю в біомасі лісів. *Міжнародна наукова-практична конференція «Трансформаційні підходи до сталого розвитку: екологічна освіта, наука та природоохоронні практики для відбудови України»* (м. Житомир, 22-26 вересня 2025 року) : Наукове електронне видання. Державний університет «Житомирська політехніка», 2025. С. 132-133.

24.Авласьонок К. І., Масловський К. С., Максимова Н. М. Пошук енергоефективних рішень для сталого розвитку виробництва. Екологічні виклики та інновації. Захист довкілля у сучасному світі: Матеріали Всеукр. наук.-практ. інтер.-конф., м. Черкаси: НУЦЗ України – 2025. С. 134-136. URI: https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/konferentsii/2025/ekol25_.pdf

25. Накемпій О.К. Використання біотехнологій у зниженні техногенного забруднення ґрунтів. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2025, 41 (3-4). С. 92 – 96.

26. Манідін В. С., Осетрова Г. Ю., Андрущенко Д. А., Грідяєв В. В. Поліпшення умов праці під час підготовки комплексного модифікатора при модифікуванні чавуну в умовах ливарного цеху ТОВ «ЗАПОРІЗЬКИЙ ЛИВАРНО-МЕХАНІЧНИЙ ЗАВОД». Проблеми екології та енергозбереження : матеріали XVI Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв : НУК, 2025. С. 95-99.

27. Майстренко В. В., Іхно Д. С. Особливості забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час виконання робіт в умовах наявності канцерогенних речовин. *Проблеми охорони праці в Україні*, 41(3-4), С. 45-48. <https://doi.org/10.36804/nndipbor.41-3-4.2025.45-48>.