

УДК 349.2

Б. М. Цимбал¹, к.т.н., доцент, доц. каф. (ORCID 0000-0002-2317-3428)
О. П. Шароватова¹, к.п.н., доцент, доц. каф. (ORCID 0000-0002-2736-2189)
А. С. Петрищев², к.т.н., доцент, доц. каф. (ORCID 0000-0003-2631-1723)
О. Д. Малько¹, к.в.н., доцент, ст. викл. каф. (ORCID 0000-0003-4868-7887)
С. Р. Артем'єв¹, к.т.н., доцент, зав. каф. (ORCID 0000-0002-9086-2856)
О. І. Богатов³, к.т.н., доцент, зав. каф. (ORCID 0000-0001-7342-7556)

¹Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

²Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна

³Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ТА ГІГІЄНОЮ ПРАЦІ

Розглянуто важливість удосконалення ризик-орієнтованого підходу, оскільки такий підхід дозволяє забезпечити високий рівень безпеки та гігієни на робочому місці, зменшити ризик виникнення негативних наслідків для працівників та запобігти матеріальним збиткам для підприємства. Проаналізовано особливості основних етапів ризик-орієнтованого управління безпекою та гігієною праці, такі як ідентифікація, оцінка та управління професійними ризиками. Встановлено, що найбільш проблемним етапом є саме оцінка професійних ризиків. Аналіз методів визначення рівня ризику та оцінки ефективності заходів з управління ризиками показав, що зазначені методи є загальними та є неадаптованими до специфіки різних галузей економіки. Спрощені методи враховують тільки дві компоненти: вірогідність впливу небезпеки на працівника та збиток або наслідки. Трикомпонентні методи враховують ще характеристику частоти (схильності) до небезпеки. При цьому трикомпонентні методи не мають матриці для оцінки професійного ризику. Переважна більшість таких методів не передбачають оцінку залишкового ризику, який показує ефективність заходів зменшення рівня професійного ризику та за необхідністю впровадження корегувальних заходів. При цьому не враховується ієрархія заходів контролю та ліміт часу реалізації запобіжних та захисних заходів. Для усунення зазначених недоліків розроблено трикомпонентну 3-D методику оцінки професійних ризиків, яка містить об'ємну матрицю, та дає змогу оцінити залишковий ризик. Отримані результати реалізації запропонованої методики можуть бути використані на практиці для покращення безпеки та гігієни праці на машинобудівних підприємствах. Результати дослідження дозволяють зменшити кількість нещасних випадків на робочому місці та забезпечити підвищення ефективності управління безпекою та гігієною праці.

Ключові слова: нещасний випадок, безпека праці, ризик-орієнтоване управління, 3-D методика, оцінка професійного ризику

1. Вступ

Управління безпекою та гігієною праці є важливою складовою успішної діяльності будь-якого підприємства, оскільки від цього залежить здоров'я та життя працівників, а також якість та результативність їхньої роботи. Одним з ключових підходів до управління безпекою та гігієною праці є ризик-орієнтоване управління, яке передбачає ідентифікацію, оцінку та управління професійними ризиками. При цьому ідентифікація професійних ризиків передбачає визначення потенційно небезпечних факторів, які можуть впливати на здоров'я та безпеку працівників. Оцінка ризиків зазвичай здійснюється за допомогою визначення ймовірності виникнення небезпечної ситуації та її наслідків. Управління професійними ризиками включає в себе прийняття заходів для запобігання небезпечним ситуаціям та мінімізації наслідків, які можуть виникнути [1–3].

Проте, процедура оцінки професійних ризиків має в собі багато недоліків, які можуть призвести до невірної визначення рівня ризику та неправильного вибору стратегії його управління. Вона має в своїй процедурі багато недоліків, та-

ких як недостатня об'єктивність, неадекватність методик та відсутність врахування індивідуальних особливостей працівників [4]. Тому, удосконалення ризик-орієнтованого управління безпекою та гігієною праці, зокрема етапу оцінки професійних ризиків, має велике значення для підвищення ефективності діяльності підприємства та забезпечення безпеки працівників.

Тому, підвищення ефективності ризик-орієнтованого управління безпекою та гігієною праці є актуальною проблемою.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Важливим аспектом ефективною реалізації системи безпеки і гігієни праці є етап оцінки професійних ризиків. Щоб відповідати зростаючим запитам суспільства, підприємства мають розробляти рішення для наявних функціональних систем, які реалізуються у багатьох сферах та мають високу чутливість до зовнішнього і внутрішнього середовищ. Як у науковій літературі, так і на практиці пропонуються різні методи.

Для забезпечення високоефективної професійної діяльності працівників необхідно розуміти пов'язані з нею небезпеки та ризики, а також шляхи їх пом'якшення. Оскільки підприємства не мають ані часу, ані ресурсів для вирішення всіх виявлених ризиків, дослідники даного питання [5] зазначають, що ризикувати слід виключно доцільно, а ресурси використовувати переважно для вирішення найбільш критичних з них. Але з іншого боку це є певним недоліком даної методики, бо вона не акцентує увагу на менш критичних, але значимих ризиків. При цьому не дозволяє рівномірно розподілити в часі матеріальні та трудові ресурси для запровадження заходів з попередження виникнення небажаної події.

Існує багато різних методів оцінки професійних ризиків [6, 7]. Одні з них якісно оцінюють ризики, а інші кількісно [7]. Загалом, кількісні методи забезпечують результати, які є більш об'єктивними, але вони покладаються на детальні числові дані, що рідко бувають доступними та адекватно відображати реальну статистику. Тому оцінки експертів часто застосовуються як альтернатива об'єктивним даним [8]. Фахівці [6] також стверджують, що експерти можуть бути надійним джерелом інформації, оскільки вони щодня працюють над проектами. До недоліків можливо віднести, що дані методики не передбачають оцінку залишкового ризику, який дає зрозуміти ефективність заходів, які були впроваджені для зменшення рівня професійного ризику та за необхідністю впровадження корегувальних заходів.

Наприклад, в одному з досліджень [9] автори визначають рівень професійного ризику погіршення здоров'я працівників під час використання засобів індивідуального захисту. У результаті здійснення аналізу різноманітних шкідливих чинників, що впливають на ступінь ефективності у захисті працівників, було зроблено висновок щодо залежності ступеня захисту користувачів від їхнього сприйняття величини професійного ризику для власного здоров'я, тоді як інші фактори (підготовка працівників, своєчасна заміна фільтрів, недоліки комфорту) або підсилювали, або послаблювали зазначену величину. Подібні висновки щодо розробки програм безпеки зі зменшення впливу професійного ризику на доцільність використання ЗІЗ мають переважно формалізований характер і вимагають подальшого удосконалення, особливо беручи до уваги захист від хімічних або біологічних небезпек, які можуть суттєво погіршити стан здоров'я працівників [10]. При цьому варто звернути увагу і на накопичену працівником ефективну дозу

шкідливої речовини, яка, у поєднанні з часом, може зумовити віддалені у часі негативні наслідки, що може спричиняти легковажне ставлення до необхідності використання ЗІЗ [11]. Недоліком зазначених методик є неможливість врахування ієрархії коригувальних дій та застосування альтернативних заходів з управління професійними ризиками. Приведені методики регламентують використання тільки найбільш комфортних ЗІЗ.

Своєрідний погляд щодо оцінки професійних ризиків наводиться у дослідженні [12], що пропонує кількісний підхід, який базувався на статистичних даних ураження електричним струмом працівників з урахуванням умов експлуатації. Автори на підставі положень стандарту IEC 61482-1-2 (DIN EN 61482-1-2: 2007): «Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc. Part 1: Test methods – Method 2 – Determination of the arc protection class of material and clothing using a constrained and directed arc» розробили кілька формул, виходячи з класів захисту та небезпеки ураження користувача ЗІЗ. Недоліком такого методу є підготовка саме статистичних даних, які вимагають здійснення спеціальних досліджень. Зі схожою проблематикою зіткнулись автори [13], які вирішили опрацювати значну кількість ЗІЗ для захисту працівників при роботі з пестицидами. У результаті було зазначено, що складність оцінки професійного ризику полягає у відсутності достовірної інформації від виробників щодо небезпеки тієї чи іншої речовини для обробки сільськогосподарських культур. Також на величину професійного ризику впливають й інші чинники (вартість, доступність, дискомфорт), що іноді можуть значно посилити небезпеку під час одночасної дії, що потребує пошуку відповідних нових методів для визначення ризиків. Недоліками зазначених методик є те, що вони не враховують ієрархію заходів контролю та ліміт часу реалізації запобіжних та захисних заходів, які дають змогу знехтувати незначними ризиками, приділити більшу увагу катастрофічним ризикам та їх реалізації до моменту настання небажаної події.

Останнім часом зустрічається достатньо публікацій щодо питань вибору засобів індивідуального захисту, особливо щодо оцінки професійних ризиків [14–16]. Проте у даних публікаціях відсутня інформація щодо необхідності підсилення контролю за дотриманням європейської культури безпеки на виробництві, за рахунок удосконалення ризик-орієнтованого управління безпекою та гігієною праці, шляхом створення необхідного інструменту для оцінки професійних ризиків.

Отже, на практиці одним із найбільш широко використовуваних інструментів оцінки професійного ризику є матриця ризику [17, 18]. Професійні ризики розподіляють в різні комірки, в яких визначаються їх рівні, як правило, низький, помірний, високий, виходячи з оцінки двох компонентів: ймовірності виникнення ризику та величини його впливу [18]. Оцінка професійних ризиків може бути якісною, напів кількісною або кількісною [19]. Коли застосовується кількісна оцінка, матрицю оцінки професійного ризику можна розширити у безперервний графік, який називають картою ризику [20]. Одним із недоліків підходу матриці оцінки ризиків є однакові кількісні показники, що можуть потрапити в різні якісні осередки ризику [17]. Дане питання може вирішуватись різним розділом матриці: зони ризику, куди відноситься однаковий рівень ризику, мають позначатись не прямокутними клітинками, а ділянками неправильної форми [17, 19]. Недоліками наведених досліджень також є те, що методики з оцінки професійних ризиків враховують тільки дві компоненти це вірогідність впливу небезпеки на працівника та збиток або наслідки, а трикомпонентні враховують ще характеристику частоти (схильності) до небезпеки, при цьому вони не мають матриці для оцінки профе-

сійного ризику, яка б дала можливість наглядно оцінити та проаналізувати рівень професійного ризику.

Серед можливих шляхів удосконалення процесу оцінки професійного ризику є розгляд ризику як поєднання окремих складових: події ризику та відповідного впливу. З чітким поділом між подією професійного ризику (причиною) і впливом (наслідком), превентивні та коригувальні заходи можна підготувати більш ефективно. Дослідники [20] стверджують, що така модель оцінки професійних ризиків є стандартною. Але недоліком зазначеної моделі є те, що методики оцінки професійних ризиків не надають можливості оцінки ефективності запропонованих заходів, без витрат на трудові та матеріальні ресурси.

Важливо зазначити, що традиційні підходи до оцінки професійних ризиків певним чином ігнорують той факт, що багато сучасних організаційних та процесних компонентів будуються на ієрархічних рівнях системи та за своєю суттю є достатньо складними [21]. Такі підходи виявляються недостатніми для урахування постійно змінюваних організаційних вимог, а наявні ситуації вимагають нових підходів з гнучкими та адаптивними методами оцінки професійного ризику [22], які змінюються відповідно до стану середовища та ситуаційних організаційних чинників. Тож, важливо зосереджувати дослідження на сфері гнучкості в оцінці ризику як прогресивного шляху удосконалення поточних методологій оцінки професійних ризиків. Недоліками зазначених методик є те, що вони не дозволяють проводити оцінку професійних ризиків до тих пір, поки заходи з їх зменшення не досягнуть прийняттого значення.

Беручи до уваги вимоги Директиви №89/391/ЄЕС від 12.06.1989 року про запровадження заходів, покликаних заохочувати до покращення безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі [23], підхід до системи управління охороною здоров'я і безпекою праці має спиратись на принципи концепції циклу Plan-Do-Check-Act (PDCA), тобто Плануйте-Робіть-Перевіряйте-Дійте [24]. Недоліком реалізації наведених вимог та підходу є те, що вони передбачають витрати на впровадження заходів з управління професійними ризиками, які можуть виявитися не ефективними та будуть вимагати додаткових фінансових вкладень на реалізацію корегувальних заходів. При цьому рівень залишкового ризику не оцінюється та ефективність заходів не моделюється.

Отже, невирішеною частиною розглянутої проблеми є розробка нового інструменту оцінки професійних ризиків.

3. Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є розробка методики оцінки професійних ризиків, що дозволить удосконалити ризик-орієнтоване управління та підвищити рівень безпеки та гігієни праці.

Досягнення зазначеної мети ґрунтується на реалізації наступних завдань:

- розробити 3-D методику оцінки професійних ризиків;
- апробувати (випробувати) розроблену методику оцінки професійних ризиків на машинобудівному підприємстві та розробити заходи з управління професійними ризиками.

4. Матеріали та методи дослідження

Об'єктом дослідження є ризик-орієнтоване управління безпекою та гігієною праці. Предметом дослідження є удосконалення методики оцінки професійних

ризиків. Гіпотезою дослідження є те, що розроблена методика оцінки професійних ризиків дозволить підвищити ефективність ризик-орієнтованого управління безпекою та гігієною праці. Аналіз методів оцінки професійних ризиків та їх недоліків дозволяє виявити проблемні моменти в оцінці ризиків та запропонувати їх вдосконалення. Випробування розробленої методики на машинобудівному виробництві покаже, чи є ця методика ефективною в практичному застосуванні. В результаті, розроблена методика може стати важливим інструментом для ризик-орієнтованого управління безпекою та гігієною праці на підприємствах, яка дозволить ідентифікувати та оцінювати потенційні ризики на робочому місці та розробляти ефективні заходи для їх запобігання або зменшення.

Дослідження проведено на основі комплексу необхідних методів, насамперед, методу системного аналізу, структурно-функціонального методу та методу порівняння. Для оцінки професійних ризиків було використано кількісний експертний метод за розробленою методикою.

Дослідження проводили на універсальному пристрої. Для автоматизованої обробки та аналізу даних використано персональний комп'ютер. Для обробки даних, побудови матриць та оцінки професійних ризиків використовувалась програма, табличний процесор Microsoft Office Excel, для кольорової візуалізації матриць використовувалось умовне форматування, кольорові шкали.

5. Розробка 3-D методики оцінки професійних ризиків

Більшість методик з оцінки професійних ризиків враховують тільки дві компоненти: це вірогідність впливу небезпеки на працівника та збиток або наслідки, а трикомпонентні враховують ще характеристику частоти (схильності) до небезпеки, при цьому вони не мають матриці для оцінки професійного ризику, яка б дала можливість наглядно оцінити та проаналізувати рівень професійного ризику.

Крім цього більшість методик не передбачають оцінку залишкового ризику, який дає зрозуміти ефективність заходів, які були впроваджені для зменшення рівня професійного ризику та за необхідністю впровадження корегувальних заходів.

Також більшість методик не враховує ієрархію заходів контролю та ліміт часу реалізації запобіжних та захисних заходів, які дають змогу знехтувати незначними ризиками, приділити більшу увагу катастрофічним ризикам та їх реалізації до моменту настання небажаної події.

Для розроблення методики оцінки професійних ризиків, було обрано прототип: методику оцінки професійних ризиків Міжнародної організації праці [25]. Було розроблено об'ємну 3-D матрицю (рис. 1), для визначення величини професійного ризику, яка є трикомпонентною, включає в себе імовірність настання наслідків або небажаної події, тяжкість наслідків та частоту, можливість нараження на небезпеку.

Матриця складається з трьох шкал, структурованих у порядку зростання тяжкості, ймовірності та частоти. При цьому вірогідність настання небажаної події, тяжкість наслідків та частота, можливість нараження на небезпеку мають шкали від 1 до 5 (рис. 2, 3). При розгляді потенційних наслідків розглядається найбільш несприятливий сценарій професійного ризику, заснований на максимально можливій присутності робітників в потенційно небезпечній зоні та тяжкості травми. При розгляді потенційної ймовірності розглядаються можливі сценарії події з існуючими методами захисту (технічними та організаційними), моделюється можливість одночасного виникнення помилок або неправильних дій працівників.

Крім цього рівень вірогідності настання небажаної події має шкалу від не вірогідно, мало-ймовірно, можливо, вірогідно до дуже-ймовірно. При невірогідній ймовірності інцидент мало-ймовірний та можливий тільки теоретично. Інформацію щодо аналогічних інцидентах на підприємстві чи галузі з такими наслідками немає або неможливо, щоб така подія відбулася, оскільки технічних бар'єрів більше 2. При мало-ймовірній вірогідності – аналогічний інцидент коли-небудь траплявся в галузі або який може статися в результаті виходу з ладу двох існуючих бар'єрів (в тому числі в результаті людської помилки).

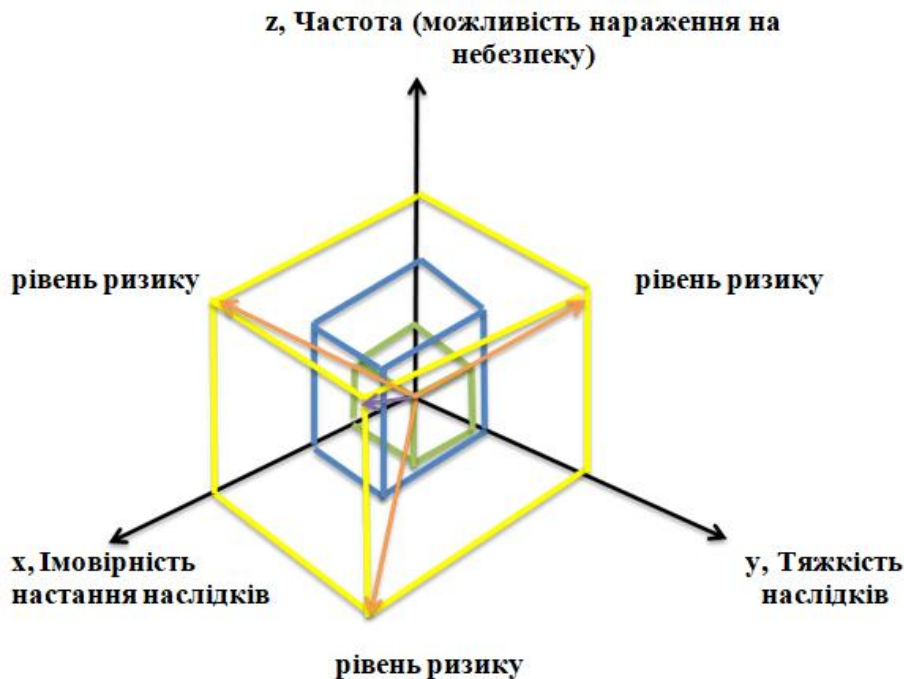


Рис. 1. Об'ємна 3-D матриця оцінки професійних ризиків

При можливої ймовірності – аналогічний інцидент коли-небудь траплявся на підприємстві або галузі за останні 12 місяців або який може статися в результаті хоча б однієї помилки потерпілого при наявності одного технічного бар'єру. При вірогідній ймовірності – аналогічний інцидент стався 1 раз і більше за останні 12 місяців на підприємстві або який може статися в результаті відсутності технічного бар'єру. При дуже-ймовірній вірогідності – аналогічний інцидент стався 1 раз та більше за останні 12 місяців на підприємстві або який може статися в результаті необережної дії потерпілого.

Тяжкість наслідків від: мінімальні, незначні, помірні, значні до катастрофічні. При мінімальній тяжкості наслідків виникає мінімальна травма, внаслідок якої потрібне надання допомоги постраждалому, яка не потребує спеціальної медичної освіти (перша допомога), та постраждалий може виконувати свої обов'язки в повному обсязі. При незначних – травма, внаслідок якої постраждалому надано медичну допомогу без втрати працездатності, та постраждалий може виконувати свої обов'язки в повному обсязі. При помірних – травма зі втратою працездатності внаслідок якої викликано знаходження постраждалого на листку непрацездатності або усунення від роботи на термін більше 24 годин, у тому числі травми з важкими наслідками. При значних – смертельна травма однієї людини або травма зі втратою працездатності двох і більше осіб. При катастрофічних – смертельна травма двох або більше осіб (груповий нещасний випадок).

а)	у – вірогідність	невірогідно	малоймовірно	можлива	вірогідно	дуже ймовірно
х – наслідки		1	2	3	4	5
мінімальні	1	1	2	3	4	5
незначні	2	2	4	6	8	10
помірні	3	3	6	9	12	15
значні	4	4	8	12	16	20
катастрофічні	5	5	10	15	20	25
z – частота щоденна		1	1	1	1	1

б)	у – вірогідність	невірогідно	малоймовірно	можливо	вірогідно	дуже ймовірно
х – наслідки		1	2	3	4	5
мінімальні	1	2	4	6	8	10
незначні	2	4	8	12	16	20
помірні	3	6	12	18	24	30
значні	4	8	16	24	32	40
катастрофічні	5	10	20	30	40	50
z – частота щозмінна		2	2	2	2	2

в)	у – вірогідність	невірогідно	малоймовірно	можливо	вірогідно	дуже ймовірно
х – наслідки		1	2	3	4	5
мінімальні	1	3	6	9	12	15
незначні	2	6	12	18	24	30
помірні	3	9	18	27	36	45
значні	4	12	24	36	48	60
катастрофічні	5	15	30	45	60	75
z – частота щомісячна		3	3	3	3	3

г)	у – вірогідність	невірогідно	малоймовірно	можливо	вірогідно	дуже ймовірно
х – наслідки		1	2	3	4	5
мінімальні	1	4	8	12	16	20
незначні	2	8	16	24	32	40
помірні	3	12	24	36	48	60
значні	4	16	32	48	64	80
катастрофічні	5	20	40	60	80	100
z – частота щомісячна		4	4	4	4	4

д)	у – вірогідність	невірогідно	малоймовірно	можливо	вірогідно	дуже ймовірно
х – наслідки		1	2	3	4	5
мінімальні	1	5	10	15	20	25
незначні	2	10	20	30	40	50
помірні	3	15	30	45	60	75
значні	4	20	40	60	80	100
катастрофічні	5	25	50	75	100	125
z – частота щорічна		5	5	5	5	5

Рис. 2. 3-D матриця оцінки професійних ризиків в залежності від вірогідності та наслідків при частоті: а – 1; б – 2; в – 3; г – 4; д – 5

Частота, можливість нараження на небезпеку від: щоденно, щозміни, щомісячно, щоквартально до щорічно. Рівень та ранжування професійних ризиків, а також запобіжні та захисні заходи, яких необхідно вжити визначаються за табл. 1.

Також вона передбачає розробку відповідного плану дій щодо зниження рівня професійних ризиків, граничних термінів його реалізації до моменту настання небажаної події. Числове значення рівня ризику є добутком значення балів кожної зі шкал, що відображено цифрою в матриці на перетині відповідних позицій.

	вірогідність	невірогідно	малоймовірно	можливо	вірогідно	дуже ймовірно
x – наслідки		1	2	3	4	5
мінімальні	1	1	4	9	16	25
незначні	2	2	8	18	32	50
помірні	3	3	12	27	48	75
значні	4	4	16	36	64	100
катастрофічні	5	5	20	45	80	125
z – частота		1	2	3	4	5
		щоденна	щозмінна	щомісячна	щоквартальна	щорічна

Рис. 3. 3-D матриця оцінки професійних ризиків в залежності від вірогідності та наслідків при частоті від 1 до 5

Табл. 1. Рівень та ранжування професійних ризиків, а також запобіжні та захисні заходи, яких необхідно вжити

Рівень ризику		Запобіжні та захисні заходи і відповідний план дій
65-125	Високий	Негайно припинити роботу, доки не будуть вжиті контрольні заходи, а рівень ризику не зменшиться. Потребує невідкладних дій керівництва підприємства із обов'язковим складанням плану заходів з безпеки праці та призначенням відповідальних осіб за їх виконання.
28-64	Суттєвий	Убезпечити ситуацію протягом тижня – тим часом запровадити тимчасові заходи. Потребує уваги керівництва підприємства. Терміново проінформувати робітників та їх безпосередніх керівників, начальника відповідного підрозділу та начальника служби охорони праці.
10-27	Помірний	Убезпечити ситуацію протягом місяця. Проінформувати робітників та їх безпосередніх керівників, начальника відповідного підрозділу та начальника служби охорони праці.
4-9	Мінімальний	Убезпечити ситуацію протягом року. Проінформувати робітників та безпосередніх керівників, керівника відповідного підрозділу та начальника служби охорони праці. Вжити заходи щодо зменшення професійного ризику.
1-3	Незначний	Продовжити впровадження чинних захисних та запобіжних заходів – продовжувати перевірку. Здійснюється управління шляхом виконання існуючих процедур. Звичайно не потребує додаткових ресурсів.

Рівні професійних ризиків за результатами оцінки поділяються на:

- незначний (зелена зона) – 1–3 бали;
- мінімальний (синя зона) – 4–9 балів;
- помірний (жовта зона) – 10–27 балів;
- суттєвий (помаранчева зона) – 28–64 бали;
- високий (червона зона) – 65–125 балів.

Високий рівень професійного ризику вказує на недостатність існуючих заходів захисту та необхідність розробки та реалізації додаткових заходів, спрямованих на зниження або мінімізацію рівня ризику. Якщо рівень поточного ризику низький, це достатність існуючих заходів, і в разі підтвердження такої достатності необхідно продовжувати застосовувати існуючі заходи, а також виконувати моніторинг цього ризику та проводити переоцінку рівня професійного ризику при зміні умов. Матриця складається з трьох шкал, структурованих у порядку зростання тяжкості, ймовірності та частоти. При цьому вірогідність настання небажаної події, тяжкість наслідків та частота, можливість нараження на небезпеку мають шкали від 1 до 5 (рис. 2 та 3). При розгляді потенційних наслідків розглядається найбільш несприятливий сценарій професійного ризику, заснований на максимально можливій присутності робітників в потенційно небезпечній зоні та тяжкості травми. При розгляді потенційної ймовірності розглядаються можливі сценарії події з існуючими методами захисту (технічними та організаційними), моделюється можливість одночасного виникнення помилок або неправильних дій працівників.

Крім цього рівень вірогідності настання небажаної події має шкалу від невірогідно, мало-ймовірно, можливо, вірогідно до дуже-ймовірно. При невірогідній ймовірності інцидент мало-ймовірний та можливий тільки теоретично. Інформацію щодо аналогічних інцидентів на підприємстві чи галузі з такими наслідками немає або неможливо, щоб така подія відбулася, оскільки технічних бар'єрів більше 2. При мало-ймовірній вірогідності – аналогічний інцидент коли-небудь траплявся в галузі або який може статися в результаті виходу з ладу двох існуючих бар'єрів (в тому числі в результаті людської помилки). При можливій ймовірності – аналогічний інцидент коли-небудь траплявся на підприємстві або галузі за останні 12 місяців або який може статися в результаті хоча б однієї помилки потерпілого при наявності одного технічного бар'єру. При вірогідній ймовірності – аналогічний інцидент стався 1 раз і більше за останні 12 місяців на підприємстві або який може статися в результаті відсутності технічного бар'єру. При дуже-ймовірній вірогідності – аналогічний інцидент стався 1 раз та більше за останні 12 місяців на підприємстві або який може статися в результаті необережної дії потерпілого.

Тяжкість наслідків від мінімальні, незначні, помірні, значні до катастрофічні. При мінімальній тяжкості наслідків виникає мінімальна травма, внаслідок якої потрібне надання допомоги постраждалому, яка не потребує спеціальної медичної освіти (перша допомога), та постраждалий може виконувати свої обов'язки в повному обсязі. При незначних – травма, внаслідок якої постраждалому надано медичну допомогу без втрати працездатності, та постраждалий може виконувати свої обов'язки в повному обсязі. При помірних – травма зі втратою працездатності внаслідок якої викликано знаходження постраждалого на листку непрацездатності або усунення від роботи на термін більше 24 годин, у тому числі травми з тяжкими наслідками. При значних – смертельна травма однієї людини або травма зі втратою працездатності двох і більше осіб. При катастрофічних – смертельна травма двох або більше осіб (груповий нещасний випадок).

Частота, можливість нараження на небезпеку від щоденно, що змінно, щомісячно, щоквартально до щорічно.

Рівень та ранжування професійних ризиків, а також запобіжні та захисні заходи, яких необхідно вжити визначаються за табл. 1. Також вона передбачає розробку відповідного плану дій, щодо зниження рівня професійних ризиків, граничних термінів його реалізації до моменту настання небажаної події. Числове зна-

чення рівня ризику є добутком значення балів кожної зі шкал, що відображено цифрою в матриці на перетині відповідних позицій.

Рівні професійних ризиків за результатами оцінки поділяються на:

- незначний (зелена зона) – 1–3 бали;
- мінімальний (синя зона) – 4–9 балів;
- помірний (жовта зона) – 10–27 балів;
- суттєвий (помаранчева зона) – 28–64 бали;
- високий (червона зона) – 65–125 балів.

Високий рівень професійного ризику вказує на недостатність існуючих заходів захисту та необхідність розробки та реалізації додаткових заходів, спрямованих на зниження або мінімізацію рівня ризику. Якщо рівень поточного ризику низький, це достатність існуючих заходів, і в разі підтвердження такої достатності необхідно продовжувати застосовувати існуючі заходи, а також виконувати моніторинг цього ризику та проводити переоцінку рівня професійного ризику при зміні умов, що було враховано в формі оцінки професійних ризиків (табл. 2).

Табл. 2. Форма оцінки професійних ризиків

№ небезпеки	Опис небезпеки	Можливі наслідки	Оцінка ризику $P=X*Y*Z$			
			Вірогідність	Наслідки	Частота	Ризик
			Оцінка первинного ризику			
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику	
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін		

Форма оцінки професійних ризиків наведена в табл. 2 та передбачає реєстрацію небезпек, опис небезпек, можливих наслідків, оцінки ризику: вірогідності, наслідків, частоти, рівня самого ризику, впровадження заходів: превентивних заходів, визначення відповідальних, терміни виконання та оцінку залишкового ризику.

6. Апробування розробленої методики та розробка заходів з управління професійними ризиками

Для апробації удосконаленої методики оцінки професійних ризиків Міжнародної організації праці було обрано машинобудівельне виробництво, робоче місце: дефектоскопіста, зварювальника та фрезерувальника (рис. 4–6). Результати оцінки деяких професійних ризиків дефектоскопіста, електрозварювальника та фрезерувальника відповідно наведено в табл. 3–5.

Розроблені превентивні заходи з управління професійними ризиками є важливою задачею для забезпечення безпеки та гігієни праці на підприємствах машинобудування.

Табл. 3. Оцінка професійних ризиків дефектоскопіста

№ небезпеки	Опис небезпеки	Можливі наслідки	Оцінка ризику $P=X*Y*Z$				
			Вірогідність	Наслідки	Частота	Ризик	
1	Електромагнітне поле чи випромінювання	Травмування чи погіршення здоров'я людини при випромінюванні на неї електромагнітного випромінювання чи поля. Електромагнітні хвилі призводять до несприятливих змін в організмі, що супроводжуються: пригніченням центральної нервової системи (уповільнення реакції, погіршення пам'яті, депресії різної тяжкості, підвищена збудливість, дратівливість, порушення сну, безсоння, різкі перепади настрою, запаморочення, слабкість) у серцево-судинній системі (зниження ЧСС, зміни на ЕКГ, артеріального тиску), порушення морфологічного складу крові (зменшення кількості лейкоцитів, ретикулоцитів, ацидофільних гранулоцитів), що супроводжується порушеннями функціонального стану ендокринної системи, обмінних процесів, дистрофічними процесами у тканинах мозку, печінці, селезінці, яєчках.	Оцінка первинного ризику				
		5	3	5	75		
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику		
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін			
	Індивідуальні засоби захисту від електромагнітних полів, такі як одяг, що екранує, екрануючі головні убори, сорочки і легінси.	Майстер дільниці Іванов П. П.; дефектоскопіст Переєв П. В.	негайно	4	3	5	60
2	Ефектична напруга	Ураження електричним струмом чи дугою. Невеликий розряд електрики може викликати біль у м'язах і спровокувати слабе скорочення м'язів або переляк з подальшим падінням. Сильний розряд може спричинити порушення серцевого ритму, від незначного до смертельного. Сильні розряди також можуть спровокувати сильні скорочення м'язів, достатні для того, щоб відірвати людину від землі або спричинити вивих суглобів, перелом кісток та інші ударні травми. Крім того, ураження електричним струмом може супроводжуватися різними uszkodженнями нервів і головного мозку та викликати судоми, внутрішньомозкову кровотечу (крововиливи), погіршення короткочасної пам'яті, психологічні порушення, дратівливість або безсоння. Ураження нервів периферичної нервової системи або ураження спинного мозку може призвести до слабкості, паралічу, оніміння, поколювання, хронічних болів та еректильної дисфункції (імпотенції).	Оцінка первинного ризику				
		3	4	3	36		
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику		
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін			
	Використовувати гумові килимки та діелектричні рукавички, носити спеціальний одяг, взуття, а також користуватися інструментом із ізоляційними ручками.	Майстер дільниці Іванов П. П.; дефектоскопіст Переєв П. В.	протягом тижня	2	4	2	16

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Магнітно-порошкова суспензія	Ураження хімічно-активними речовинами, які входять до складу суспензії. Ураження відкритих ділянок шкіри або/та слизової оболонки, що може призвести до хімічних опіків. Вдихання парів розчинника. При отруєнні виявляються сильні головні болі, запаморочення, непритомність; подразнення дихальних шляхів та слизових оболонок очей; болючість печінки та її збільшення, жовтушність; часті позиви до сечовипускання, діарея, блювання із кров'ю.			Оцінка первинного ризику			
					5	3	5	75
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику			
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін				
	Забезпечити біля робочого місця наявність джерела води для промивки очей, рук та ін. ділянок тіла. Використовувати резинові рукавички та захисні окуляри. Забезпечити робоче місце примусовою вентиляцією.	Майстер ділянки Іванов П. П.; дефектоскопіст Перев П. В.	негайно	3	3	4	36	



а)



б)

Рис. 4. Робоче місце дефектоскопіста: а – під час налаштування магнітно-порошкового дефектоскопу; б – під час її вмикання



а)



б)

Рис. 5. Робоче місце зварювальника під час зварювання алюмінієвих заготовок на зварювальному стенді: а – з яскравим світлом від дуги; б – без нього

Табл. 4. Оцінка професійних ризиків електрозварювальника

№ небезпеки	Опис небезпеки	Можливі наслідки	Оцінка ризику $P=X*Y*Z$					
			Вірогідність	Наслідки	Частота	Ризик		
1	Ультра-фіолетове та інфра-червоне випромінювання	Спостереження за інтенсивним розповсюдженням ультра-фіолетового світла, що виникає при зварюванні, без відповідних ЗІЗ або зварювальних завіс, може призвести до хворобливого ураження очей. Багато факторів можуть вплинути на тяжкість опікової травми, такі як відстань, тривалість та кут проникнення променів. Тривалий вплив випромінювання також може призвести до різних професійних захворювань – катаракти та втрати зору. Інші форми ушкодження очей включають: попадання в очі сторонніх тіл, у тому числі піску, іскор та пилу; пари та газу, які можуть призвести до кон'юнктивіту.	Оцінка первинного ризику					
		4	3	4	75			
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику			
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін	4	3	5	60
2	Вплив парів та газів	Регулярна дія зварювального диму та газів може призвести до легеневої інфекції, яка потім може перерости в пневмонію. У той час як антибіотики зазвичай можуть зупинити інфекцію, важка пневмонія може призвести до госпіталізації, серйозних захворювань та смертельних наслідків. Оксиди хрому та оксиди нікелю, що виділяються при зварюванні нержавіючої сталі та сплавів з високим вмістом нікелю, можуть викликати астму. Усі зварювальні газу вважаються канцерогенними. Зварювання або робота на оцинкованому металі та вплив високої концентрації зварювального диму може призводити до симптомів, що нагадують грип, які зазвичай посилюються на початку робочого тижня. Роздратування горла та легень, включаючи сухість у горлі, лоскотання у горлі, кашель та сором у грудях.	Оцінка первинного ризику					
		5	4	5	100			
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику			
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін	2	2	2	8
		Замінити захисний щиток на захисну маску з фільтруючим елементом. Встановити додаткову вентиляцію.	Майстер дільниці Петров П. П.; зварювальник Кошевий С. А.	протягом тижня				

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3	Високотемпературні зварювальні дуги, УФ-промені та розплавлений метал	Поєднання високотемпературних зварювальних дуг, УФ-променів і розплавленого металу призводить до сильних опіків при зварюванні. Ці опіки шкіри чи сітківки очей можуть бути дуже серйозними.				Оцінка первинного ризику			
					5	3	5	75	
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику				
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін					
	Забезпечити працівника термостійким спецодягом, захисними рукавичками та ін. спецодягом, маскою.	Майстер дільниці Петров П. П.; зварювальник Кошевий С. А.	негайно	3	3	3	27		

Табл. 5. Оцінка професійних ризиків фрезерувальника

№ небезпеки	Опис небезпеки	Можливі наслідки	Оцінка ризику $P=X*Y*Z$					
			Вірогідність	Наслідки	Частота	Ризик		
1	Гострі кромки робочих інструментів, фрез, металевої стружки та заготовки	Травмування пальців або кисті рук внаслідок їх захоплення інструментом, що обертається. Травмування очей стружкою, що відлітає при роботі, або осколком інструменту, що зламався. Травмування пальців рук при збиранні стружки.	Оцінка первинного ризику					
					5	3	5	75
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику			
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін				
	Індивідуальні засоби захисту від гострих предметів, захисні рукавички, захисні окуляри, спецвзуття. З метою запобігання захоплення кисті рук інструментом, що обертається, заборонити: розкріплювати або закріплювати деталі, знімання або встановлення заготовки при не зупиненому шпинделі, виправляти положення деталі у пристосуванні під час працюючого верстата; контролювати розмірів деталі до зупинки шпинделя; регулювання подачі мастильно-охолоджувальної рідини (СОЖ) у процесі фрезерування.	Майстер дільниці Профатило П. В.; фрезерувальник Лагода С. С.	негайно	4	3	5	60	

Продовження табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Падаючі або заготовки, деталі, що відлітають, інструмент або/та пристосування	Травмування рук або ніг при налагодженні верстата, встановлення та зняття оброблюваної деталі, кріплення та зняття інструменту. Травмування тіла працюючого деталлю, що вирвалася з кріплення під час обробки.			Оцінка первинного ризику			
					5	3	5	75
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику			
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін				
	Забезпечити фрезерувальника спеціальним взуттям з металевим носком. Провести навчання та інструктаж з метою попередження порушення правил експлуатації вантажопідійомних пристроїв, неправильною організацією робочого місця, застосуванням заборонених прийомів роботи (наприклад, затискач та віджимання фрези ключем на оправці з включенням електродвигуна). Огородити найбільш небезпечні дискові та торцеві фрези зі вставними ножами. Для запобігання виліту деталі при фрезеруванні, її потрібно правильно закріпити, вибракувати дефектні або зношені відповідні пристрої.	Майстер дільниці Профатило П. В.; фрезерувальник Лагода С. С.	негайно	2	3	2	12	
3	Фреза, що обертається	Механічне травмування, важкі випадки травмування тіла і голови фрезерувальників при попаданні кінців їхнього одягу або волосся на фрезу, що обертається, що призводить до затягування частини тіла верстатника на інструмент внаслідок миттєвої накрутки на нього одягу або волосся.			Оцінка первинного ризику			
					5	4	5	100
		Впровадження заходів			Оцінка залишкового ризику			
		Превентивні заходи	Відповідальність	Термін				
	Запобігати порушень вимог інструкцій з техніки безпеки до спецодягу.	Майстер дільниці Профатило П. В.; фрезерувальник Лагода С. С.	негайно	3	4	3	36	

Використання розробленої методики оцінки професійних ризиків може допомогти визначити рівень ризику на будь-якому робочому місці та вжити необхідні заходи для зниження професійного ризику до прийняттого рівня.

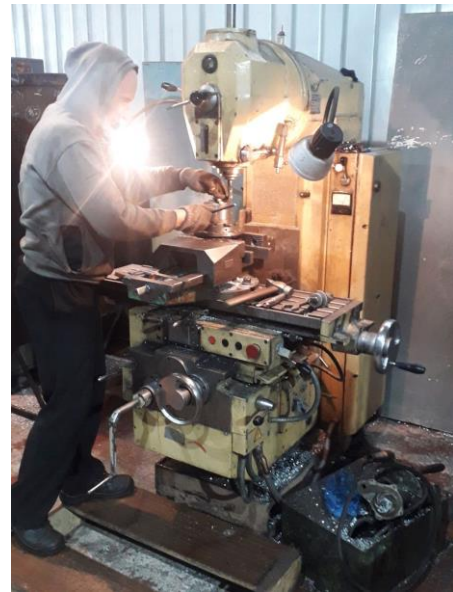
8. Обговорення результатів удосконалення ризик-орієнтованого управління безпекою та гігієною праці

За результатами оцінки, розробленою 3-D методикою, деяких, найбільш значимих професійних ризиків дефектоскопіста (рис. 3), було встановлено, що негативна дія електромагнітного поля чи випромінювання призводить до рівня ризику

ку 75, який є високим, при цьому вірогідність і частота мають максимальне значення та дорівнюють 5, а наслідки 3. Тому з метою управління професійними ризиками та попередження нещасного випадку було запропоновано вжити запобіжні та захисні заходи, а також складено відповідний план дій, при цьому необхідно негайно припинити роботу, доки не будуть вжиті контрольні заходи, а рівень ризику не зменшиться. Це потребує невідкладних дій керівництва підприємства із обов'язковою реалізацією плану заходів з безпеки праці, призначеними відповідальними особами за їх виконання. Якщо вжити запропоновані заходи, тоді вірогідність, наслідки, частота та ризик зменшаться відповідно до 4, 3, 5 та 60, що відповідає суттєвому рівню ризику, що свідчить про недостатню ефективність запропонованих заходів, тоді необхідно вводити коригувальні дії та знову оцінювати рівень професійного ризику, до ти пір, поки його рівень не знизиться до прийнятного значення. Аналогічно при небезпеці, електричної напруги, рівень первинного ризику складає 36 має суттєве значення, але після введення превентивних заходів, можливо його зниження до 16, помірному значення, тоді необхідно забезпечити ситуацію протягом місяця, проінформувати робітників та їх безпосередніх керівників, начальника відповідного підрозділу та начальника служби охорони праці. Що свідчить про недостатню кількість превентивних заходів та введенням корегувальних дій, але поступова реалізація запропонованих заходів дає можливість зменшити наслідки настання небезпечної події та збільшити час до її настання, тим самим раціонально використовувати наявні трудові та матеріальні ресурси, а також у часі рівномірно розподілити реалізацію запланованих заходів.



а)



б)

Рис. 6. Робоче місце фрезерувальника: а – ліворуч; б – праворуч

Загалом для дефектоскопіста, електрозварювальника та фрезерувальника було встановлено високий рівень професійних ризиків від 75 до 100, але після планування відповідних превентивних заходів, можливо спрогнозувати їх ефективність та оцінити залишковий ризик, який став меншим та склав від 8 до 60, від мінімального, помірному до суттєвого рівня, але даний рівень потребує впровадження корегувальних заходів, для зменшення рівня професійних ризиків до прийнятого значення.

Отримані результати пояснюються тим, що для професій: дефектоскопіст, електрозварювальник та фрезерувальник притаманні небезпечні та шкідливі умови праці, що обумовлене особливостями параметрів технологічного процесу та

конструкції обладнання, які є джерелами суттєвих небезпек та створюють високі рівні професійних ризиків, але при плануванні певних заходів можливо зменшити їх рівні та проконтролювати ефективність запропонованих заходів. При цьому для перевірки їх ефективності, не використовувати матеріальні і трудові ресурси, обрати найбільш достатні та ефективні.

Ризик-орієнтоване управління безпекою та гігієною праці направлено на оцінку професійних ризиків за запропонованими методиками, які є загальними та неадаптованими до специфіки різних галузей економіки, а також врахувати ієрархію коригувальних дій та підібрати будь-які превентивні заходи від усунення працівника з зони ураження і до застосування ЗІЗ. Тому розроблена 3-D методика оцінки професійних ризиків містить об'ємну матрицю, яка є трикомпонентною та сама методика дає змогу оцінити залишковий ризик.

Форма оцінки професійних ризиків (табл. 3) дає змогу визначити не тільки рівень професійного ризику, але й відповідно до критеріїв SMART (specific, measurable, assignable, realistic, time-related – конкретна, вимірювана, має виконавця, реалістична, обмежена в часі), передбачити превентивні заходи, призначити конкретного відповідального та терміни їх виконання, а також оцінити залишковий ризик, з метою впровадження коригувальних заходів для зменшення рівня професійного ризику до прийнятого значення.

До обмежень, які притаманні цим дослідженням можливо віднести те, що випробування 3-D методики оцінки професійних ризиків проводили тільки на одному машинобудівному підприємстві, але було обрано три професії які мають різну специфіку роботи, небезпеки та професійні ризики.

До недоліків даного дослідження можливо відзначити те, що для визначення ймовірності настання небажаної події відсутня адекватна статистика нещасних випадків, у зв'язку з тим, що керівництво підприємств скриває реальну статистику та подає у статистичну звітність занижені дані, що обумовлено тим, що керівництво уникає відповідальності та має певні страхи. Тому у зв'язку з європейською інтеграцією нашої держави, необхідно змінювати існуючі підходи до безпеки та гігієни праці, впроваджувати європейську культуру безпеки, таким чином, щоб підприємства нашої країни були зацікавлені в дотриманні вимог європейських стандартів та подавали реальну статистичну звітність, як це виконують підприємства країн Європейського союзу.

Розвиток даного дослідження, повинен полягати у розвитку 3-D методики оцінки професійних ризиків, з метою її удосконалення. Вона повинна також адаптуватися до зміни певних глобальних обставин, які неможливо передбачити чи спрогнозувати, наприклад, пандемії або війни. Також вона повинна враховувати: специфіку виробництва або особливості певної галузі; типові небезпеки та рекомендації щодо їх ймовірності при оцінці ризиків; знаки безпеки; можливі сценарії; статистику кількості нещасних випадків пов'язаних з небезпекою та мінімальний рівень ймовірності в оцінці ризиків. Але у зв'язку з тим, що статистичні дані нещасних випадків в Україні є неадекватними, у зв'язку з тим, що більшість нещасних випадків замовчуються та не подаються у статистичну звітність самими підприємствами, застосування цих даних при визначенні ймовірності виникнення небезпечної події є поки що недоцільним.

9. Висновки

1. Розроблено 3-D методику оцінки професійних ризиків, яка є трикомпонентною та має 3-D об'ємну матрицю, яка враховує вірогідність впливу небезпеки на працівника, збиток або наслідки, а також характеристику частоти (схильності) до

небезпеки, при цьому має матрицю для оцінки професійного ризику, яка дає можливість наглядно оцінити та проаналізувати рівень професійного ризику. Запропонована методика передбачає оцінку залишкового ризику, який дозволяє визначити ефективність заходів, які були впроваджені для зменшення рівня професійного ризику та за необхідністю впровадження корегувальних заходів. Окрім цього запропонована методика враховує ієрархію заходів контролю та ліміт часу реалізації запобіжних та захисних заходів, які дають змогу знехтувати незначними ризиками, приділити більшу увагу катастрофічним ризикам та їх реалізації до моменту настання небажаної події. Форма оцінки дає змогу визначити не тільки рівень професійного ризику, але й відповідно до критеріїв SMART (specific, measurable, assignable, realistic, time-related – конкретна, вимірювана, має виконавця, реалістична, обмежена в часі), передбачити превентивні заходи, кількісно оцінити їх ефективність, шляхом оцінки залишкового ризику, без матеріальних вкладень на їх реалізацію, призначити конкретного відповідального та терміни їх виконання. Встановлено, що ризик-орієнтоване управління безпекою та гігієною праці направлено на оцінку професійних ризиків можливо здійснювати застосовуючи розроблену 3-D методике, яка адаптована до специфіки різних галузей економіки.

2. Здійснено апробацію (випробування) розробленої 3-D методики під час оцінки деяких, значущих професійних ризиків, дефектоскопіста, електрозварювальника і фрезерувальника та розроблено заходи з їх управління. Показано, що на машинобудівному підприємстві має місце високий рівень професійних ризиків від 75 до 100, але після планування відповідних превентивних заходів, можливо спрогнозувати їх ефективність та оцінити залишковий ризик, який став меншим та склав від 8 до 60, від мінімального, помірнього до суттєвого рівня. Однак, такий рівень потребує впровадження корегувальних заходів для зменшення рівня професійних ризиків до прийнятого значення, що свідчить про адекватність впровадженої розробленої методики. Встановлено, що негативна дія електромагнітного поля чи випромінювання призводить до рівня ризику 75, який є високим, при цьому вірогідність і частота мають максимальне значення та дорівнюють 5, а наслідки 3. Тому для управління професійними ризиками та попередження нещасного випадку запропоновано вжити запобіжні та захисні заходи, а також складено відповідний план дій, при цьому необхідно негайно припинити роботу, доки не будуть вжиті контрольні заходи, а рівень ризику не зменшиться. Якщо вжити запропоновані заходи, тоді вірогідність, наслідки, частота та ризик зменшаться відповідно до 4, 3, 5 та 60, що відповідає суттєвому рівню ризику, що свідчить про недостатню ефективність запропонованих заходів, тоді необхідно вводити коригувальні дії та знову оцінювати рівень професійного ризику до тих пір, поки його рівень не знизиться до прийнятого значення. Використання запропонованої методики оцінки професійних ризиків може допомогти визначити рівень ризику на робочому місці та вжити необхідні заходи для зменшення ризику до прийнятного рівня.

Література

1. Яворська О. О., Архирей М. М., Шароватова О. П., Боровицький О. М. Ергономіка керування професійними ризиками. Комунальне господарство міст: Науково-технічний збірник. Том 6. № 173. (2022): Серія: Технічні науки та архітектура. Х., ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2022. С. 170–177. doi: 10.33042/2522-1809-2022-6-173-170-177

2. Ramos D., Afonso P., Rodrigues M. Integrated management systems as a key facilitator of occupational health and safety risk management: A case study in a medium sized waste management firm. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 262.

doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121346

3. Madsen C. U., Kirkegaard M. L., Dyreborg J., Hasle P. Making occupational health and safety management systems «work»: A realist review of the OHSAS 18001 standard. *Safety Science*. 2020. Vol. 129. doi: 10.1016/j.ssci.2020.104843

4. Mashwama N., Aigbavboa C., Thwala W. Occupational Health and Safety Challenges Among Small and Medium Sized Enterprise Contractors in South Africa. In: Goossens, R. (eds) *Advances in Social and Occupational Ergonomics*. AHFE 2018. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. Vol. 792. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-94000-7

5. Žužek T., Rihar L., Berlec T., Kušar J. Standard Project Risk. Analysis Approach. *Business Systems Research*. 2020. Vol. 11. № 2. P. 149–158. doi: 10.2478/bsrj-2020-0021

6. Chauhan A. S., Nepal B., Soni G., Rathore A. P. Examining the state of risk management research in new product development process. *Engineering Management Journal*. 2018. Vol. 30. № 2. P. 85–97. doi: 10.1080/10429247.2018.1446120

7. de Araújo Lima P. F., Crema M., Verbano C. Risk management in SMEs: a systematic literature review and future directions. *European Management Journal*. 2019. Vol. 38. № 1. P. 78–94. doi: 10.1016/j.emj.2019.06.005

8. Ferdous R., Khan F., Sadiq R., Amyotte P., Veitch B. Fault and event tree analyses for process systems risk analysis: uncertainty handling formulations. *Risk Analysis*. 2011. Vol. 31. № 1. P. 86–10. doi: 10.1111/j.1539-6924.2010.01475.x

9. Funmilayo J. A., P. de Beer, Haafkens J. A. Occupational risk perception and the use of personal protective equipment (PPE): A study among informal automobile artisans in Osun state, Nigeria. *SAGE Open*. January 2021. 1–10. doi: 10.1177/2158244021994585

10. Syed U., Faine C., Sheharyar K., Erum C. at al. Strategies for rational use of personal protective equipment (PPE) among healthcare providers during the COVID-19 crisis. *Cureus*. 2020 May, 12(5): e8248. doi: 10.7759/cureus.8248

11. Tinoco H., Lima G., Sant'Anna A., Gomes C. at al. Risk perception in the use of personal protective equipment against noise-induced hearing loss. *Gestão & Produção*. 2019. Vol. 26. № 1. e1611. doi: 10.1590/0104-530X1611-19

12. Schau H., Mehlem M. Risk analysis and guidelines for selecting PPE against the thermal hazards of electric fault arcs. *ICOLIM 2011, 10th International conference on live maintenance; May 31th-June 2nd 2011, Zagreb, Croatia*. URL: urn:nbn:de:gbv:ilm1-2012200088

13. Garrigoua A., Laurentb C., Berthetc A., Colosiod C., Jase N., Daubas-Letourneuxf V., Jackson Filho J.-M., Jouzelh J.-N., Samueli O., Baldia I., Lebailly P., Galeya L., Goutillea F., Judona N. Critical review of the role of PPE in the prevention of risks related to agricultural pesticide use. *Safety Science*. 2020. Vol. 123. 104527. doi: 10.1016/j.ssci.2019.104527

14. Long Y., Hu T., Liu L., Chen R., Guo Q., Yang L., Cheng Y., Huang J., Du L. Effectiveness of № 95 respirators versus surgical masks against influenza: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Evidence-Based Medicine*. 2020. Vol. 13. № 2. P. 93–101. doi: 10.1111/jebm.12381

15. Loeb M., Dafeo N., Mahony J., John M., Sarabia A., Glavin V., Webby R., Smieja M., Earn D.J.D., Chong S., Webb A. & Walter S.D. Surgical mask vs № 95 respirator for preventing influenza among health care workers: a randomized trial. *JAMA*. 2009. Vol. 302. № 17. P. 1865–1871. doi: 10.1001/jama.2009.1466

16. MacIntyre C. R., Wang Q., Seale H., Yang P., Shi W., Gao Z., Rahman B., Zhang Y., Wang X., Newall A. T., Heywood A. & Dwyer D. E. A randomized clinical

trial of three options for № 95 respirators and medical masks in health workers. American journal of respiratory and critical care medicine. 2013. Vol. 187. № 9. P. 960–966. doi: 10.1164/rccm.201207-1164OC

17. Levine E. S. Improving risk matrices: the advantages of logarithmically scaled axes. Journal of Risk Research. 2012. Vol. 15. № 2. P. 209–222. doi: 10.1080/13669877.2011.634514

18. Li J., Bao C., Wu D. How to design rating schemes of risk matrices: a sequential updating approach. Risk Analysis. 2018. Vol. 38. № 1. P. 99–117. doi: 10.1111/risa.12810

19. Ni H., Chen A., Chen N. Some extensions on risk matrix approach. Safety Science. 2010. Vol. 48. № 10. P. 1269–1278. doi: 10.1016/j.ssci.2010.04.005

20. Merritt G. M., Smith P. G. Techniques for managing project risk in Cleland D. I. (Ed.). Field Guide to Project Management. 2nd edn. John Wiley & Sons. New Jersey. 2004. P. 202–218.

21. O’Keeffe V. J., Tuckey M. R., Naweed A. Whose safety? flexible risk assessment boundaries balance nurse safety with patient care. Safety Science. 2015. Vol. 76. P. 111–120. doi: 10.1016/j.ssci.2015.02.024

22. Aven T. Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation. European Journal of Operational Research. 2016. Vol. 253. № 1. P. 1–13. doi: 10.1016/j.ejor.2015.12.023

23. Директива Ради № 89/391/ЕЕС від 12 червня 1989 року про запровадження заходів, покликаних заохочувати до покращення безпеки та охорони здоров’я працівників на роботі. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_b23#Text

24. ISO 45001 «Системи управління охороною здоров’я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування». URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_45001_2019.pdf

25. Heikkilä, A.-M., Murtonen, M., Nissilä, M., & Rouhiainen, V. Quality of risk assessment and its implementation. In V. Rouhiainen (Ed.). Scientific activities in Safety & Security. 2009 P. 66–67. VTT Technical Research Centre of Finland. URL: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/SafetySecurityReview09.pdf>

B. Tsymbal¹, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department
O. Sharovatova¹, PhD, Associate Professor, Associate Professor of Department
A. Petryshchev², PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department
O. Malko¹, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department
S. Artemev¹, PhD, Associate Professor, Head of the Department
O. Bogatov³, PhD, Associate Professor, Head of the Department
¹National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
²National University "Zaporizhzhya Polytechnic", Zaporozhye, Ukraine
³Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

IMPROVEMENT OF RISK-BASED MANAGEMENT OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HYGIENE

The importance of improving a risk-oriented approach is considered, as such an approach allows to ensure a high level of safety and hygiene at the workplace, reduce the risk of negative consequences for employees and prevent material losses for the enterprise. The features of the main stages of risk-oriented management of occupational safety and health, such as identification, assessment and management of occupational risks, are analyzed. It was established that the most problematic stage is the assessment of professional risks. The analysis of methods for determining the level of risk and assessing the effectiveness of risk management measures showed that these methods are general and are not adapted to the specifics of various sectors of the economy. Simplified methods take into account only two components: the probability of exposure of the hazard to the worker and the damage or consequences. Three-component methods also take into account the frequency (tendency) characteristic of danger. At the same time, three-

component methods do not have a matrix for assessing occupational risk. The vast majority of such methods do not provide an assessment of the residual risk, which shows the effectiveness of measures to reduce the level of occupational risk and the need for the implementation of corrective measures. At the same time, the hierarchy of control measures and the time limit for the implementation of preventive and protective measures are not taken into account. To eliminate these shortcomings, a three-component 3-D method of occupational risk assessment has been developed, which contains a volume matrix and allows to assess the residual risk. The obtained results of the implementation of the proposed methodology can be used in practice to improve safety and occupational hygiene at machine-building enterprises. The results of the study make it possible to reduce the number of accidents at the workplace and ensure an increase in the efficiency of occupational safety and health management.

Keywords: risk-oriented management, occupational safety and hygiene, occupational risk assessment methodology, occupational risk management, methodology testing

References

1. Iavorska, O. O., Arkhirei, M. M., Sharovatova, O. P., Borovytskyi, O. M. (2022). Erhonomika keruvannia profesiinymy ryzykamy. Komunalne hospodarstvo mist: Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk, 6, 173, 170–177. doi: 10.33042/2522-1809-2022-6-173-170-177
2. Ramos, D., Afonso, P., Rodrigues, M. (2020). Integrated management systems as a key facilitator of occupational health and safety risk management: A case study in a medium sized waste management firm. *Journal of Cleaner Production*, 262. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121346
3. Madsen, C. U., Kirkegaard, M. L., Dyreborg, J., Hasle, P. (2020). Making occupational health and safety management systems «work»: A realist review of the OHSAS 18001 standard. *Safety Science*, 129. doi: 10.1016/j.ssci.2020.104843
4. Mashwama, N., Aigbavboa, C., Thwala, W. (2019). Occupational Health and Safety Challenges Among Small and Medium Sized Enterprise Contractors in South Africa. In: Goossens, R. (eds) *Advances in Social and Occupational Ergonomics. AHFE 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 792. doi: 10.1007/978-3-319-94000-7
5. Žužek, T., Rihar, L., Berlec, T., Kušar, J. (2020). Standard Project Risk. Analysis Approach. *Business Systems Research*, 11, 2, 149–158. doi: 10.2478/bsrj-2020-0021
6. Chauhan, A. S., Nepal, B., Soni, G., Rathore, A. P. (2018). Examining the state of risk management research in new product development process. *Engineering Management Journal*, 30, 2, 85–97. doi: 10.1080/10429247.2018.1446120
7. de Araújo Lima, P. F., Crema, M., Verbano, C. (2019). Risk management in SMEs: a systematic literature review and future directions. *European Management Journal*, 38, 78–94. doi: 10.1016/j.emj.2019.06.005
8. Ferdous, R., Khan, F., Sadiq, R., Amyotte, P., Veitch, B. (2011). Fault and event tree analyses for process systems risk analysis: uncertainty handling formulations. *Risk Analysis*, 31, 1, 86–10. doi: 10.1111/j.1539-6924.2010.01475.x
9. Funmilayo, J. A., P. de Beer, Haafkens, J. A. (2021). Occupational risk perception and the use of personal protective equipment (PPE): A study among informal automobile artisans in Osun state, Nigeria. *SAGE Open*, 1–10. doi: 10.1177/2158244021994585
10. Syed, U., Faine, C., Sheharyar, K., Erum, C. at al. (2020). Strategies for rational use of personal protective equipment (PPE) among healthcare providers during the COVID-19 crisis. *Cureus*, 12(5). doi: 10.7759/cureus.8248
11. Tinoco, H., Lima, G., Sant Anna, A., Gomes, C. at al. (2019). Risk perception in the use of personal protective equipment against noise-induced hearing loss. *Gestão & Produção*, 26, 1. doi: 10.1590/0104-530X1611-19
12. Schau, H., Mehlem, M. (2011). Risk analysis and guidelines for selecting PPE against the thermal hazards of electric fault arcs. *ICOLIM 2011, 10th International conference on occupational safety and health*. DOI: 10.52363/2524-0226-2023-37-5

ference on live maintenance; May 31th-June 2nd, Zagreb, Croatia. Available online: [urn:nbn:de:gbv:ilm1-2012200088](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:ilm1-2012200088)

13. Garrigoua, A., Laurentb, C., Berthetc, A., Colosiod, C., Jase, N., Daubas-Letourneuxf, V., Jackson Filhog, J.-M., Jouzelh, J.-N., Samueli, O., Baldia, I., Lebaillyj, P., Galeya, L., Goutillea, F., Judona, N. (2020). Critical review of the role of PPE in the prevention of risks related to agricultural pesticide use. *Safety Science*, 123. doi: 10.1016/j.ssci.2019.104527

14. Long, Y., Hu, T., Liu, L., Chen, R., Guo, Q., Yang, L., Cheng, Y., Huang, J., Du, L. (2020). Effectiveness of N95 respirators versus surgical masks against influenza: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Evidence-Based Medicine*, 13, 2, 93–101. doi: 10.1111/jebm.12381

15. Loeb, M., Dafoe, N., Mahony, J., John, M., Sarabia, A., Glavin, V., Webby, R., Smieja, M., Earn, D. J. D., Chong, S., Webb, A., Walter, S. D. (2009). Surgical mask vs N95 respirator for preventing influenza among health care workers: a randomized trial. *JAMA*, 302, 17, 1865–1871. doi: 10.1001/jama.2009.1466

16. MacIntyre, C. R., Wang, Q., Seale, H., Yang, P., Shi, W., Gao, Z., Rahman, B., Zhang, Y., Wang, X., Newall, A. T., Heywood, A., Dwyer, D. E. (2013). A randomized clinical trial of three options for N95 respirators and medical masks in health workers. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 187, 9, 960–966. doi: 10.1164/rccm.201207-1164OC

17. Levine, E. S. (2012). Improving risk matrices: the advantages of logarithmically scaled axes. *Journal of Risk Research*, 15, 2, 209–222. doi: 10.1080/13669877.2011.634514

18. Li, J., Bao, C., Wu, D. (2018). How to design rating schemes of risk matrices: a sequential updating approach. *Risk Analysis*, 38, 1, 99–117. doi: 10.1111/risa.12810

19. Ni, H., Chen, A., Chen, N. (2010). Some extensions on risk matrix approach. *Safety Science*, 48, 10, 1269–1278. doi: 10.1016/j.ssci.2010.04.005

20. Merritt, G. M., Smith, P. G. (2004). Techniques for managing project risk in Cleland D. I. (Ed.). *Field Guide to Project Management*, 202–218.

21. O'Keefe, V. J., Tuckey, M. R., Naweed, A. (2015). Whose safety? flexible risk assessment boundaries balance nurse safety with patient care. *Safety Science*, 76, 111–120. doi: 10.1016/j.ssci.2015.02.024

22. Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253, 1, 1–13. doi: 10.1016/j.ejor.2015.12.023

23. Dyrektyva Rady № 89/391/EIeS vid 12 chervnia 1989 roku pro zaprovadzhenia zakhodiv, poklykanykh zaokhochuvaty do pokrashchennia bezpeky ta okhorony zdorovia pratsivnykiv na roboti. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_b23#Text

24. ISO 45001 «Systemy upravlinnia okhoronoiu zdorovia ta bezpekoiu pratsi. Vymohy ta nastanovy shchodo zastosuvannia». Available at: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_45001_2019.pdf

25. Heikkilä, A.-M., Murtonen, M., Nissilä, M., Rouhiainen, V. (2009). Quality of risk assessment and its implementation. In V. Rouhiainen (Ed.). *Scientific activities in Safety & Security*, 66–67. Available at: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/SafetySecurityReview09.pdf>

Надійшла до редколегії: 14.03.2023

Прийнята до друку: 14.04.2023