

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ В.Н. КАРАЗИНА
Навчально-науковий інститут
«Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

Фатєєва Ліна Юріївна

УДК 331.45:613.6

ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ
БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ З ЗАСТОСУВАННЯМ
ФУНКЦІОНАЛЬНО-ЗАЛЕЖНИХ СТАТИСТИК

152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

15 – Автоматизація та приладобудування

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Л. Ю. Фатєєва

Науковий керівник: Грінченко Ганна Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент

Харків – 2025

АНОТАЦІЯ

Фатєєва Л. Ю. Удосконалення методів оцінювання ризиків безпеки праці на виробництві з застосуванням функціонально-залежних статистик. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка. – Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Харків, 2025.

Об'єктом дослідження є оцінювання ризиків безпеки праці на виробництві.

Предметом дослідження є застосування функціонально-залежних статистик для удосконалення методів оцінювання ризиків безпеки праці на виробництві.

Метою дослідження є удосконалення методів оцінювання ризиків безпеки праці, враховуючи нелінійні функціональні залежності, які впливають на отримання нових чисельних значень оцінок на безрозмірній шкалі та дозволять ефективно використовувати функціонально-залежні статистики для визначення ризиків професійних захворювань.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше розроблено кількісно-вербальну матрицю з використанням функціональної залежності - функції помилок, яка дозволяє перевести різні варіанти вербальних оцінок у кодовану чисельну безрозмірну шкалу. Це дозволить отримувати числові оцінки функціонування системи безпеки праці на виробництві у кількісному вираженні та отримувати інформацію що до управління.

Вперше отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функціональну залежність, яка дозволила знайти імовірності ризиків попадання виміряного значення у будь який інтервал оцінювання за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає нормальному закону. Це дозволило розробити методіку оцінювання ризиків та застосовувати для будь яких тип виробництв та підприємств.

Вперше отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функціональну залежність, яка дозволила знайти імовірності ризиків попадання виміряного значення у будь який інтервал оцінювання за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає рівномірному закону розподілу.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і задачі дисертаційної роботи, визначено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів, подано загальну характеристику роботи.

У *першому розділі* проведено аналіз існуючих наукових підходів до кількісного оцінювання якості як об'єктів кваліметрії різної природи, так і процесів та систем, серед яких системи забезпечення безпекою праці. Розглянуто ряд сучасних наукових робіт, пов'язаних з оцінюванням якості, процесів та послуг, визначено їх недоліки та можливі межі застосування.

Науковцями встановлено, що планування заходів і розподіл ресурсів на потреби охорони праці вимагають застосування спеціальних математичних методів, що дозволяють оцінити наслідки управлінських рішень. Після аналізу сучасних проблем управління охороною праці на машинобудівних підприємствах у контексті ринкових умов, автори доводять, що для успішної реалізації державної політики в сфері охорони праці необхідно впроваджувати науковий підхід до управління процесом поліпшення умов та безпеки праці. За думкою авторів, невизначеність ситуації у сфері охорони праці обумовлена великою кількістю чинників, що впливають на неї, які неможливо передбачити точно, а також відсутністю чітко визначених цілей і критеріїв для їхньої оцінки.

З аналізу наукових робіт видно, що в публікаціях відсутній обґрунтований математичний апарат, рішення приймають експерти та немає єдиного підходу до оцінювання небезпеки. В якості математичного аналізу використовуються регресійні моделі, які не ефективні для вирішення задач забезпечення безпечних умов праці, а наукові підходи носять організаційний характер.

З аналізу наукових публікацій зрозуміло, що європейська законодавча база з охорони праці створює можливість забезпечити належний рівень безпеки праці.

Проте важливо підкреслити, що кожна країна повинна самостійно вирішувати це питання, тому в Україні необхідно активізувати роботу з узгодженням вимог, законів та нормативно-правових актів у відповідності до директив Європейського Союзу. Принцип Європейського законодавства, що визначає необхідність прийняття рішень щодо поліпшення умов праці на основі обставин безпосередньо на робочому місці, залишається актуальним і для України.

Згідно з вказівками Європейської комісії з соціальних питань, гігієно-епідеміологічні дослідження є важливим інструментом для оцінювання якості робочого життя. Тому актуальним є визначення основних чинників, що впливають на стан здоров'я населення регіону, зокрема машинобудівної промисловості, з урахуванням промислових, екологічних і соціально-економічних показників. Необхідно розробити модель оцінювання ризиків для окремих професій машинобудівної галузі та обґрунтувати комплексну систему профілактичних заходів для зменшення захворюваності машинобудівників та непрацюючого населення регіону з розвинутою промисловістю.

На основі аналізу нормативних документів та науково-технічної літератури вивчено проблему комплексного оцінювання безпеки та гігієни праці у виробничих приміщеннях, проведено критичний аналіз існуючих підходів до її вирішення. Проведено аналіз сучасних наукових досліджень стосовно оцінювання безпеки та гігієни праці кількісної оцінки ризиків небезпеки та методик ідентифікації небезпек та оцінювання професійних ризиків. Розглянуто ряд наукових дисертацій, в яких досліджуються кваліметричні підходи до оцінювання безпеки та гігієни праці та виявлено їх недоліки.

У другому розділі дисертації розглядається система управління безпекою праці на підприємстві, як складна система. Тому пропонується отримати комплексну оцінку її якості. Для цього пропонується застосовувати вербальні шкали, так як оцінку одиничних показників якості можливо отримати методом опитування працівників даного підприємства. Для опрацювання результатів опитування пропонується, щоби усі результати мали єдину шкалу оцінювання у числовому вираженні. Так як результати опитування мають якісне вираження, тобто наносяться

на вербальні шкали, то необхідна функціональна залежність, яка дасть можливість перетворювати вербальні шкали з різним діапазоном та кроком в єдину безрозмірну шкалу та отримувати оцінки результатів опитування у цифровому вираженні.

У якості функціональної залежності пропонується використовувати Функцію помилок, яка має параметр форми і параметр зсуву (масштабу). Також запропоновано методику отримання кількісних оцінок системи управління гігієною та безпекою праці з великою кількістю показників. Ця методика дозволяє застосовувати широкий спектр математичних інструментів для оцінювання та прийняття управлінських рішень. При цьому вирішено низку наукових завдань:

- розробили кількісно-вербальну матрицю, яка дозволяє перевести різні варіанти вербальних оцінок у кодовану чисельну шкалу. Матриця передбачає застосування вербальних шкал із кількістю варіантів оцінок (від 2 до 7), що робить її універсальною;

- отримали чисельні значення узагальнених багатокритеріальних оцінок тестів працівників машинобудівного підприємства та системи забезпечення безпечних умов праці на підприємстві в межах репрезентативної вибірки;

- знайшли комплексну оцінку системи управління безпекою праці на машинобудівному підприємстві.

Розроблена методика дає можливість отримувати чисельні значення вербальних оцінок, що дозволяє застосовувати методи математичної статистики для вирішення практичних завдань з управління в системах управління гігієною та безпекою праці на виробництві. Розроблена методика апробована на машинобудівному підприємстві. Внаслідок застосування методики отримано комплексну оцінку системи управління безпекою праці.

Наукова цінність запропонованої методики полягає в її універсальності. Її можна застосовувати для оцінювання умов праці на виробництвах різних галузей з різною кількістю шкідливих чинників з різним діапазоном їх вимірювання. Крім цього, фактори можуть мати різні шкали вимірювань. Можуть бути визначені законодавчими або корпоративними вимогами підприємства. Також вони можуть переглядатися і змінюватися з метою ефективного управління системою безпеки праці.

Обмеженнями даної методики є застосування оцінюючи тих чинників, які мають кількісну оцінку. Розробка методики із застосуванням вербальних шкал та якісних оцінок буде метою наступних досліджень.

За допомогою запропонованої методики можна приймати управлінські рішення, які призводять до мінімізації ризиків і нещасних випадків. Запропонована методика має універсальний характер, так як її можна застосувати для оцінювання системи управління безпекою праці в різних організаціях.

У *третьому розділі* пропонується методика визначення комплексної оцінки умов праці, яка складається з ряду кроків. Для підтвердження працездатності методики з оцінювання безпеки праці було проведено дослідження на машинобудівному підприємстві. Для оцінювання розглядалися шкідливі виробничі чинники у цеху. Визначили, що у цеху основними шкідливими виробничими чинниками є: мікроклімат (температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря), шум, локальна вібрація.

Проведений вимірювальний експеримент підтвердив, що числові значення будь яких небезпечних чинників, що впливають на здоров'я людей мають статистичні характеристики, такі як середнє арифметичне значення та розмах. Тому, для управління та мінімізації їх впливу на здоров'я людей, потрібні додаткові дослідження щодо оцінювання ризиків, застосовуючи статистичні методи.

Кожен з чинників має різний діапазон допустимих норм та різні одиниці вимірювання, що затрудняє визначити комплексний показник безпеки праці. Тому необхідно привести усі різнорозмірні чинники у безрозмірну величину. Для цього пропонується застосувати нелінійну функцію (математичну залежність), яка буде перетворювати виміряні чинники у безрозмірні значення у діапазоні (0, 1). У якості математичної залежності пропонується застосувати функцію помилок, що є неелементарною та застосовується у математичній статистиці та математичній фізиці для вирішення деяких практичних завдань.

Для комплексного оцінювання безпеки праці на виробництві пропонується застосовувати кваліметричні методи, а саме, визначати оцінку по кожному шкідливому і небезпечному виробничому чиннику a , потім, визначати єдину

комплексну оцінку умов праці. Запропоновано методику визначення комплексного показника безпеки праці, застосовуючи чисельне інтегрування методом середніх прямокутників. Запропоновану методику можна вважати універсальною, оскільки її можна застосовувати для будь яких приміщень та підприємств.

У четвертому розділі дисертації розглядається один із важливих показників якості життя – безпека праці. Особливо важливим являється оцінювати безпеку праці на виробництві, або при виконанні шкідливих для здоров'я та життя робіт. Так як більшість людей значну частину свого життя проводять на робочому місці, при виконанні своїх службових обов'язків, то існує ризик впливу умов праці на їх здоров'я. Міжнародні організації акцентують свою увагу на постійному контролі впливу шкідливих чинників на здоров'я людини, а саме ООН, у своїй концепції «Сталий розвиток людства», розглядає безпеку праці важливим показником якості життя, а міжнародна організація зі стандартизації (ISO) розробила ряд стандартів, які мають відношення до оцінювання ризиків (ISO 31000:2018, IDT; ISO 31010:2013, IDT), систем управління якістю (ISO 9001:2015, IDT). та системи управління охороною здоров'я та безпекою праці (ISO 45001:2018, IDT).

Управління ризиком включає розроблення та реалізацію економічно обґрунтованих для даного промислового підприємства рекомендацій і заходів, спрямованих на зменшення вихідного рівня ризику до прийняттого фінального рівня. Воно спирається на результати оцінки ризику, техніко- економічний і техніко-технологічний аналіз потенціалу та середовища функціонування підприємства, чинну і прогнозовану базу господарювання та різні дослідження. Об'єктом оцінки та управління ризиком мають бути стратегічні рішення в масштабах підприємства, стратегічний план. І не останнє місце в них має відводитися функціонуванню та розвитку системи управління охороною праці.

Результати дослідження методологічних проблем оцінки виробничих ризиків на підприємстві вказують на завдання управління охороною праці та ризиком, основними з яких мають бути: навчання працівників безпечним методам праці з одночасним вихованням у них психології безпеки; запобігання неприпустимим професійним ризикам на робочих місцях; створення положення щодо порядку їх

ідентифікації, оцінки та усунення; атестація робочих місць за картками умов праці та картками ідентифікації, оцінки й усунення неприпустимих професійних ризиків.

Для отримання оцінок впливаючих чинників на безрозмірній шкалі запропоновано застосовувати функцію помилок, яка являється стандартною, та є вбудованою в Microsoft Excel, що підтверджує її достовірність. Для її модернізації введені коефіцієнти, які дозволили застосовувати її для оцінювання і отримувати оцінки у діапазоні (0-1).

Визначили функцію щільності на безрозмірній шкалі, яка являється ймовірностями ризиків попадання виміряного значення чинника у будь який інтервал від 0 до 1 за умові, що закон розподілу випадкових факторів являється нормальним.

Визначили функцію щільності функціонально залежних випадкових величин оцінок показників якості за умови, що показники якості підпорядковуються рівномірному закону розподілу. Проведено апробацію методу та визначено ймовірності потрапляння випадкових величин у заданий інтервал оцінювання

Ключові слова: якість, оцінки показників якості, комплексний показник якості, кваліметрія, кваліметричні методи, об'єкт кваліметрії, багатокритеріальне оцінювання, безпека, безпека праці, функція помилок, ризик, оцінювання ризиків.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України

1. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Каницька І. В., Багаєв І.О., Фатєєва Л. Ю. Стандартизація режимів стерилізації текстильних матеріалів в умовах пандемії (COVID-19) методом іонізуючого випромінювання. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2021. № 4 (10). С. 101–107.

Ключові слова: аналіз медичний текстильний матеріал, стерилізація, метод іонізуючого випромінювання, стандартизація режимів, COVID-19.

DOI: 10.20998/2413-4295.2021.04.14.

URL: <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/245927>

(Особистий внесок здобувача: проведено аналіз методів стерилізації текстильних матеріалів. Було виявлено, що застосування гамма-випромінювання – це дуже небезпечний технологічний процес, так як застосовуються природні джерела - гамма-промені, радіаційні технології з гамма-випромінюванням складні при утилізації відпрацьованих джерел енергії та непрості при обслуговуванні, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Черняк О. М.: запропоновано метод іонізуючого випромінювання для стерилізації текстильних матеріалів, відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Сороколат Н. А.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Каницька І. В.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Багаєв І.О.: розроблена математична модель поглинутої дози випромінювання матеріалом, та розрахувати режими опромінення різних текстильних матеріалів за допомогою інформаційних технологій. Запропоновано

метод оцінювання ризиків. Відповідні результати наведені в практичній частині роботи.)

2. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Багаєв І. О., Фатєєва Л. Ю. Застосування функціональної залежності для багатокритеріального оцінювання безпеки праці, як об'єкта кваліметрії. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2022. № 1 (19). С. 76–84.

Ключові слова: функціональна залежність; методика оцінювання; багатокритеріальне оцінювання; об'єкт кваліметрії; узагальнений показник; безпека праці.

DOI: 10.30837/ITSSI.2022.19.076.

URL: <https://itssi-journal.com/index.php/itssi/article/view/318>

(Особистий внесок здобувача: розроблено покрокову методику визначення узагальненого показника безпеки праці на виробництві та на прикладі вимірних чисельних значення небезпечних чинників, показано її дієвість та універсальність, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Черняк О. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Сороколат Н. А. перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.:

Особистий внесок Багаєв І. О.: проаналізовано існуючі функціональні залежності між вимірними значеннями показників якості та їх оцінкою на безрозмірній шкалі, які застосовували для оцінювання об'єктів кваліметрії різної природи. Отримано функціональну залежність між дійсними значеннями показників якості технологічного процесу та їх оцінками на безрозмірній шкалі, результати наведені у відповідній частині роботи.)

3. Сороколат Н. А., Фатєєва Л. Ю. Оцінювання якості процесів системи управління безпекою праці, згідно вимог міжнародного стандарту ISO 45001:2018. Машинобудування. 2022. № 29. С. 89–96.

Ключові слова: система управління; оцінювання; показник якості; функція помилок.

DOI: 2079-1747-2022-29-89-96.

URL: <https://jmash.uipa.edu.ua/index.php/jMASH/article/view/289/213>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано застосувати функцію помилок для отримання оцінок показників якості процесів. Отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функцію помилок за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає рівномірному закону розподілу. Результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Сороколат Н. А.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.)

4. Грінченко Г.С., Тріщ Ю.В., Грінченко В.В., Багаєв І.О., Фатєєва Л. Ю. Підходи щодо оцінювання ризиків функціонування систем об'єктів різного призначення. *Машинобудування*. 2022. № 29. С. 70–79.

Ключові слова: ризик, системи, кваліметричне оцінювання, надійність, безвідмовність, відновлюваність.

DOI: 10.32820/2079-1747-2022-29-70-79.

URL: <https://jmash.uipa.edu.ua/index.php/jMASH/article/view/287/211>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано для кваліметричного оцінювання вважати ризиком обернену величину надійності, запропоновано оцінювання ризиків розділити на дві моделі функціонування системи, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Грінченко Г.С.: проаналізовано та виокремлено основні проблеми при кваліметричному оцінювання ризиків. Результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Тріщ Ю.В.: попередня обробка та аналіз даних з їх візуалізацією, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Грінченко В.В.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Багаєв І.О.: запропоновано в якості оцінювання ризиків функціонування систем функціональну залежність між дійсними значеннями показників якості технологічного процесу та їх оцінками на безрозмірній шкалі та фізико-статистичну математичну модель на основі інформаційних методів оцінювання інтенсивності відмов та ймовірності відновлення роботи системи, результати наведені у відповідній частині роботи.)

5. Сороколат Н. А., Фатєєва Л. Ю. Застосування функції помилок для оцінювання якості об'єктів кваліметрії. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2022. № 4 (14). С. 53–58.

Ключові слова: оцінювання якості, кваліметричні методи, функція помилок, показник якості, об'єкти різної природи

DOI: 10.20998/2413-4295.2022.04.08

URL: <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/268685>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано для кількісного оцінювання якості об'єктів різної природи пропонується застосовувати функцію помилок. Отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функцію помилок за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає нормальному закону розподілу, результати наведені у відповідній частині роботи)

Особистий внесок Сороколат Н. А.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.)

6. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Бурдейна В. М., Фатєєва Л. Ю., Багаєв І. О. Застосування методу середніх прямокутників для отримання комплексного показника безпеки праці. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2023. № 1 (23). С. 115–122.

Ключові слова: кваліметрія; комплексний показник; оцінювання; метод інтегрування; метод середніх прямокутників; безпека праці

DOI: 10.30837/ITSSI.2023.23.115.

URL: <https://itssi-journal.com/index.php/itssi/article/view/372>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано застосувати метод середніх прямокутників для визначення комплексного показника шкідливого виробничого чинника, результати наведені у відповідній частині роботи

Особистий внесок Черняк О. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Сороколат Н. А.: проаналізовано низку сучасних наукових праць, у яких розглянуто кількісне оцінювання якості об'єктів кваліметрії різної природи, що мають неоднакові показники якості та різні шкали вимірювання, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Бурдейна В. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Багаєв І. О.: графічно побудовано часовий ряд змін показників шкідливих чинників з плином часу, визначено комплексний показник безпеки праці на виробництві за допомогою інформаційних технологій та методом середніх прямокутників. Відповідні результати наведені в практичній частині роботи).

7. Черняк О. М., Сороколат Н.А., Фатєєва Л. Ю., Багаєв І. О., Тріщ Ю. В. Застосування методу інтегрування для отримання комплексного показника безпеки праці. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2023. № 1 (15). С. 60-67.

Ключові слова: кваліметрія, комплексний показник, багатокритеріальне оцінювання, метод інтегрування, метод трапецій, безпека праці

DOI: 10.20998/2413-4295.2023.01.08.

URL: <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/274797>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано застосувати метод інтегрування для визначення комплексного показника шкідливого виробничого чинника, запропонована

апробація методики визначення комплексного показника безпеки праці на виробництві, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Черняк О. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Сороколат Н. А.: аналіз проблемної області та робіт присвяченій цій області, відповідна частина наведена в роботі.

Особистий внесок Багаєв І. О.: графічно побудовано часовий ряд змін показників шкідливих чинників з плином часу, визначено комплексний показник безпеки праці на виробництві застосовуючи інформаційні технології. Відповідні результати наведені в практичній частині роботи.

Особистий внесок Трищ Ю.В.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації).

8. Черняк О. М., Фатєєва Л. Ю., Яковлев М. Ю., Рибальченко Т. П., Зась Д. С., Кузнецов В. Д. Оцінювання якості системи управління безпекою праці відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 45001:2018 на етапі функціонування. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. № 1 (27). С. 226–235.

Ключові слова: оцінювання; кваліметрія; узагальнений показник; шкідливі та небезпечні чинники; статистичні методи; система управління безпекою праці.

DOI: 10.30837/ITSSI.2024.27.226

URL: <https://itssi-journal.com/index.php/itssi/article/view/472>

(Особистий внесок здобувача: Розроблено кількісно-вербальну матрицю з використанням функціональної залежності - функції помилок для оцінювання якості системи управління безпекою праці. Проаналізовано динамічний характер процесів і важливість моніторингу та аналізу інформації для забезпечення ефективних практик управління безпекою праці.

Особистий внесок Черняк О. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту. Відповідні результатом є матеріалами публікації..

Особистий внесок Яковлев М. Ю.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Рибальченко Т. П.: проаналізовано вимоги міжнародного стандарту ISO 45001:2018 з метою визначення необхідності проведення моніторингу, вимірювання та аналізу функціонування системи управління безпекою праці.

Особистий внесок Зась Д. С.: попередня обробка та аналіз даних з їх візуалізацією. Відповідні результатом є матеріалами публікації

Особистий внесок Кузнєцов В. Д.: попередня обробка та аналіз даних з їх візуалізацією. Відповідні результатом є матеріалами публікації).

Статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Європейського Союзу

9. Черняк О. М., Фатєєва Л. Ю., Теслов О.А. Застосування кваліметричних методів оцінювання якості процесів у системі управління безпекою праці. *Quality of Life in Global and Local Contexts: Values, Innovation, and Multidisciplinary Dimensions: Monograph*. Opole: The Academy of Applied Sciences – Academy of Management and Administration in Opole, 2023; P. 155-159.

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Фатєєва Л. Ю. Розслідування нещасних випадків на виробництві: методологічне підґрунтя. Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення: матеріали міжнар. наук-практ. конф. (м. Харків, 25-26 січня 2022 року). Харків, 2022. С. 34-35.

11. Фатєєва Л. Ю. Оцінювання динамічних характеристик процесів системи управління безпекою праці. Наука. Інновації. Якість: матеріали націон. наук-практ. форуму (м. Харків, 09-10 серпня 2022 року). Харків, 2022. С. 17-19.

12. Фатєєва Л. Ю. Якість проведення фоноскопичної експертизи – як запорука якісної доказової бази в судово-слідчій і експертній практиці. Якість, стандартизація

та метрологічне забезпечення: матеріали II міжнар. наук-практ. конф. (м. Харків, 14-15 березня 2023 року). Харків, 2023. С. 10-11.

13. Грінченко Г. С., Фатєєва Л. Ю., Мазорчук К. К. Удосконалення підходів до оцінювання якості шляхом застосування кваліметричних методів оцінювання ризиків. Мехатронні системи : інновації та інжиніринг : тези доповідей VII Міжнародної наук.-практ. конф. Київ : КНУТД, 2023. С. 263-264.

14. Негодів С.С., Грінченко В.В., Фатєєва Л. Ю. Удосконалення нормативного забезпечення в сфері оцінювання безпеки промислових об'єктів. Освіта та технології для розвитку суспільства: збірник тез доповідей LVIII Науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти академії (м. Харків, 13 – 17 листопада). Харків:УІПА. Т.1. 2023. С. 10.

15. Черняк О.М.,Фатєєва Л.Ю., Рибальченко Т. П. Оцінювання ризиків на виробництві кваліметричними методами. Управління розвитком соціально-економічних систем: Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 21-22 березня 2024 року). Харків: ДБТУ. Ч. 2. 2024. С. 270-273.

ABSTRACT

Fatieieva L. Y. Improvement of methods for assessing occupational safety risks at work using functionally dependent statistics. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in speciality 152 - Metrology and Information and Measuring Technology - Educational and Research Institute 'Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy' of V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, 2024.

The object of the research is the assessment of occupational safety risks at work.

The subject of the research is the use of functionally dependent statistics to improve methods for assessing occupational safety risks at work.

The purpose of the study is to improve methods for assessing occupational safety risks, taking into account nonlinear functional dependencies that affect the obtaining of new numerical values of estimates on a dimensionless scale and will allow the effective use of functionally dependent statistics to determine the risks of occupational diseases.

Scientific novelty of the results.

For the first time, a quantitative-verbal matrix has been developed using a functional dependence - the error function, which allows to translate different variants of verbal assessments into a coded numerical dimensionless scale. This will make it possible to obtain numerical estimates of the functioning of the occupational safety system in quantitative terms and to obtain information on management.

For the first time, the density function of estimates of single indicators of occupational safety on a dimensionless scale was obtained using a functional dependence that allowed us to find the probabilities of the risk of the measured value falling into a bad interval of estimation, provided that the law of distribution of numerical values of single indicators of occupational safety corresponds to the normal law. This made it possible to develop a risk assessment methodology that can be applied to any type of production and enterprise.

For the first time, a density function of estimates of single occupational safety

indicators on a dimensionless scale was obtained using a functional dependence that allowed us to find the probabilities of the measured value falling into a bad interval of estimation, provided that the law of distribution of numerical values of single occupational safety indicators follows a uniform distribution law.

The introduction substantiates the relevance of the topic, formulates the purpose and objectives of the dissertation, defines the scientific novelty and practical value of the results obtained, and provides a general description of the work.

The first chapter analyzes the existing scientific approaches to quantitative quality assessment of both qualimetry objects of various nature and processes and systems, including occupational safety systems. A number of modern scientific works related to the assessment of quality, processes and services are considered, their shortcomings and possible limits of application are identified.

The researchers have established that planning of activities and allocation of resources for occupational health and safety requires the use of special mathematical methods to assess the consequences of management decisions. After analyzing the current problems of occupational health and safety management at machine-building enterprises in the context of market conditions, the authors argue that for the successful implementation of the State policy in the field of occupational health and safety, it is necessary to introduce a scientific approach to managing the process of improving working conditions and safety. According to the authors, the uncertainty of the situation in the field of labor protection is due to a large number of factors affecting it, which cannot be predicted accurately, as well as the lack of clearly defined goals and criteria for their evaluation.

The analysis of scientific papers shows that publications lack a sound mathematical apparatus, decisions are made by experts, and there is no single approach to hazard assessment. Regression models are used as a mathematical analysis, which are not effective for solving problems of ensuring safe working conditions, and scientific approaches are of an organizational nature.

From the analysis of scientific publications, it is clear that the European legislative framework on occupational safety and health creates an opportunity to ensure an appropriate level of occupational safety. However, it is important to emphasize that each

country must solve this issue independently, so Ukraine needs to intensify work on harmonizing requirements, laws and regulations in accordance with EU directives. The principle of European legislation that requires decisions on improving working conditions to be made on the basis of circumstances at the workplace remains relevant for Ukraine as well.

According to the guidelines of the European Commission on Social Affairs, hygiene and epidemiological studies are an important tool for assessing the quality of working life. Therefore, it is important to identify the main factors affecting the health of the population of the region, in particular the machine-building industry, taking into account industrial, environmental and socio-economic indicators. It is necessary to develop a risk assessment model for individual professions in the machine-building industry and to substantiate a comprehensive system of preventive measures to reduce the incidence of morbidity among machine-builders and the non-working population of a region with a developed industry.

Based on the analysis of regulatory documents and scientific and technical literature, the problem of comprehensive assessment of occupational safety and health in production facilities is studied, and a critical analysis of existing approaches to its solution is carried out. The author analyzes current scientific research on the assessment of occupational safety and health, quantitative hazard risk assessment, and methods of hazard identification and occupational risk assessment. A number of scientific dissertations investigating qualimetric approaches to assessing occupational safety and health are considered and their shortcomings are identified.

The second chapter of the dissertation considers the system of occupational safety management at an enterprise as a complex system. Therefore, it is proposed to obtain a comprehensive assessment of its quality. For this purpose, it is proposed to use verbal scales, since the assessment of individual quality indicators can be obtained by interviewing employees of the enterprise. To process the results of the survey, it is proposed that all results should have a single rating scale in numerical terms. Since the results of the survey have a qualitative expression, i.e., they are applied to verbal scales, a functional dependence is needed that will allow converting verbal scales with different ranges and steps into a single dimensionless scale and obtaining estimates of the survey

results in digital terms.

As a functional dependency, it is proposed to use the Error Function, which has a shape parameter and a shift (scale) parameter. A methodology for obtaining quantitative assessments of the occupational health and safety management system with a large number of indicators is also proposed. This methodology allows the use of a wide range of mathematical tools for evaluation and management decision-making. A number of scientific tasks have been solved:

- developed a quantitative-verbal matrix that allows for the translation of different verbal assessment options into a coded numerical scale. The matrix provides for the use of verbal scales with a number of rating options (from 2 to 7), which makes it universal;
- obtained numerical values of generalized multicriteria assessments of tests of employees of an engineering enterprise and the system of ensuring safe working conditions at the enterprise within a representative sample;
- a comprehensive assessment of the occupational safety management system at an engineering enterprise was found.

The developed methodology makes it possible to obtain numerical values of verbal assessments, which allows the use of mathematical statistics methods to solve practical management problems in occupational health and safety management systems. The developed methodology has been tested at an engineering enterprise. As a result of applying the methodology, a comprehensive assessment of the occupational safety management system was obtained.

The scientific value of the proposed methodology lies in its versatility. It can be used to assess working conditions in industries of different sectors with a different number of harmful factors and a different range of their measurement. In addition, factors may have different measurement scales. They can be determined by legal or corporate requirements of the enterprise. They can also be reviewed and changed in order to effectively manage the occupational safety system. The limitations of this methodology are the use of factors that are quantified. The development of a methodology using verbal scales and qualitative assessments will be the goal of further research.

The proposed methodology can be used to make management decisions that lead to

minimization of risks and accidents. The proposed methodology is universal in nature, as it can be used to assess the occupational safety management system in various organizations.

The third chapter proposes a methodology for determining a comprehensive assessment of working conditions, which consists of a number of steps. To confirm the efficiency of the methodology for assessing occupational safety, a study was conducted at a machine-building enterprise. For the purpose of the assessment, we considered harmful production factors in the shop. It was determined that the main harmful production factors in the shop are: microclimate (air temperature, relative humidity, air velocity), noise, local vibration.

The measurement experiment confirmed that the numerical values of any hazardous factors affecting human health have statistical characteristics, such as the arithmetic mean and range. Therefore, to manage and minimize their impact on human health, additional research is needed to assess risks using statistical methods.

Each of the factors has a different range of permissible norms and different units of measurement, which makes it difficult to determine a comprehensive indicator of occupational safety. Therefore, it is necessary to bring all multidimensional factors to a dimensionless value. To do this, it is proposed to use a nonlinear function (mathematical dependence) that will convert the measured factors into dimensionless values in the range (0, 1). As a mathematical dependence, it is proposed to use the error function, which is non-elementary and is used in mathematical statistics and mathematical physics to solve some practical problems.

For a comprehensive assessment of occupational safety at work, it is proposed to apply qualimetric methods, namely, to determine the assessment for each harmful and dangerous production factor and, then, to determine a single comprehensive assessment of working conditions. The article proposes a methodology for determining a comprehensive indicator of labor safety using the numerical integration by the method of average rectangles. The proposed methodology can be considered universal, since it can be applied to any premises and enterprises.

The fourth chapter of the thesis discusses one of the most important indicators of

quality of life - occupational safety. It is especially important to assess labor safety at work, or when performing work that is harmful to health and life. Since most people spend a significant part of their lives in the workplace, performing their duties, there is a risk that working conditions may affect their health. International organizations focus on continuous monitoring of the impact of harmful factors on human health, namely, the UN, in its concept of "Sustainable Development of Humanity", considers occupational safety an important indicator of quality of life, and the International Organization for Standardization (ISO) has developed a number of standards related to risk assessment (ISO 31000:2018, IDT; ISO 31010:2013, IDT), quality management systems (ISO 9001:2015, IDT) and occupational health and safety management systems (ISO 45001:2018, IDT).

Risk management involves the development and implementation of economically feasible recommendations and measures for a given industrial enterprise aimed at reducing the initial risk level to an acceptable final level. It is based on the results of risk assessment, technical, economic, technical and technological analysis of the enterprise's potential and environment, current and projected business base, and various studies. The object of risk assessment and management should be strategic decisions on an enterprise-wide scale and a strategic plan. And not the least place in them should be given to the functioning and development of the occupational health and safety management system.

The results of the study of methodological problems of assessing occupational risks at an enterprise indicate the tasks of occupational safety and risk management, the main of which should be: training employees in safe working methods while educating them in safety psychology; prevention of unacceptable occupational risks in the workplace; creation of regulations on the procedure for their identification, assessment and elimination; certification of workplaces according to working conditions cards and cards for identification, assessment and elimination of unacceptable occupational risks.

To obtain estimates of the influencing factors on a dimensionless scale, it is proposed to use the error function, which is standard and built into Microsoft Excel, which confirms its reliability. To modernize it, we introduced coefficients that allowed us to use it for evaluation and obtain estimates in the range (0-1).

The density function was determined on a dimensionless scale, which is the probability of the risk of the measured value of a factor falling into a poor interval from 0 to 1, provided that the law of distribution of random factors is normal.

The density function of functionally dependent random variables of quality indicators estimates is determined, provided that the quality indicators follow a uniform distribution law. The method was tested and the probabilities of random variables falling into a given evaluation interval were determined

Keywords: *quality, assessment of quality indicators, complex quality indicator, qualimetry, object of qualimetry, multicriteria assessment, occupational safety, error function, functionally dependent statistics.*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	26
ВСТУП.....	27
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗАКОНОДАВЧО - НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ТА НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ УМОВ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ	35
1.1. Охорона праці на підприємствах України в період інтеграції до Європейського Союзу	36
1.2. Актуальність прогнозування захворюваності працівників машинобудування	39
1.3. Виробничий травматизм працівників в галузі машинобудування.	44
1.4. Діяльність міжнародних організацій з безпеки праці	47
1.5. Аналіз наукових публікацій стосовно оцінювання безпеки праці на підприємствах.....	52
1.6. Законодавчі та нормативні акти у сфері безпеки праці.....	57
Висновки до першого розділу та постановка задач досліджень.....	63
Список використаних джерел.....	66
РОЗДІЛ 2. ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРІВ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я.....	71
2.1. Аналіз сучасних та міжнародних систем управління з безпекою праці.....	72
2.2. Застосування вербальних шкал для оцінювання складних систем.....	80
Висновки до другого розділу.....	98
Список використаних джерел.....	100
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОДИНИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ НА ВИРОБНИЦТВІ	103
3.1. Вимірювальний експеримент небезпечних чинників у виробничих умовах.....	103

3.2. Визначення комплексного показника шкідливих чинників методом середніх прямокутників	115
Висновки до третього розділу.....	126
Список використаних джерел.....	128
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ОЦІНЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....	130
4.1. Наукові підходи оцінювання виробничих ризиків.....	130
4.2. Критичний аналіз застосування кваліметричних методів для оцінювання ризиків	143
4.3. Методика оцінювання ризиків небезпеки на виробництві.....	148
Висновки до четвертого розділу.....	154
Список використаних джерел.....	155
ВИСНОВКИ.....	161
ДОДАТКИ.....	163
Додаток А. Список опублікованих праць за темою дисертації.....	164
Додаток Б. Документи, які підтверджують впровадження основних результатів дисертаційної роботи.....	172

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ISO	- міжнародний стандарт
ЄС	- Європейський Союз
МОП	- Міжнародна організація праці
НПАОП	- нормативно-правових актів з охорони праці
ОЗіБП	- системи управління охороною здоров'я і безпекою праці
ПСС	- показників стану системи
СС	- складна система
СУОП	- системи управління охороною праці

ВСТУП

У сучасних умовах посилюється процес адаптації законодавства України до міжнародного і європейського законодавства. Разом з тим примножується використання в Україні світового досвіду й поглиблення міжнародного співробітництва в сфері безпеки праці, результатом чого має стати підвищення промислової безпеки, запобігання аваріям та нещасним випадкам, посилення профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності. Необхідним інструментом для інтеграції України з ЄС і для підвищення результативності дій суб'єктів господарювання щодо запобігання травматизму є використання в Україні стандартів, які запроваджені Міжнародною Організацією із Стандартизації (ISO).

Стандарт ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT)» встановлює вимоги до системи управління охороною здоров'я і безпекою праці (ОЗіБП), а також містить настанови щодо їх застосування, щоб дати змогу організації створити безпечні та здорові умови праці на робочому місці, запобігаючи травмам і погіршенню стану здоров'я, що пов'язані з виробництвом, та активно вдосконалюючи свої показники діяльності у сфері ОЗіБП.

Для ефективного вирішення питань забезпечення безпеки праці на підприємстві необхідно, щоб були розроблені та науково обґрунтовані методики та процедури оцінювання безпеки праці, вони повинні бути уніфіковані та мати статус нормативного документа. Аналіз вимог ДСТУ ISO 45001:2019 підтверджує необхідність оцінювання стану безпеки праці. Так, наприклад у розділах стандарту вказано, що:

- Розділ 6.1.2.2 Методологія та критерії для оцінки ризиків у галузі ОЗіБП повинні бути визначені організацією з урахуванням їх сфери дії, характеру та своєчасності. Документована інформація, пов'язана з цими методами та критеріями, повинна керуватися та зберігатися;

- Розділ 9.1.1 Щоб забезпечувати досягнення очікуваних результатів системи

управління ОЗіБП, слід здійснювати моніторинг, вимірювання та аналіз процесів. Організація повинна оцінювати показники в галузі ОЗіБП та визначати результативність системи управління ОЗіБП. Організація повинна визначати методи моніторингу, вимірювання, аналізу та оцінки показників, наскільки це застосовне, щоб гарантувати придатні результати та критерії, відповідно до яких організація оцінюватиме показники в галузі ОЗіБП.

Моніторинг, вимірювання та аналіз можуть стосуватися або подій на виробництві, або ефективності наглядових заходів. Моніторинг можна визначити як нагляд за умовами праці. Вимірювання є ключовою частиною кількісної оцінки даних (наприклад, вимірювання температури повітря у приміщенні). Аналіз, у свою чергу, належить до вивчення даних для виявлення взаємозв'язків.

Таким чином, проблема обґрунтування методів аналізу динаміки змін кількісних показників шкідливих чинників на підприємстві відповідно до вимог міжнародних стандартів є актуальною і має безпосередній вплив на контроль небезпечних умов праці на підприємстві.

Аналізу наукових публікацій та фундаментальної наукової літератури показав, що у кваліметрії існує декілька нерозв'язаних задач. Розв'язання цих задач може сприяти розробці нових практичних методик, які були б досить універсальними та ефективними для оцінки якості різних об'єктів. Нові методики мають мати прикладне значення, повинні бути застосовні при оцінюванні якості в різних системах, а саме, у побуті, на виробництві та ін.

Особлива увага в кваліметрії приділяється отриманню комплексного показника якості, оскільки об'єкти дослідження мають багато різних показників, які вимірюються в різних одиницях. Існують різні методики та підходи для отримання комплексних оцінок, серед яких використовуються різні види середніх значень - зважена арифметична, геометрична, гармонійна, а також застосовуються принципи теорії машинного "розпізнавання образів". Усі існуючі методи мають місце, але розроблення нового методу розширить їх спектр та збільшить рівень можливостей для особи, яка приймає рішення щодо вибору того чи іншого методу для вирішення конкретної прикладної задачі. Проведений аналіз фундаментальної наукової

літератури та публікації дозволяє поставити мету та задачі досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана в рамках наукових досліджень Української інженерно-педагогічної академії, зокрема за темами:

«Удосконалення кваліметричних методів оцінювання ризиків при забезпеченні якості виробів медичного призначення» (ДР № 0122U200930);

«Удосконалення кваліметричних методів оцінювання безпеки та гігієни праці на промисловому підприємстві» (ДР №0119U101873);

«Адаптація та передача методики здійснення діяльності щодо оцінки відповідності у сфері дії технічних регламентів та методик здійснення діяльності щодо стандартів» (НДР №23-01, НДР №24-01).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи являється удосконалення методів оцінювання ризиків безпеки праці, враховуючи нелінійні функціональні залежності, які впливають на отримання нових чисельних значень оцінок на безрозмірній шкалі та дозволять ефективно використовувати функціонально-залежні статистики для визначення ризиків професійних захворювань.

Для досягнення мети планується вирішення таких задач:

1. Розробити кількісно-вербальну матрицю, яка дозволяє перевести різні варіанти вербальних оцінок у кодовану чисельну шкалу.

2. Отримати чисельні значення узагальнених багатокритеріальних оцінок тестів працівників машинобудівного підприємства та системи забезпечення безпечних умов праці на підприємстві в межах репрезентативної вибірки.

3. Розробити методику отримання чисельних значень вербальних оцінок результатів тестування працівників машинобудівного підприємства.

4. Провести вимірювальний експеримент що до вимірювання числових значень будь яких небезпечних чинників, що впливають на здоров'я людей.

5. Розробити методику визначення комплексного показника безпеки праці, застосовуючи чисельне інтегрування методом середніх прямокутників та квадратурні і кубатурні формули.

6. Запропонувати застосування кваліметричного підходу до оцінювання величини ризику впливу негативних факторів виробництва на людину.

7. Визначити функцію щільності на безрозмірній шкалі за умови, що закон розподілу випадкових показників небезпечних показників являється нормальним.

8. Визначити функцію щільності функціонально залежних випадкових величин оцінок показників якості за умови, що показники якості підпорядковуються рівномірному закону розподілу.

Об'єктом дослідження – оцінювання ризиків безпеки праці на виробництві.

Предмет дослідження – застосування функціонально-залежних статистик для удосконалення методів оцінювання ризиків безпеки праці на виробництві.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження базуються на фундаментальних принципах теорії кваліметрії, методах математичного моделювання, теорії математичної статистики, теорії параметричних статистик. Для аналізу, збору і обробки інформації використовувалися методи теорії ймовірності та математичної статистики.

Методичні дослідження реалізувалися розробкою та апробацією методик оцінювання рівня безпеки праці на виробництві із застосування метод інтегрування та використанням квадратурних та кубатурних формул.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше розроблено кількісно-вербальну матрицю з використанням функціональної залежності - функції помилок, яка дозволяє перевести різні варіанти вербальних оцінок у кодовану чисельну безрозмірну шкалу. Це дозволить отримувати числові оцінки функціонування системи безпеки праці на виробництві у кількісному вираженні та отримувати інформацію що до управління.

Вперше отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функціональну залежність, яка дозволила знайти імовірності ризиків попадання виміряного значення у будь який інтервал оцінювання за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає нормальному закону. Це дозволило розробити методику оцінювання ризиків та застосовувати для будь яких тип виробництв та

підприємств.

Вперше отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функціональну залежність, яка дозволила знайти імовірності ризиків попадання вимірюваного значення у будь який інтервал оцінювання за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає рівномірному закону розподілу.

Практичне значення одержаних результатів.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що запропоновано методику оцінювання ризиків впливу небезпечних чинників на здоров'я працівників. Методика достатньо універсальна так, як може бути застосована на будь яких підприємствах. Методика передбачає вимірювання шкідливих і небезпечних чинників, опрацювання результатів вимірювання, визначення законів розподілу показників, як випадкових величин, та отримання функції щільності їх оцінок на безрозмірній шкалі. Тобто є можливість отримувати функційно-залежні статистики, які в свою чергу дозволяють, визначити імовірності виникнення небезпеки впливу на здоров'я.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень впроваджені в ТОВ ООВ «ПРОМСТАНДАРТ» у вигляді методики оцінювання процесів системи управління якістю (СУЯ) відповідно до вимог міжнародних стандартів ДСТУ ISO 9001:2015.

Теоретичні положення, що розглядаються в дисертаційній роботі, використовуються в навчальному процесі Української інженерно-педагогічної академії при вивченні навчальних дисциплін:

«Інформаційні системи оцінювання якості»; «Кваліметричні методи оцінювання інформаційно-вимірювальних систем»; «Управління якістю технологічних процесів»;

- практичної роботи з дисципліни «Управління якістю в системі технічного регулювання»;

- при виконанні курсових та дипломних проектів магістрів для спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» освітньо-професійної програми

«Якість, стандартизація та сертифікація».

Особистий внесок здобувача. Основні теоретичні, розрахункові та експериментальні результати отримано здобувачем самостійно. Наукові положення, що виносяться на захист, та висновки дисертаційної роботи належать автору.

У роботах, опублікованих у співавторстві:

– проведено аналіз методів стерилізації текстильних матеріалів; виявлено, що застосування гамма-випромінювання – це дуже небезпечний технологічний процес, так як застосовуються природні джерела - гамма-промені, радіаційні технології з гамма-випромінюванням складні при утилізації відпрацьованих джерел енергії та непрості при обслуговуванні [1];

- розроблено покрокову методику визначення узагальненого показника безпеки праці на виробництві та на прикладі вимірних чисельних значеннях небезпечних чинників, показано її дієвість та універсальність [2];

- запропоновано застосувати функцію помилок для отримання оцінок показників якості процесів. Отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функцію помилок за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає рівномірному закону розподілу [3];

- запропоновано для кваліметричного оцінювання вважати ризиком обернену величину надійності, запропоновано оцінювання ризиків розділити на дві моделі функціонування системи [4];

– запропоновано для кількісного оцінювання якості об'єктів різної природи пропонується застосовувати функцію помилок. Отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функцію помилок за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає нормальному закону розподілу [5];

– запропоновано застосувати метод середніх прямокутників для визначення комплексного показника шкідливого виробничого чинника [6];

– запропоновано застосувати метод інтегрування для визначення комплексного показника шкідливого виробничого чинника, запропонована

апробація методики визначення комплексного показника безпеки праці на виробництві [7];

- розроблено кількісно-вербальну матрицю з використанням функціональної залежності - функції помилок для оцінювання якості системи управління безпекою праці. Проаналізовано динамічний характер процесів і важливість моніторингу та аналізу інформації для забезпечення ефективних практик управління безпекою праці [8].

- проаналізовано наявні дослідження та публікації з питань оцінювання процесів, зокрема пов'язаних з безпекою праці. запропоновано розробити комп'ютерну програму, що дозволить автоматизувати процес оцінювання [9].

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати досліджень доповідалися на наукових конференціях: Міжнародна науково-практична конференція «Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення» (Харків, 2022); Національний науково-практичний форум «Наука. Інновації. Якість» (Харків, 2022): II Міжнародна науково-практична конференція «Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення» (Харків, 2023); VII Міжнародна науково-практична конференція «Мехатронні системи : інновації та інжиніринг» (Київ, 2023); LVIII Науково–практична конференція здобувачів вищої освіти академії «Освіта та технології для розвитку суспільства: збірник тез доповідей» (Харків, 2023); VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Управління розвитком соціально-економічних систем» (Харків, 2024).

Публікації результатів дисертації. Результати досліджень, що подані в дисертації, опубліковані у 15 наукових працях, у тому числі у 8 статтях у наукових фахових виданнях; 1 стаття у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Європейського Союзу, апробаційного характеру опубліковано 6 тез доповідей в збірниках конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний об'єм дисертаційної роботи становить 173 сторінок, з них обсяг основного тексту – 124 сторінок: 1 рисунок на 1-ій окремій сторінці, 19 рисунків по тексту, 1 таблиця на 1-

ій окремій сторінці, 23 таблиці по тексту, 2 додатки на 10-ти сторінках, список використаних джерел із 137 найменування на 16-ти сторінках.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗАКОНОДАВЧО-НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ТА НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ УМОВ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ

Якість життя кожної людини залежить від різних чинників, таких як рівень освіти, стан системи охорони здоров'я, свобода висловлення і безпека на роботі. Ситуація з охороною праці в країні свідчить про ставлення суспільства до такої найважливішої цінності, як людське життя. За міжнародним досвідом, ігнорування вимог щодо охорони праці у системі організації праці призводить до підриву економічної ефективності підприємств і не може вважатися стратегічною основою для сталого розвитку. Концепція ООН "сталого людського розвитку" розглядає безпеку праці як одну з базових потреб людини. Тому актуальним є забезпечення безпеки праці на етапах проектування, виробництва та експлуатації продукції, а також розробка технологій, безпечних для життя і здоров'я працівників. Безпечні умови праці вимагають постійного процесу їх оцінки, аналізу та безперервного управління.

Управління охороною праці має на меті розробку системи заходів, які надають об'єктивну інформацію про керований об'єкт з метою розробки та прийняття управлінських рішень, необхідних для підвищення його безпеки. Ефективне управління вимагає більш досконалих та економічно ефективних методів збору та обробки інформації.

На практиці оцінка умов праці зводиться до виявлення шкідливих і небезпечних виробничих факторів та встановлення кількісного ступеня ризику для здоров'я, пов'язаного з роботою. Для точного прогнозування та мінімізації шкідливих і небезпечних факторів необхідно провести їх оцінку, яка має бути кількісно визначена. Отже, необхідно провести дослідження та розробити нові управлінські стратегії, спрямовані на підвищення захисту працівників від негативного впливу шкідливих чинників. Це включає удосконалення методів оцінки умов праці та пошук нових критеріїв. Основною метою є створення методики для кількісної оцінки безпеки умов праці.

1.1. Охорона праці на підприємствах України в період інтеграції до Європейського Союзу

У найближчій перспективі Україна планує інтеграцію з політичними та економічними структурами Євроатлантики. Для підвищення рівня безпеки на виробництві, запобігання аваріям та нещасним випадкам, а також зменшення травматизму та професійної захворюваності потрібно відповідно адаптувати нормативно-правові акти до європейських та міжнародних стандартів і використовувати світовий досвід у цій сфері. Крім того, важливе розширення міжнародного співробітництва у сфері охорони праці [1].

Ухвалення стратегічного курсу Україною на інтеграцію з ЄС та ймовірність приєднання до Світової Організації Торгівлі підкреслюють актуальність гармонізації внутрішнього законодавства з законодавством ЄС [2]. У рамках Угоди про партнерство та співробітництво між ЄС та Україною, яка набула чинності з 1 березня 1998 року, особлива увага приділяється охороні праці, захисту життя і здоров'я працівників, а також технічним стандартам, що вимагає адаптації законодавства. У червні 2003 року Україна приєдналася до інших 178 країн-членів Міжнародної організації праці (МОП) та представників організацій працівників і роботодавців у прийнятті нової Глобальної стратегії з охорони праці. Ця стратегія спрямована на ефективне керівництво системою охорони праці на національному рівні [3]. Вдосконалення систем охорони праці та промислової безпеки в країнах-членах ЄС відбувається за рахунок прийняття ряду законодавчих та нормативних актів. Оновлення національних систем охорони праці з врахуванням європейського законодавства в основному стосується нових учасників, які мають відповідним чином впроваджувати загальноєвропейські стандарти у цій галузі.

Європейський Союз обмежив свій суверенітет та передав частину своїх повноважень співтовариству, яке видає законодавчі акти, що є обов'язковими для країн-учасниць. В основі законодавства ЄС у галузі охорони праці є рамкові директиви. Згідно зі статтею 189 Римської угоди, директива зобов'язує будь-яку з учасниць досягати визначеного результату, але залишає за національними органами право вибору методів та засобів його досягнення. Директиви у галузі охорони праці

встановлюють мінімальні вимоги, з можливістю відхилення від них лише в напрямку збільшення [4].

Україна має ключові закони щодо охорони праці, такі як Закон про охорону праці, Кодекс законів про працю України та Закон про загальнообов'язкове державне соціальне страхування. Однак існує потреба у внесенні змін до чинного законодавства. Ця потреба обумовлена не лише бажанням України пристосуватися до європейських стандартів, але й тим, що існуючі закони та їхні принципи не завжди відповідають сучасним умовам та не забезпечують повноцінний захист та безпеку працівників в робочих умовах, які відповідали б стандартам Європейського Союзу.

Закони та система охорони праці мають відповідати загальноєвропейській ідеї охорони праці, яка ґрунтується на принципах "пріоритету заходів з охорони праці" та "максимального захисту в умовах робочого середовища", що забезпечує створення безпечного та здорового оточення для праці, оцінку та попередження ризиків, а також адаптацію робочого середовища до потреб кожного працівника тощо.

Національний законодавчий акт має відтворювати ключові принципи та положення загальноєвропейського рамкового законодавства, яке визначене рядом директив з охорони праці. Одна з таких директив - рамкова Директива 89/391/ЄС щодо заходів забезпечення безпеки та здоров'я працівників на робочому місці. Також існують спеціальні директиви, які є частиною цієї рамкової, такі як: 89/654/ЄС, 89/655/ЄС, 89/656/ЄС, 90/269/ЄС, 90/270/ЄС, 90/394/ЄС, 90/679/ЄС, 92/57/ЄС, 92/58/ЄС, 92/85/ЄС, 92/91/ЄС, 92/104/ЄС та 93/103/ЄС [5].

Хоча прийняття та узгодження сучасного національного законодавства про охорону праці та промислову безпеку із законодавством ЄС є важливим кроком, лише цього недостатньо для забезпечення ефективного функціонування системи охорони праці на національному рівні. Необхідно успішно впроваджувати та застосовувати ці закони на окремих підприємствах. Забезпечення належного розвитку системи охорони праці та її ефективного впровадження як на державному рівні, так і на рівні підприємств дозволяє створити безпечні та здорові умови праці,

запобігти професійним захворюванням і травматизму. Це також подовжує період продуктивної праці працівників [5].

Для забезпечення виконання нормативно-правових актів у галузі безпеки праці, а також для підвищення їх ефективності особливо важливою є скоординована та ефективна співпраця між відповідальними за безпеку праці. Це включає в себе взаємодію з роботодавцями та працівниками, а також заходи з роз'яснення та поширення положень, що стосуються безпечної праці у виробничому середовищі.

Автор [1] у своїй науковій праці виділяє у європейській системі охорони праці три взаємопов'язані структурні рівні, які формують цю систему:

- рівень формування національної політики в сфері охорони праці (профільне міністерство);
- рівень впровадження та контролю (державні інституції з функціями контролю, наприклад, Державна інспекція праці в Німеччині й Латвії);
- рівень підприємств і організацій, де практично реалізуються заходи з охорони праці.

Профільне міністерство управляє розвитком системи охорони праці та забезпечує її відповідність законодавству, розробляючи політику, законодавство та надаючи інформацію. Державна контрольна служба відповідає за перевірки, розслідування нещасних випадків та консультації. Роботодавець на підприємстві забезпечує впровадження вимог щодо охорони праці через оцінку ризиків, навчання працівників та медичний контроль [1].

Отже, європейська законодавча база з охорони праці створює можливість забезпечити належний рівень безпеки праці. Проте важливо підкреслити, що кожна країна повинна самостійно вирішувати це питання, тому в Україні необхідно активізувати роботу з узгодженням вимог, законів та нормативно-правових актів у відповідності до директив Європейського Союзу. Принцип Європейського законодавства, що визначає необхідність прийняття рішень щодо поліпшення умов праці на основі обставин безпосередньо на робочому місці, залишається актуальним і для України.

1.2. Актуальність прогнозування захворюваності працівників машинобудування

Однією з найважливіших цілей сучасної медицини є проведення первинної профілактики, яка базується на виявленні причин порушень здоров'я та активних заходах з їх усунення на різних рівнях: загальнодержавному; колективному; сімейному та індивідуальному [6]. Останнім часом у сфері охорони здоров'я широко розвивається і застосовується стратегія ризику, яка допомагає виявляти причини, що спричиняють збільшення захворюваності.

Згідно з Всесвітньою організацією охорони здоров'я, "стратегія ризику" входить до числа методів профілактики, спрямованих на підвищення ефективності охорони здоров'я загалом [7]. У зв'язку з цим особливо важливою стає розробка науково обґрунтованої і математично вірогідної системи прогнозування ризику нанесення шкоди здоров'ю як працюючого, так і непрацюючого населення.

Максимально повне виявлення можливих факторів ризику, при цьому враховуючи особливості медичного минулого, психологічний склад особистості та уникнення суб'єктивності в оцінці параметрів, які використовуються для створення моделей (що досягається за допомогою методів математичної статистики), дозволяє з високою точністю передбачати ризик виникнення певної патології, зберігаючи індивідуальний підхід до прогнозування [7].

Відомо, що під час виконання роботи, людина піддається впливу чинників виробничого середовища і процесу праці, які можуть містити потенційні загрози для здоров'я. Однак повне виключення несприятливих чинників з робочого місця, навіть на підприємствах з передовою технологією, сучасним устаткуванням та високим рівнем культури виробництва і медичного обслуговування. Це особливо стосується вітчизняних підприємств, які, в умовах економічної кризи, залишаються на відсталих технологіях та застарілому устаткуванні, що є типовим для більшості підприємств у країні.

Всесвітня Організація Охорони Здоров'я (ВООЗ), стверджує, що між 40 і 50% населення планети є в умовах робочого оточення, де існує ризик впливу різних чинників, таких як фізичні, хімічні, біологічні, психічні, економічні та інші, що

часто супроводжуються психоемоційним стресом. Кожного року у світі реєструється мільйони нових випадків професійних захворювань, що спричинені різними видами професійного впливу [8].

Згідно з ВООЗ, існує понад 100 тисяч хімічних речовин, 200 біологічних факторів, близько 50 фізичних умов, майже 20 ергономічних умов, різні види фізичних навантажень, а також численні психологічні і соціальні проблеми, які можуть впливати на здоров'я та підвищувати ризик нещасних випадків, захворювань, стресових реакцій, спричиняти незадоволення роботою та порушувати благополуччя, а також впливати на здоров'я. Втрати продуктивності праці та економічні витрати можуть складати до 10-20% від валового національного продукту. Більшість цих проблем можна вирішити в інтересах працівників, економіки та підвищення продуктивності праці. Наприклад, за оцінкою Всесвітнього банку, дві третини втрати років життя через професійну непрацездатність можна уникнути завдяки програмам з охорони та гігієни праці [9].

Статистичні данні Міжнародної організації праці, підтверджують, що щорічно у світі через нещасні випадки на виробництві та професійні захворювання гинуть понад 2 мільйони людей, а близько 270 тисяч отримують травми. Загальна економічна шкода в цьому контексті становить понад 1,2 трлн доларів США, що складає 4% світового валового продукту. За статистикою, кожен секунду у світі на виробництві травмується 4 людини, кожні три хвилини одна з них гине, а в Україні, кожні 8 хвилин одна людина отримує травму, а кожні 5 годин стає жертвою. В країні щоденно у середньому травмується 200 осіб, з них 30 стають інвалідами, 22 отримують професійні захворювання, а 5 гинуть [10].

У країні щорічно реєструється значна кількість випадків професійних захворювань, розподілених за такими галузями: 80% - вугільна промисловість, 12,7% - чорна металургія, 8% - машинобудування. На першому місці за поширеністю у структурі профзахворювань знаходиться вібраційна (понад 40% випадків), на другому - захворювання органів дихання (25 - 35%).

Ефективна профілактика виробничого травматизму і професійних захворювань можлива лише при ретельному вивченні причин їх виникнення.

Засновуючись на системному підході та науковому аналізі даних розслідувань, виділяються різні групи причин нещасних випадків та професійних захворювань: організаційні, санітарно-гігієнічні, технічні, ергономічні, природні, антропогенні (особистісні та психофізіологічні).

Упродовж багатьох років вчені як у нашій країні, так і за її межами, що працюють у галузі гігієни праці, розробляють, тестують і впроваджують принципи регламентування рівнів впливу небезпечних факторів, а також встановлюють гранично допустимі концентрації та рівні. Проте це стосується лише тих нормативів, які пройшли клініко-гігієнічну перевірку. Більш того, комбіновані, комплексні і взаємодіючі фактори, що присутні в умовах виробництва, часто порушують надійність гігієнічних нормативів, розрахованих на ізольований вплив. Виявлення суті нових явищ є завданням науковців.

Глобальна стратегія Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я з охорони здоров'я працівників, прийнята на 49-й Генеральній Асамблеї Охорони Здоров'я у травні 1996 року, вважає наукову оцінку професійного ризику для здоров'я пріоритетним завданням.

Згідно з визначенням ВООЗ, під професійним ризиком розуміється математична концепція, яка відображає передбачувану частоту і/або важкість негативних реакцій організму людини на певний шкідливий фактор у виробничому середовищі. Прогнози зазвичай розробляються за допомогою математичних моделей, що ґрунтуються на ймовірних характеристиках частоти негативних реакцій, які відображають вплив широкого спектру негативних факторів. Відтак, прогнозування професійного ризику є вкрай складним завданням. Під час аналізу частоти відхилень у стані здоров'я окремих осіб і колективів працівників може бути використано безліч показників, кожен з яких може служити ознакою професійного ризику. Наприклад, будь-яка форма професійного захворювання може бути використана як ознака професійного ризику [11, 12].

Поміж параметрів, які потрібно враховувати при аналізі професійного ризику, входять рівень, тип та тривалість впливу основного фактора, а також взаємодія різноманітних факторів у виробничому середовищі та під час трудового процесу. До

них відносяться режим праці та відпочинку, тривалість робочого дня та тижня, відпустки, медична профілактика та соціально-трудова реабілітація, використання засобів індивідуального захисту, спосіб життя, включаючи шкідливі звички, соціально-побутові умови, кліматичні та екологічні умови місця проживання, а також особливості експертизи при встановленні зв'язку захворювання з професією, різниці у методиках оцінки впливу факторів та можливі помилки при їх

Звертаючись до особливостей професійної (і загальної) захворюваності в Україні, варто відзначити її виражений регіональний характер. Рівень захворюваності у різних регіонах країни визначається галузями промисловості, а серед них значне значення мають великі підприємства машинобудування, такі як Харківська область [13].

Машинобудівна промисловість є ключовою сферою економіки, і значна кількість працівників у цій галузі потребує посиленої уваги до забезпечення їхнього здоров'я та запобігання негативному впливу шкідливих та небезпечних факторів виробництва. Значна кількість осіб, що проживає поруч з підприємствами, підкреслює важливість врахування екологічних аспектів [14, 15]. У машинобудівній галузі шкідливі фактори досягають високого рівня, що призводить до негативних наслідків для здоров'я працівників. Умови праці, які існують у більшості цехів, є причиною професійних захворювань, таких як вібраційна хвороба, нейросенсорна приглухуватість, пневмоконіоз, пилові бронхіти, а також захворювання кістково-м'язової і периферичної нервової систем [2, 16].

Потреба у спеціальних заходах щодо попередження цих наслідків підкреслює актуальність проблеми, для вирішення якої необхідні значні зусилля і міждисциплінарна співпраця наукових дослідників. Прогнозування та запобігання негативному впливу шкідливих факторів на здоров'я машинобудівників є актуальною задачею для гігієністів і професійних патологів. За даними за останні 10 років, частка випадків професійних захворювань серед машинобудівників в Україні коливається від 10,5% до 3,6%.

Аналіз результатів дослідження професійної захворюваності серед працівників машинобудівельних підприємств розкриває різні тенденції у динаміці розподілу

основних захворювань в Україні та у місті Києві. Україна має деяку стабільність у частці пневмоконіозів, що коливається від 24,3% до 34,9%, та хронічних бронхітів, у межах 20,7% - 36,4%, з невеликою тенденцією до зростання. Проте частка вібраційної хвороби та нейросенсорної приглухуватості схильна до зменшення, коливаючись від 5,9% до 13,9% та від 2,9% до 6,15% відповідно. У місті Києві ситуація трохи відрізняється. Тут спостерігається тенденція до зменшення частки пневмоконіозів (від 40% до 10%) і хронічного бронхіту (від 33,3% до 10%). Частка вібраційної хвороби також зменшується, коливаючись від 6,6% до 30%. Однак ситуація з нейросенсорною приглухуватістю у підприємствах міста відрізняється, показники суттєво вищі і мають тенденцію до зростання, коливаючись від 28,5% до 53,1% [16].

У складних умовах економічного середовища важко передбачити кількість випадків професійних захворювань, оскільки промислова ситуація постійно змінюється, і економіка України розвивається в різних напрямках [17]. Однак доцільним виявляється активне проведення епідеміологічних досліджень серед працівників машинобудівної промисловості з метою визначення критеріїв ризику професійних захворювань та розробки комплексної системи управління цими ризиками. Згідно з вказівками Європейської комісії з соціальних питань, гігієно-епідеміологічні дослідження є важливим інструментом для оцінки соціального виміру робочого життя.

Тому актуальним є визначення основних чинників, що впливають на стан здоров'я населення регіону, зокрема машинобудівної промисловості, з урахуванням промислових, екологічних і соціально-економічних показників. Необхідно розробити прогностичну модель для окремих професій машинобудівної галузі та обґрунтувати комплексну систему профілактичних заходів для зменшення захворюваності машинобудівників та непрацюючого населення регіону з розвинутою промисловістю.

1.3. Виробничий травматизм працівників в галузі машинобудування

Продукція машинобудівних підприємств відіграє ключову роль у впровадженні досягнень науково-технічного прогресу в різних галузях економіки. Однак у машинобудівній галузі України в останні роки, після відновлення виробництва після економічної кризи, спостерігається зниження темпів модернізації та технічного оновлення виробництва, що негативно впливає на промислову безпеку та рівень виробничого травматизму.

Моніторинг стану виробничого травматизму показує, що в країні спостерігається тенденція до зменшення загальної кількості випадків травмування на виробництві. Зокрема, за даними таблиці 1.1., загальний травматизм у 2019 році зменшився майже в 32 рази порівняно з 1992 роком. Водночас, останніми роками зростає кількість нещасних випадків зі смертельним наслідком, але за час незалежності кількість загиблих на виробництві зменшилася у 6 разів. [18].

Таблиця 1.1.

Кількість випадків травмування на виробництві [18]

Роки	1992	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Кількість травмованих (осіб)	124971	80450	34288	20817	11698	4260	4428	4313	4126	3876
У тому числі зі смертельним наслідком	2619	2195	1325	1088	644	375	400	366	409	422

За цей період кількість травмованих на виробництві на 100 тисяч працюючих зменшилася з 600 до 33 осіб, включно зі смертельними випадками – з 13 до 3,6. Одночасно з початку 90-х років загальна чисельність працівників на підприємствах, установах і в організаціях зменшилась на 44%.

З таблиця 1.2. видно, що кількість нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, зменшилась на 6% порівняно з 2018 роком. Це означає, що на підприємствах України у 2019 році травмовано 3876 осіб, у порівнянні з 4126 особами у 2018 році. А кількість нещасних випадків зі смертельним наслідком, пов'язаних з виробництвом, збільшилась на 3% порівняно з 2018 роком. У 2019 році смертельно травмовано 422 особи, у порівнянні з 409 особами у 2018 році.

За результатами аналізу стану виробничого травматизму в Україні за 2019 рік було виявлено наступне, що кількість нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, зменшилась порівняно з 2018 роком на підприємствах різних галузей [18]:

- Машинобудівна промисловість: зменшилась на 94 (270, було 364).
- Металургійна промисловість: зменшилась на 45 (199, було 244).
- Транспорт: зменшилась на 45 (293, було 338).
- Вугільна промисловість: зменшилась на 35 (690, було 725).
- Соціально-культурна сфера та торгівля: зменшилась на 34 (924, було 958).
- Зв'язок: зменшилась на 29 (47, було 76).
- Легка та текстильна промисловість: зменшилась на 16 (22, було 38).
- Деревообробна промисловість: зменшилась на 14 (53, було 67).
- Гірничорудна та нерудна промисловість: зменшилась на 13 (160, було 173).
- Житлово-комунальне господарство: зменшилась на 5 (135, було 140).
- Газопостачання і газоспоживання: зменшилась на 4 (28, було 32).
- Котлонагляд та підйомні споруди: зменшилась на 1 (14, було 15).

За результатами аналізу стану виробничого травматизму в Україні за 2019 рік було виявлено, що кількість нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, збільшилась порівняно з 2018 роком на підприємствах різних галузей:

- Енергетика: збільшилась на 3 (121, було 118).
- Нафтогазовидобувна промисловість: збільшилась на 5 (30, було 25).
- Агропромисловий комплекс: збільшилась на 14 (517, було 503).
- Хімічна промисловість: збільшилась на 24 (129, було 105).
- Будівельна галузь: збільшилась на 39 (244, було 205).

Таблиця 1.2.

Розподіл виробничого травматизму за видами нагляду (осіб) [18]

Вид нагляду	2019	2018	2017	2016	2015
Вугільна промисловість	690	725	780	864	752
Гірничорудна та нерудна промисловість	160	173	201	192	207
Нафтогазовидобувна промисловість та геологорозвідка	30	25	20	23	11
Енергетика	121	118	121	136	113
Будівництво та промисловість будматеріалів	244	205	224	184	206
Котлонагляд та підйомні споруди	14	15	16	20	10
<i>Машинобудування</i>	270	364	336	313	311
Металургійна промисловість	199	244	260	255	268
Хімічна, нафтохімічна та нафтопереробна промисловість	129	105	128	146	137
Транспорт	293	338	393	364	396
Зв'язок	47	76	57	60	60
Газова промисловість	28	32	35	36	48
Житлово-комунальне господарство	135	140	155	167	141
Агропромисловий комплекс	517	503	537	578	602
Деревообробна промисловість	53	67	76	51	83
Легка та текстильна промисловість	22	38	23	22	17
Соціально-культурна сфера та торгівля	924	958	951	1017	898
Р а з о м	3876	4126	4313	4428	4260

На стан виробничого травматизму в машинобудівній галузі впливає багато чинників, основним з яких є людський. Зниження кількості травм можливе завдяки контролю за безпекою праці, підтримці з боку держави та діяльності органів нагляду за охороною праці. Злагоджена взаємодія всіх зацікавлених сторін у створенні належних умов праці дозволяє значно зменшити рівень травматизму серед працівників. Важливим є розробка нових підходів на основі міжнародного досвіду, прийняття відповідних законів, створення сучасних інструкцій з охорони праці та впровадження систем запобігання травматизму. Це допоможе виявити й усунути організаційні та конструктивні недоліки, запобігти їх розвитку та нейтралізувати їх негативний вплив, забезпечуючи безпеку виробництва та працівників машинобудівної галузі. Таким чином, необхідний системний підхід до вирішення

проблем виробничого травматизму, що включає комплексне застосування різних методів і розробку науково-обґрунтованих рекомендацій для мінімізації нещасних випадків і професійних захворювань.

1.4. Діяльність міжнародних організацій з безпеки праці

На даний момент українському суспільству надзвичайно важливе міжнародне співробітництво в галузі охорони праці, що включає в себе дослідження, узагальнення та впровадження світового досвіду у сфері організації безпеки й умов праці. Також це охоплює виконання міжнародних договорів і угод з цієї сфери, участь у наукових заходах та конференціях. Велике значення у регулюванні трудових стосунків на міжнародному рівні мають конвенції, прийняті Міжнародною організацією праці (МОП). МОП було створено у 1939 році як автономна інституція під егідою Ліги Націй і з 1946 року діє як спеціалізована установа ООН.

Головна мета МОП, як описано у її Статуті, - сприяти мирному співіснуванню на основі соціальної справедливості і покращенню умов життя та праці працівників у всіх країнах. Основні напрямки її діяльності включають участь у міжнародному трудовому праві, розробку та впровадження цільових програм для вирішення соціально-трудоових проблем, таких як зайнятість і умови праці. Також МОП надає допомогу своїм членам у покращенні національного трудового законодавства, навчанні працівників і поліпшенні умов праці через технічну співпрацю та дослідницьку діяльність [9].

Україна приєдналася до МОП у 1954 році, але не всі законодавчі акти в нашій країні втілюються для покращення робочого процесу згідно з вимогами стандартів. Аналіз міжнародного досвіду показує, що з початку 70-х років ХХ століття в Європі використання компенсацій для роботи в небезпечних умовах поступово зменшувалося. Це стало можливим завдяки тому, що роботодавці отримали економічні стимули для забезпечення безпечних і здорових умов праці. Захист працівників від конкретних ризиків на робочому місці здійснюється через встановлення і виконання стандартів і норм, які, зазвичай, застосовуються в найбільш небезпечних сферах діяльності.

У всіх країнах Західної Європи перші закони про працю, які були прийняті майже сто років тому, ставили за мету захист здоров'я працівників. Протягом часу підходи до охорони праці в країнах Європи зазнали змін. Сьогодні завдання в цій сфері включає не лише забезпечення здоров'я працівників, обмеження робочого часу в умовах, що можуть негативно впливати на здоров'я, заборону використання дітей, молоді та жінок у деяких видах діяльності, а й акцент на психологічні та психічні аспекти робочого середовища [19].

У структурі ЄС, а також у окремих європейських країнах, існують організації, що займаються проблемами виробничого життя. Наприклад, в Австрії у 2001 році створено спеціальний підрозділ - Всесвітню службу страхування від нещасних випадків на виробництві, для обслуговування підприємств з чисельністю працівників менше ніж 50 осіб. В іспанському місті Більбао діє Європейське агентство з безпеки праці та охорони здоров'я на робочому місці. У Дубліні (Ірландія) функціонує Європейський фонд поліпшення умов життя та праці, який проводить дослідження з широкого кола пов'язаних із цим питань [20].

У різні періоди часу у більшості країн світу були створені державні органи управління охороною праці. У Австрії це Комісія з охорони праці, яка діє при Міністерстві соціального управління. У Іспанії існує Вища рада з безпеки та гігієни праці. В США функціонує Національне управління з безпеки праці та управління з охорони праці. Франція має Вищу раду з запобігання нещасним випадкам. У Фінляндії таким органом є Міністерство соціального забезпечення та охорони здоров'я. В Японії діє Департамент норм праці.

У Франції робітники беруть участь у спостереженні за умовами праці, що є формою соціально-партнерського контролю. У 50-х роках на промислових підприємствах з більш ніж 50 працівниками були створені комітети з питань безпеки та гігієни праці, які мали лише консультативний статус. На шахтах контроль за дотриманням техніки безпеки здійснювали обрані працівники-інспектори, але ця практика не знайшла підтримки серед роботодавців [21].

У Франції безпеку праці контролює Інспекція праці, яка діє у трьох основних напрямках: нагляд, зайнятість та організація. Основним завданням Інспекції є

забезпечення виконання вимог Кодексу законів про працю та колективних угод, а також забезпечення промислової безпеки та гігієни праці [22].

Збільшення уваги до проблем безпеки праці стає все більш актуальним. Це пояснюється тим, що кожного року зростає рівень виробничого травматизму, зокрема смертельних випадків, а також кількість професійних захворювань. Представники Міжнародної асоціації соціального забезпечення визначили 5 ключових напрямків міжнародних та європейських стратегій з безпеки праці та охорони здоров'я [23]:

- зменшення кількості нещасних випадків на роботі та професійних захворювань;
- підвищення рівня обізнаності та розвиток професійних навичок працівників;
- співпраця між системами охорони громадського здоров'я та безпеки праці;
- підтримка здоров'я та безпеки як невід'ємної частини життєвого стилю;
- інтеграція заходів уникнення нещасних випадків у систему соціального забезпечення.

У Австралії була впроваджена найефективніша стратегія з безпеки праці, яка має за мету зменшення кількості смертельних нещасних випадків на щонайменше 20% та зниження рівня виробничого травматизму на 40%. Після аналізу результатів стало відомо, що було досягнуто зниження кількості смертельних випадків на 20%, але зменшення виробничого травматизму склало лише 18%. Будівельна і транспортна галузі залишаються найбільш травмонезбезпечними (зменшення на 20%), разом з агропромисловим комплексом (зменшення на 13%), тому висловлено пропозицію зосередити більше уваги саме на цих секторах промисловості [22].

У 1960-х роках у Великобританії 1000 нещасних випадків на робочому місці щорічно вважалися нормою. У 2009 році сталося 152 випадки, або 0,5 на 100 тисяч працюючих - це один з найкращих показників у Європі (у Німеччині, Франції, Італії - від 1,04 до 1,6, у США - 4,4, у Японії - 2,6). Британська система управління

охороною праці відповідає економічним, соціальним і політичним особливостям і є однією з найкращих у Європі [24].

Історія британського законодавства у галузі охорони праці почалася ще у ХІХ столітті. У 1802 році були прийняті перші закони, що регулювали умови праці та трудові відносини. У 1880 році був прийнятий перший закон про відшкодування працівникам шкоди за травматизм на робочому місці, що став вихідним пунктом для подальшого законодавства про охорону праці [24].

Великобританія має кілька важливих законів у галузі охорони праці, таких як Фабричний закон, прийнятий у 1961 році, і закон "Правила звітності про травми хвороби та небезпечні події", прийнятий у 1995 році. Згідно з цими законами, роботодавець самостійно відповідає за забезпечення належних умов праці, але держава теж має свою роль у контролі за охороною праці на підприємствах [24].

У 2004 році була прийнята Стратегія безпеки здоров'я на робочих місцях, яка визначила колективну відповідальність у керуванні здоров'ям і безпекою на роботі. Згідно з цією стратегією, всі сторони, включаючи працівників, повинні бути зацікавлені в дотриманні вимог безпеки праці [8].

Часті причини виробничого травматизму зазвичай пов'язані з недбалою організацією праці. Багато нещасних випадків також стаються через психофізіологічні фактори, що підтверджується дослідженнями як в українському, так і в європейському контексті. Порушення правил і норм безпеки на роботі можна пояснити не лише психологічними особливостями працівників, але і впливом зовнішніх факторів, одним з яких є стрес. Проблема стресу на робочому місці акцентується як «негативна емоційна реакція на трудовий процес, спричинена психічним перенавантаженням працівників через надмірні вимоги до роботи, авторитарне керівництво, конфлікти, насильство та моббінг (психологічний тиск)». До традиційних факторів стресу відносяться також шум, вібрація та одноманітність роботи. За даними Європейського агентства з безпеки праці та охорони здоров'я (Іспанія), до 40 мільйонів працівників у країнах ЄС страждають від захворювань, пов'язаних зі стресом. Стрес призводить до пропущених 25% робочих днів через

хворобу, і це викликає витрати у розмірі 20 мільйонів євро на лікарняні. Загалом, економічні втрати від стресу оцінюються у 150 мільйонів євро [22].

"Дублінський Фонд вважає, що від стресових явищ страждає приблизно 28 % працюючих у країнах ЄС, у 23 % виявлено симптоми хронічної перевтоми, 60 % скаржаться на постійний брак часу на роботі. У Франції профспілки вимагають визнання стресу професійним захворюванням, оскільки його жертвами називають себе 72 % опитаних працюючих, насамперед службовці, та 11 % працівників одержували звільнення від роботи з цієї причини. У Великобританії 32 % опитаних назвали основною причиною стресу проблеми під час поїздок на роботу, 23 % - складність поєднання трудових і домашніх навантажень і тільки 31 % заявили, що стресу взагалі не відчувають. Значна частина працівників у країнах ЄС вважає причиною стресу психологічні наслідки конкуренції за робочі місця [20]".

У Німеччині розроблена програма для боротьби з синдромом "емоційного вигорання на роботі". Німецькі вчені стверджують, що один з кожних трьох німців, які йдуть на пенсію передчасно, робить це через те, що не може впоратися з психологічними вимогами роботодавця. Більшість з цих людей залишають роботу навіть до досягнення 50-річного віку, що є серйозною проблемою як для компаній, так і для суспільства в цілому. Аналіз свідчить, що на компенсацію за пропущені робочі дні (лікування та передчасні пенсії) витрачається мільярди євро щороку. Крім того, роботодавцю загрожує штраф та навіть ув'язнення, якщо він порушує законодавство щодо охорони праці, зокрема стосовно психологічного стану своїх працівників [25].

Комісія ЄС прийняла рішення створити Європейську стратегію щодо умов праці. Європейська конфедерація профспілок (ЄКП) внесла пропозиції щодо включення в неї заходів з питань безпеки праці, створення регіональних уповноважених у країнах ЄС для захисту праці, посилення санкцій для роботодавців, які порушують правила безпеки на виробництві, а також розширення обсягу дії цієї стратегії на працівників у нетиповій зайнятості.

У Норвегії було укладено Угоду про консолідоване трудове життя, в рамках якої передбачені заходи для зменшення втрат робочих днів через хворобу,

збільшення кількості доступних робочих місць для людей з обмеженими трудовими можливостями та зниження фактичного віку виходу на пенсію (шляхом розвитку систем дострокового пенсіонування) [22].

Світовий досвід підтверджує, що умови праці для європейських працівників значно кращі з точки зору охорони праці, а рівень травматизму значно нижчий. Отже, для України важливо враховувати як негативний, так і позитивний досвід регулювання трудових відносин у світі. Для цього потрібно зосередитися на наступних аспектах:

1. Удосконалення вітчизняної нормативної бази в галузі безпеки праці.
2. Створення інформаційного центру для агітації та пропаганди з питань охорони праці.
3. Розробка механізмів економічних розрахунків на підприємствах з метою створення безпечних та здорових умов праці для працівників.

За думкою світових експертів, зростає кількість українських підприємств, які демонструють бажання покращити умови праці. Багато з них використовують стандарти якості, такі як ISO 9001 для менеджменту та ISO 14001 для екології. Також з'являються компанії, які приділяють увагу соціальній відповідальності, безпеці праці та управлінню ризиками за стандартом ISO 45001. Ці тенденції свідчать про те, що на українському ринку дедалі більше підприємств звертають увагу на створення безпечного виробничого середовища для своїх працівників, оскільки право на безпечні умови праці вважається основним правом людини.

1.5. Аналіз наукових публікацій стосовно оцінювання безпеки праці на підприємствах

Дослідження [26] показує, що для ефективного планування заходів охорони праці та розподілу ресурсів потрібно використовувати спеціальні математичні методи в рамках систем управління охороною праці підприємств. Ці методи дозволяють оцінити наслідки прийнятих управлінських рішень. Для побудови залежностей між показниками стану охорони праці та факторами, які на них впливають, у більшості існуючих методик використовуються методи

статистичного аналізу та математичні моделі, отримані з їхнім використанням. Автор звертає увагу, що адекватність таких моделей ґрунтується головним чином на точності їх апроксимації, що не завжди дозволяє однозначно визначити їхню придатність для моделювання показників, що описують стан безпеки праці на різних підприємствах та в умовах виробництва.

Для побудови математичних моделей показників, що відповідають вимогам комплексної оцінки стану безпеки праці на різних підприємствах автором [0] обґрунтовано застосування методу групового врахування аргументів, що є альтернативою методам статистичного аналізу. Метод групового врахування аргументів дозволяє отримувати для кожного показника набір математичних моделей з заданою точністю на основі обмеженої вибірки статистичних даних. Ці математичні моделі представлені у вигляді узагальненого полінома Колмогорова-Габора. Після цього з набору побудованих моделей вибирається одна, яка буде використовуватися для подальшого моделювання показника стану охорони праці. Для обґрунтування такого вибору у методах групового врахування аргументів використовуються критерії селекції моделей.

Крім вже існуючих критеріїв, які оцінюють точність апроксимації та прогнозу моделей, автор [26] вводить три нові критерії, які враховують важливі особливості, пов'язані з процесом моделювання показників стану охорони праці. Використання цих критеріїв, розроблених автором [26], дозволило врахувати мінімальні значення та максимально допустимі границі для розглянутих показників, а також виявити некоректні моделі під час послідовного аналізу різних комбінацій можливих значень факторів. Автором [0] розроблено алгоритм визначення математичної моделі стану безпеки праці на різних, який являє собою адаптацію методу групового врахування аргументів та містить запропоновані критерії селекції відповідних моделей. Відповідно до даного алгоритму побудова моделей здійснюється з послідовним збільшенням степені полінома. Основні етапи алгоритму такі:

- занесення масивів статистичних даних про стан охорони праці на магнітні носії;
- розрахунок значень коефіцієнтів для множини моделей першої степені;

- розрахунок значень критеріїв селекції та вибір моделі, яка задовольняє умовам всіх критеріїв та приймається як функціональна залежність показника від множини чинників [26].

Автор [26] стверджує, що аналіз стану охорони праці на підприємствах, здійснений шляхом розроблення математичних моделей загальних показників та використання інформаційно-аналітичної підтримки для управління, є основою для вивчення впливу умов та безпеки праці на різні показники. Цей аналіз дозволяє формувати плани робіт та обґрунтовувати розподіл фінансових ресурсів для заходів з охорони праці.

На думку автора СУОП має багаторівневу інформаційну структуру. Керуючись перш за все територіальною ознакою, автори [0] виділяють наступні три рівні:

- державний рівень (інформаційні масиви з безпеки праці центральних апаратів Держпраці, Мінохоронздоров'я, Міністерства соціальної політики, Міністерства внутрішніх справ, галузевих міністерств, інших міністерств і центральних органів державної влади);

- регіональний рівень (інформаційні масиви з охорони праці обласних держадміністрацій, обласних управлінь Держпраці, обласних державних інспекцій пожежного нагляду, обласних державних автоінспекцій, обласного управління екологічної безпеки, обласних статистичних управлінь, центрів стандартизації і метрології, інших органів обласного рівня, районних адміністрацій, міських і районних рад народних депутатів, інших відповідних органів міського і районного рівня);

- виробничий рівень (інформаційні масиви з охорони праці підприємств).

Також у своїй роботі [27] автори аналізують фактор, який призводить до змін і нестабільності інформаційного забезпечення систем управління охороною праці. Цей фактор включає процеси, пов'язані з розвитком форм власності та структур підприємств і організацій на рівні виробництва, що призводить до постійного перерозподілу функцій і завдань як на рівні державних, так і регіональних органів.

Значний внесок в розвиток наукових досліджень стосовно оцінювань безпеки праці внесла автор наукової праці [0]. Після дослідження автором було встановлено, що методи статистичного аналізу широко використовуються, але не впорядковано, для кількісної оцінки нещасних випадків на машинобудівних підприємствах. Це, насамперед, пов'язано з великою трудомісткістю цих методів. Зазначені методи не є ключовим елементом у вирішенні завдань, що базуються на них, оскільки відсутня можливість швидкого відстеження змін в показниках травматизму на підприємствах. При прийнятті управлінських рішень не використовується методологія оцінки загрозливих ситуацій на основі ризиків. Це виникає з різноманітності кількісних моделей для оцінки ризиків та необхідності наявності вхідних даних. Автором було відзначено, що можливість використання стохастичних і імітаційних моделей у оцінці ризиків не була вивчена.

Частина роботи [28] присвячена теоретичним дослідженням з моделювання показників травматизму на машинобудівному підприємстві. У дослідженні було виявлено, що існуючі методи побудови математичних моделей та встановлення загальних критеріїв для оцінки небезпечних ситуацій з травматизму на машинобудівних підприємствах, як правило, передбачають аналіз великих обсягів статистичних даних щодо травматизму.

Автор також створив комп'ютерну програму для аналізу та прогнозу рівня травматизму. Використання цієї програми дозволяє виявляти тенденції травматизму у формі лінійних, квадратичних або кубічних залежностей, що сприяє працівнику у сфері охорони праці ухвалити конкретні рішення, спираючись на ці дані. Автор особливо відзначає, що розроблена програма має переваги в організації даних про нещасні випадки, оскільки її структура легко доповнюється новими параметрами та редагується. Налаштування програми зберігаються у файлі Settings.xls, який також можна редагувати у програмі Microsoft Excel [0].

У роботі [28] також розглянуто основні принципи впливу охорони праці на цілі підприємства в умовах ринкових відносин. Встановлено, що виробничу систему можна уявити у вигляді контуру регулювання, який включає виробничу систему. Зміни зовнішніх і внутрішніх факторів призводять до відхилень від запланованого

технологічного циклу роботи системи. Це можуть бути, наприклад, нещасні випадки або інші фактори, що призводять до збитків. Вони підлягають регулюванню та приймаються рішення, необхідні для усунення відхилення.

Після аналізу сучасних проблем управління охороною праці на машинобудівних підприємствах у контексті ринкових умов, автор [28] доводить, що для успішної реалізації державної політики в сфері охорони праці необхідно впроваджувати науковий підхід до управління процесом поліпшення умов та безпеки праці. Також він вказує на потребу удосконалення методів економічної оцінки впливу витрат на охорону праці на ефективність виробництва. За думкою автора, невизначеність ситуації у сфері охорони праці обумовлена великою кількістю факторів, що впливають на неї, які неможливо передбачити точно, а також відсутністю чітко визначених цілей і критеріїв для їхньої оцінки.

В роботі [0] автор провів аналіз сучасних методів дослідження професійного ризику, визначивши цим, що недостатньо приділяється уваги вивченню важливості небезпечних чинників та ступеню їх впливу на рівень виробничого травматизму. Автор обґрунтував залежність рівня виробничого травматизму на механізованих процесах в агропромисловому комплексі від екстремумів у загальному обсязі виконання трактористами-машиністами робіт у рослинництві з високою кореляцією.

На основі структурно логічного та ймовірнісного моделювання, автором [0] запропонована методологія дослідження механізму утворення і перебігу травмонебезпечних ситуацій, прогнозовано поведінку системи «людина-машина-довкілля» у середньо - та довгостроковій перспективах, а також автор кількісно проаналізував можливі наслідки об'єднання і (або) перетину небезпечних подій та провів ранжування і класифікацію професійного ризику трактористів-машиністів. Окрім цього в роботі [0] оцінено ступінь впливу початкових (первинних) подій на безпеку виконання механізованих робіт для різних травмонебезпечних ситуацій з урахуванням критеріїв Фусела-Весели та Бірнбаума, і розраховано величини підвищення рівня професійного ризику внаслідок порушення нормативів охорони праці та проаналізовано стани системи «людина-машина-довкілля», автором встановлено, що діапазони розсіювання значень їх ймовірностей характеризуються

експоненційним законом розподілу. Автор у роботі [0] пропонує алгоритм виявлення потенційних виробничих небезпек та кількісної оцінки ризиків на робочих місцях сільськогосподарського виробництва, це дозволить перейти на більш досконалий рівень регулювання охорони праці в агропромисловому комплексі на основі ризик-орієнтованого підходу.

У роботах [30-32] автори зазначають, що без впровадження сучасних інформаційних технологій неможливе успішне вирішення проблеми забезпечення безпечних умов праці, зниження рівня професійних захворювань та своєчасне запобігання нещасних випадків та аварійних ситуацій. Математичний апарат є ключовою складовою інформаційних систем, оскільки він дозволяє моделювати процеси управління та прийняття рішень.

З аналізу наукових робіт видно, що в публікаціях відсутній обґрунтований математичний апарат, рішення приймають експерти та немає єдиного підходу до оцінювання небезпеки. В якості математичного аналізу використовуються регресійні моделі, які не ефективні для вирішення поставленої проблеми та наукові підходи носять організаційний характер.

1.6. Законодавчі та нормативні акти у сфері безпеки праці

Законодавство України про охорону праці ґрунтується на конституційному принципі, що кожен громадянин має право на належні, безпечні та здорові умови праці, що забезпечується статтею 43 Конституції України. Згідно зі статтею 3 Конституції України, найвищою соціальною цінністю визнається людина, її життя, здоров'я та безпека. Конституція також гарантує право громадян на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування (згідно зі ст. 49) [33].

Законодавча база в галузі охорони праці України включає ряд законів, серед найважливіших з яких є Закон України "Про охорону праці" [34], Кодекс законів про працю України [35], "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування" [36], "Основи законодавства України про охорону здоров'я" [37], Кодекс цивільного захисту України [38], "Про систему громадського здоров'я" [39], "Про використання ядерної енергії та радіаційного захисту" [40]. До них додаються державні

міжгалузеві та галузеві нормативні акти, такі як стандарти, інструкції, правила, норми, та інші документи, які мають силу правових норм і є обов'язковими для всіх підприємств та працівників України.

У 1992 році в Україні був ухвалений Закон України «Про охорону праці» [34], який визначає основні принципи щодо забезпечення конституційного права громадян на здорові та безпечні умови праці. Цей закон регулює відносини між роботодавцем і працівником у справах безпеки, гігієни праці та умов праці, і встановлює єдиний порядок організації робіт з охорони праці у всій країні. Закон України «Про охорону праці» є основним законодавчим актом у сфері охорони праці і застосовується на всіх підприємствах, установах та організаціях, незалежно від їх форми власності та виду діяльності, а також на всіх працівників, які зайняті на цих підприємствах. Відповідно до вимог статті 13 цього закону, роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в усіх підрозділах умови праці відповідно до нормативно-правових актів і несе за це безпосередню відповідальність. Закон враховує основні вимоги директив Європейського Союзу, а також конвенцій та рекомендацій Міжнародної організації праці з питань безпеки та гігієни праці.

Кодекс законів про працю України, затверджений Законом Української РСР від 10 грудня 1971 року та набравший чинності з 1 червня 1972 року, пройшов кілька змін та доповнень. Положення про охорону праці містяться не лише у відповідному розділі цього кодексу, а й у різних інших розділах, таких як "Трудовий договір", "Робочий час", "Час відпочинку", "Праця жінок", "Праця молоді", "Професійні спілки", "Нагляд і контроль за додержанням законодавства про працю" [35].

У 1999 році був прийнятий Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», який визначає юридичну основу, економічні механізми та організаційну структуру системи загальнообов'язкового державного соціального страхування громадян від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, що можуть спричинити втрату працездатності або смерть [36].

Між основними правовими документами, що мають спільні положення з законодавством про охорону праці, слід відзначити також "Основи законодавства України про охорону здоров'я". Цей документ регулює суспільні відносини в галузі охорони здоров'я з метою забезпечення гармонійного розвитку фізичних і духовних сил, високої працездатності та тривалого активного життя громадян. Він також націлений на усунення чинників, які негативно впливають на здоров'я, попередження захворювань та інвалідності, покращення спадковості. «Основи законодавства України про охорону здоров'я» встановлюють єдині санітарно-гігієнічні вимоги до організації виробничих та інших процесів, а також до якості обладнання та будівель, які можуть негативно впливати на здоров'я. Також передбачається проведення обов'язкових медичних оглядів певних категорій осіб, включаючи працівників, які працюють у шкідливих та небезпечних умовах, та закладається правова основа для медико-соціальної експертизи втрати працездатності [37].

Цивільний кодекс України містить норми щодо компенсації збитків загалом, включаючи відповідальність за ушкодження здоров'я або смерть працівника у зв'язку з виконанням ним трудових обов'язків [38].

Згідно з Законом України «Про систему громадського здоров'я», визначає правові, організаційні, економічні та соціальні засади функціонування системи громадського здоров'я в Україні з метою зміцнення здоров'я населення, запобігання хворобам, покращення якості та збільшення тривалості життя, регулює суспільні відносини у сфері громадського здоров'я та санітарно-епідемічного благополуччя населення, визначає відповідні права і обов'язки державних органів та органів місцевого самоврядування, юридичних і фізичних осіб у цій сфері, встановлює правові та організаційні засади здійснення державного нагляду (контролю) у сферах господарської діяльності, які можуть становити ризик для санітарно-епідемічного благополуччя населення [39].

Закон України «Про колективні договори та угоди» визначає, що у колективному договорі сторони встановлюють свої взаємні обов'язки з охорони праці. На державному, галузевому та регіональному рівнях угоди встановлюють

основні принципи та норми здійснення соціально-економічної політики, зокрема щодо умов охорони праці [41].

Крім вже згаданих законів, у сфері охорони праці діють інші національні правові акти, міжнародні угоди та договори, до яких Україна долучилася у відповідності з установленими процедурами, а також підзаконні нормативні акти, такі як Укази та розпорядження Президента України, рішення Уряду України і нормативні документи міністерств та інших центральних органів влади. Наразі існує кілька десятків міжнародних нормативних актів і договорів, до яких приєдналася Україна, а також понад сотня національних законів, що безпосередньо стосуються або мають відношення до питань охорони праці.

Згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 січня 1993 року № 64 "Про заходи щодо виконання Закону України "Про охорону праці", було розроблено положення про Державний реєстр нормативно-правових актів з охорони праці, яке було затверджено наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 8 червня 2004 року № 151 [42].

Реєстр нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП) - це систематична база даних, створена з метою однозначного реєстрування та утримання відповідного архіву таких актів. У цьому реєстрі документи класифікуються за видами економічної діяльності, а дані про їх затвердження та набрання чинності оформлюються у формі спеціального покажчика. Реєстр НПАОП має офіційний статус і призначений для використання власниками (або уповноваженими ними органами) та керівними працівниками підприємств, установ, організацій різних форм власності, а також спеціалістами та посадовими особами міністерств, відомств, асоціацій, корпорацій та інших об'єднань, а також органів державного нагляду за охороною праці і місцевих органів державної виконавчої влади [43].

Залежно від організатора, документи з безпеки праці можуть бути наступних типів:

- Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП), що складаються відповідним Держпраці;

- Державні (національні) стандарти України (ДСТУ, Технічний регламент), які розробляє Мінекономрозвитку, а також Департамент технічного регулювання — Держстандарт;

- Державні будівельні норми (ДБН, ДСТУ Б), відповідальні за розробку яких є Мінрегіонбуд;

- Санітарні норми і правила (санітарний регламент, ДСанПіН, ДСН, ДСП), розробляє МОЗ;

- Нормативні документи, зокрема з пожежної безпеки (НАПБ), що створюються ДСНС.

Для забезпечення комплексного управління охороною праці на державному рівні було створено Державну службу України з питань праці (Держпраці). Держпраці відповідає за реалізацію державної політики у сферах промислової безпеки, охорони праці, гігієни праці, державного гірничого нагляду, а також контролю за дотриманням законодавства про працю та інші аспекти соціального захисту працівників [44].

У сучасних умовах спостерігається зростання процесу відповідності законодавства України міжнародним і європейським нормам. Одночасно, в Україні збільшується застосування світового досвіду й поглиблення міжнародного співробітництва в галузі охорони праці, що призводить до підвищення рівня безпеки праці, промислової безпеки, запобігання аваріям та нещасним випадкам, а також посилення профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань. Впровадження системи управління охороною праці (СУОП), передбачене статтею 13 Закону України "Про охорону праці", є необхідним інструментом для інтеграції України з Європейським Союзом та для підвищення ефективності заходів суб'єктів господарювання щодо запобігання травматизму [45].

Аналіз європейського досвіду показує, що найбільш перспективними для використання в Україні є стандарти, розроблені Міжнародною Організацією зі Стандартизації (ISO). ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування» (ISO 45001:2018, IDT) встановлює критерії політики гігієни та безпеки праці, цілей,

планування, впровадження, експлуатації, аудиту та перегляду. Ключові елементи включають відданість керівництва, участь працівників, ідентифікацію небезпек і оцінку ризиків, дотримання законодавства та нормативних вимог, планування на випадок надзвичайних ситуацій, розслідування інцидентів і постійне вдосконалення. Стандарт використовує методологію Plan-Do-Check-Act для систематичного управління ризиками для здоров'я та безпеки. Він застосовується до організацій будь-якого розміру та може бути інтегрований з іншими стандартами систем управління ISO [46].

Висновки до першого розділу та постановка задач досліджень

З аналізу наукових публікацій зрозуміло, що європейська законодавча база з безпеки праці створює можливість забезпечити належний рівень безпеки праці. Проте важливо підкреслити, що кожна країна повинна самотійно вирішувати це питання, тому в Україні необхідно активізувати роботу з узгодженням вимог, законів та нормативно-правових актів у відповідності до директив Європейського Союзу. Принцип Європейського законодавства, що визначає необхідність прийняття рішень щодо поліпшення умов праці на основі обставин безпосередньо на робочому місці, залишається актуальним і для України.

Згідно з вказівками Європейської комісії з соціальних питань, гігієно-епідеміологічні дослідження є важливим інструментом для оцінювання якості робочого життя. Тому актуальним є визначення основних чинників, що впливають на стан здоров'я населення регіону, зокрема машинобудівної промисловості, з урахуванням промислових, екологічних і соціально-економічних показників. Необхідно розробити модель оцінювання ризиків для окремих професій машинобудівної галузі та обґрунтувати комплексну систему профілактичних заходів для зменшення захворюваності машинобудівників та непрацюючого населення регіону з розвинутою промисловістю.

Міжнародний досвід демонструє, що умови праці європейських працівників набагато кращі з точки зору безпеки праці, а рівень травматизму значно нижчий. Тому Україні варто врахувати як помилки, так і позитивні аспекти регулювання праці на глобальному рівні. Важливо більше уваги приділяти: вдосконаленню вітчизняної нормативно-правової бази з охорони праці; створенню інформаційного центру для популяризації питань з охорони праці; вдосконаленню механізму економічних розрахунків на підприємствах, що сприятиме створенню безпечних і здорових умов праці для працівників.

З аналізу наукових робіт видно, що в публікаціях відсутній обґрунтований математичний апарат, рішення приймають експерти та немає єдиного підходу до оцінювання небезпеки. В якості математичного аналізу використовуються

регресійні моделі, які абсолютно не ефективні для вирішення проблеми забезпечення безпеки праці та наукові підходи носять організаційний характер.

На основі аналізу нормативних документів та науково-технічної літератури досліджено проблему комплексного оцінювання безпеки та гігієни праці у виробничих приміщеннях, а також проведено критичний аналіз існуючих методів її вирішення. Проведено аналіз сучасних наукових досліджень стосовно оцінювання безпеки та гігієни праці кількісної оцінки ризиків небезпеки та методик ідентифікації небезпек та оцінювання професійних ризиків. Розглянуто ряд наукових дисертацій, в яких досліджуються кваліметричні підходи до оцінювання безпеки та гігієни праці та виявлено їх недоліки.

Зважаючи проведений аналіз наукової літератури можна сформулювати мету та задачі досліджень:

Метою дисертаційної роботи являється удосконалення методів оцінювання ризиків безпеки праці, враховуючи нелінійні функціональні залежності, які впливають на отримання нових чисельних значень оцінок на безрозмірній шкалі та дозволять ефективно використовувати функціонально-залежні статистики для визначення ризиків професійних захворювань.

Для досягнення мети планується вирішення таких задач:

1. Розробити кількісно-вербальну матрицю, яка дозволяє перевести різні варіанти вербальних оцінок у кодовану чисельну шкалу.

2. Отримати чисельні значення узагальнених багатокритеріальних оцінок тестів працівників машинобудівного підприємства та системи забезпечення безпечних умов праці на підприємстві в межах репрезентативної вибірки;

3. Розробити методику отримання чисельних значень вербальних оцінок результатів тестування працівників машинобудівного підприємства.

4. Провести вимірювальний експеримент що до вимірювання числових значень будь яких небезпечних чинників, що впливають на здоров'я людей.

5. Розробити методику визначення комплексного показника безпеки праці, застосовуючи чисельне інтегрування методом середніх прямокутників та квадратурні і кубатурні формули.

6. Запропонувати застосування кваліметричного підходу до оцінювання величини ризику впливу негативних факторів виробництва на людину.

7. Визначити функцію щільності на безрозмірній шкалі за умови, що закон розподілу випадкових показників небезпечних показників являється нормальним.

8. Визначити функцію щільності функціонально залежних випадкових величин оцінок показників якості за умови, що показники якості підпорядковуються рівномірному закону розподілу.

Список використаних джерел

1. Костенко О. М. Охорона праці в Україні з огляду на інтеграцію до Європейського Союзу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. № 2. С. 166 – 168.
2. Лисюк М. О., Репін В. М. Концептуальні засади програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2006-2010 роки. *Інформаційний бюлетень з охорони праці*. 2005. №1. С. 29-40.
3. Global Strategy on Occupational Safety and Health. Conclusions adopted by the International Labour Conference at its 91st Session, 2003. URL: ISBN 92-2-116288-5 (web version) (дата звернення: 15.02.2023)
4. Рурикевич В. Б., Захаров В. В. Функції системи охорони праці в країнах-учасниках Європейського союзу з огляду входження до нього України. *Інформаційний бюлетень з охорони праці*. 2005. №4. С. 20-24.
5. Сорочинська О. Л., Європейські стандарти у сфері охорони праці. *Збірник наукових праць ДЕГУТ. Серія «Транспортні системи і технології»*. 2011. Вип. 19. С. 165-174.
6. Ушкварок Л. Б., Ткач С. І., Тимошенко Л. В. Актуальність прогнозування захворюваності працівників машинобудування. *Довкілля та здоров'я*. 2011. № 4. С.47-49.
7. Горбась І.М. Профілактика хронічних неінфекційних захворювань – реальний шлях поліпшення демографічної ситуації в Україні. *Український кардіологічний журнал*. 2009. № 3. С. 6-11.
8. A strategy to prevent chronic disease in Europe. A focus on public health action. The CINDI vision / WHO. Geneve, 2004. 41 p.
9. Data and statistics. URL: <https://www.ilo.org/data-and-statistics> (дата звернення: 20.02.2024)
10. The International Labour Organization (ILO) URL: <https://www.ilo.org/> (дата звернення: 20.02.2024)

11. Кононова І.Г. Професійна захворюваність серед працівників підприємств машинобудування. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2010. № 1 (21). С. 9 - 15.

12. Праця в Україні: необхідність якісних змін для суспільної ефективності та гідного життя. Національна профспілкова доповідь президенту України / Академія праці і соціальних відносин Федерації профспілок України. Березень 2010 р. С. 8 - 13.

13. Головенко М.М., Губенко В.Д. Стан промислової безпеки у Харківській області. *Коммунальное хозяйство городов*. 2005. № 64. С. 23 - 27.

14. Рабенда А.С. Ризик професійних пилових захворювань як гігієнічна проблема: дис. д. біол. наук: 14.02.2001 / А.С. Рабенда. - К., 2004. - 333 с.

15. Шкуро В.В. Сучасні гігієнічні підходи до нормування промислових підприємств / В.В. Шкуро, К.Д. Феценко // *Гіг. насел. місць*. - Вип. 50. - 2007. - С. 3 - 8.

16. Романенко Н.В. Вдосконалення організації державного нагляду у сфері охорони праці / Н.В. Романенко // *Вісник ННДІПБОП*. - 2008. - Вип. 21. - С. 3 - 4.

17. Черняк О.М., Тріщ Р. М. Денисенко А. М. Методика оцінювання шкідливих чинників, які впливають на здоров'я робітників машинобудівного підприємства. *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. Харків, 2019. № 5 (1330). С. 70-76.

18. Про стан виробничого травматизму в Україні. URL: <https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2020/03/materialy-po-travmatyzmu.doc> (дата звернення: 22.02.2024)

19. Зуб В. Документальні ресурси з питань охорони праці в системі безпеки функціонування бібліотек Великобританії та США. *Наукові праці Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського*. 2012. Вип. 33. С. 123-128.

20. The report Decent work - Safe work. URL: <https://www.eurofound.europa.eu/en/resources/article/2006/decent-work-safe-work> (дата звернення: 20.02.2024)

21. Савельєва Н. Як у Франції працю охороняють. *Охорона праці*. 2014. № 3. С. 20-22.

22. Ізюта П.О. Досвід європейських країн у сфері охорони праці. *Інформація і право*. 2014. № 2(11). С. 38-43.
23. Литвинкж О. На підтримку Сеульської декларації. *Охорона праці*. 2011. № 3. С. 6-7.
24. Савельєва Н. Уроки англійської: все про охорону праці у Великобританії *Охорона праці*. 2011. № 10. С. 22-24.
25. У Німеччині боротимуться з емоційним згоранням на роботі. URL: <https://www.unian.ua/health/worldnews/588272-u-nimechchini-borotimutsya-iz-emotsiynim-zgorannyam-na-roboti.html> (дата звернення: 25.02.2024)
26. Кружилко О. Є. Удосконалення комплексної оцінки стану охорони праці на підприємствах: автореф. дис. канд. техн наук: 05.26.01. Київ, 2001. 22 с.
27. Шапошникова С. В., Чигарьов В. В. Удосконалення інформаційної моделі системи управління охороною праці. *Вісник приазовського державного технічного університету*. Технічні науки. Маріуполь, 2011. Вип. 22. С. 277-283.
28. Гунченко О. М. Удосконалення системи управління охороною праці на машинобудівних підприємствах: автореф. дис канд. техн. наук: 05.26.01. Луганськ, 2007. 27 с.
29. Гнатюк О. А. Зниження професійного ризику трактористів-машиністів на механізованих процесах в агропромисловому комплексі України. автореф. дис. канд. техн. наук: 05.26.01. Київ, 2015. 22 с.
30. Ткачук С. П. Використання апарату математичного моделювання в системі управління охороною праці. *Проблеми охорони праці в Україні*. Київ, 2000. Вип. 3. С. 32–35.
31. Ткачук К. Н., Кружилко О. Є. Теоретичні основи створення інформаційно-аналітичної системи підтримки рішень з управління охороною праці. *Проблеми охорони праці в Україні*. Київ, 2002. Вип. 6. С. 3-8.
32. Ткачук С. П., Ткачук К. Н., Ревук О. Г., Кружилко О. Є. Методологічні основи визначення критеріїв оцінки умов праці. *Охорона праці*. 1997. №8. С. 34–39.

33. Конституція України: Відомості Верховної Ради України. 1996. № 30. Ст. 141. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 10.03.2024)

34. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. №2695-ХІІ. Дата оновлення: 01.10.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення 12.03.2024)

35. Кодекс законів про працю Україн: Закон від 10.12.1971 р. № 322-VIII. Дата оновлення: 21.06.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08> (дата звернення 25.07.2019).

36. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування: Закон України від 23.09.1999 р. № 1105-XIV. Дата оновлення 31.03.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення 12.03.2024).

37. Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України від 19.11.1992 р. № 2801-ХІІ. Дата оновлення: 07.02.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12> (дата звернення 12.03.2024).

38. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 р. № 5403-VI. Дата оновлення: 09.12.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення 12.03.2024).

39. Про систему громадського здоров'я: Закон України від 06.09.2022 № 2573-ІХ. Дата оновлення: 11.02.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text> (дата звернення 12.03.2024).

40. Про використання ядерної енергії та радіаційного захисту: Закон України від 08.02.1995 р. № 39/95-ВР. Дата оновлення: 09.11.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 12.03.2024).

41. Про колективні договори і угоди: Закон України від 23.02.2023 № № 2937-ІХ. Дата оновлення: 23.02.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2937-20#Text> (дата звернення 12.03.2024).

42. Державний реєстр нормативно-правових актів з охорони праці: Наказ Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 08.06.2004 р. № 151.

Дата оновлення: 20.03.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0778-04> (дата звернення 12.03.2024).

43. Показчик нормативно-правових актів з охорони праці: Наказ Державної служби України з питань праці 05.02.2024 р. № 23. Дата оновлення: 05.02.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0023880-24#Text> (дата звернення 12.03.2024).

44. Про Державну службу України з питань праці. URL: <http://dsp.gov.ua/biohrafia> (дата звернення 12.03.2024).

45. Лесенко Г. Г., Цибульська О. В., Непогодъєв С. В. До питання оцінки ефективності функціонування системи управління охороною праці на підприємстві. *Проблеми охорони праці в Україні*. Київ: ННДІПБОП, 2011. Вип. 20. С. 129-139.

46. ДСТУ ISO 45001:2019. «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT)». 2019. Київ: ДП "УкрНДНЦ".

РОЗДІЛ 2. ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРІВ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я

Незважаючи на зростання технологій та промислового розвитку, що призвели до підвищення продуктивності та економічного процвітання, виникли нові проблеми в галузі безпеки праці. Тому на виробництві можливі різні нещасні випадки, які можуть призвести до загибелі, травм або захворювань робітників, а також призводити до виробничих та фінансових втрат.

Для уникнення нещасних випадків впроваджують системи управління безпекою праці, які враховують процеси ідентифікації, контролю, оцінювання та управління. У відповідності з міжнародними стандартами, ефективний менеджмент стає ключовою передумовою успішного функціонування будь-якої організації.

Ефективна система управління безпекою праці - впровадження політики безпеки праці, процедур та практичних заходів, спрямованих на запобігання виникненню нещасних випадків та захисту здоров'я працівників. Це охоплює ідентифікацію наявних ризиків, оцінку ризиків, розробку заходів з профілактичних заходів, навчання працівників безпеці, систематичний моніторинг та оцінку ефективності системи безпеки праці.

Наявність ефективної системи управління безпекою праці не тільки забезпечує безпеку та здоров'я працівників, але має позитивний вплив на організацію в цілому. Вона допоможе уникнути можливих витрат, пов'язаних із нещасними випадками, втратою робочого часу та судовими позовами. Крім того, вона може підвищити мотивацію та продуктивність працівників, зменшити відплив кадрів та покращити репутацію організації в очах клієнтів та громадськості.

Тому необхідно мати науково-обґрунтовану методологію кількісного оцінювання системи управління безпекою праці. Для отримання кількісних показників якості об'єктів різної природи застосовуються методи кваліметрії. Методи кваліметрії використовують для отримання кількісних показників якості різних об'єктів, включаючи систему управління безпекою праці. Кваліметрія є наукою, що вивчає методологію кількісної оцінки якості об'єктів і процесів різної

природи. Розглянемо систему управління охороною здоров'я та безпекою праці як об'єкт кваліметрії.

Таким чином, метою даного розділу являється розробка методології оцінювання системи управління безпеки праці кваліметричними методами з урахуванням факторів ризиків на здоров'я. Теоретична цінність даного розділу являється дослідження можливості застосування кваліметричних методів для оцінювання системи управління безпеки праці. Практична цінність – це розробка методики оцінювання системи управління безпеки праці які можуть бути застосованими на різних підприємствах.

У даному розділі наведено результати огляду наукової літератури, пов'язані з обґрунтуванням необхідності оцінювання системи управління безпеки праці з урахуванням факторів ризиків для здоров'я, а також із методиками оцінювання. Описано методологію дослідження. Наведено результати дослідження та їх обговорення. Наводяться узагальнення одержаних результатів, пояснюється обмеження дослідження та вказується напрямки для подальших досліджень. Висновок та напрями майбутніх досліджень представлені в останньому розділі.

2.1. Аналіз сучасних та міжнародних систем управління з безпекою праці

У сучасних умовах посилюється процес адаптації законодавства України до міжнародного і європейського законодавства. В Україні активно використовується світовий досвід та зміцнюється міжнародне співробітництво у сфері охорони праці. Це спричиняє підвищення безпеки праці, індустріальної безпеки, запобігання аваріям та нещасним випадкам, а також зміцнення профілактики травм та професійних захворювань. Впровадження системи управління охороною праці (СУОП) є важливим інструментом для інтеграції України з ЄС та підвищення ефективності заходів, спрямованих на запобігання травматизму, що передбачено в статті 13 Закону України «Про охорону праці».

Розробкою СУОП в Україні займаються такі вчені в галузі охорони праці, як Г. Г. Гогіташвілі [1], Д. В. Зеркалов [2], К. Н. Ткачук [3] та інші. Напрацьовано багато теоретичного матеріалу, розроблені практичні рекомендації щодо впровадження СУОП для різних галузей економіки [Ошибка! Источник ссылки не найден., 5]. В Україні під системою управління охороною праці розуміють частину загальної системи управління організацією, яка спрямована на запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням на виробництві, а також на уникнення небезпек для третіх осіб у процесі господарювання. Ця система включає в себе комплекс заходів, які пов'язані між собою і спрямовані на виконання вимог законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці [6].

Система управління охороною праці (СУОП) спрямована на підготовку, ухвалення та впровадження рішень з проведення технічних, санітарно-гігієнічних та медико-профілактичних заходів для забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини під час виконання роботи. Україна має багаторівневу СУОП, яка складається з відповідних структур державного законодавства та виконавчої влади на різних рівнях, управлінських структур підприємств і організацій, а також трудових колективів.

В залежності від завдань, які вирішуються, елементи системи управління охороною праці (СУОП) можна поділити на дві групи [2]:

- Органи державного управління, які займаються вирішенням питань, пов'язаних із законодавчо-нормативними, науково-технічними, соціально-економічними та іншими загальними аспектами охорони праці.

- Органи управління охороною праці на певному об'єкті, їх завдання включає забезпечення безпеки праці в умовах конкретних організацій чи підприємств.

До першої групи належать органи державної законодавчої ініціативи та органи державного управління охороною праці:

- Верховна Рада України;
- Кабінет Міністрів України;
- Державна служба України з питань праці (Держпраці України);
- міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;

- Фонд соціального страхування від нещасних випадків і профзахворювань;
- місцева державна адміністрація, органи місцевого самоврядування.

(nkker.com)

Структурна схема системи управління охороною праці на підприємстві можна представлена на рисунку 2.1.

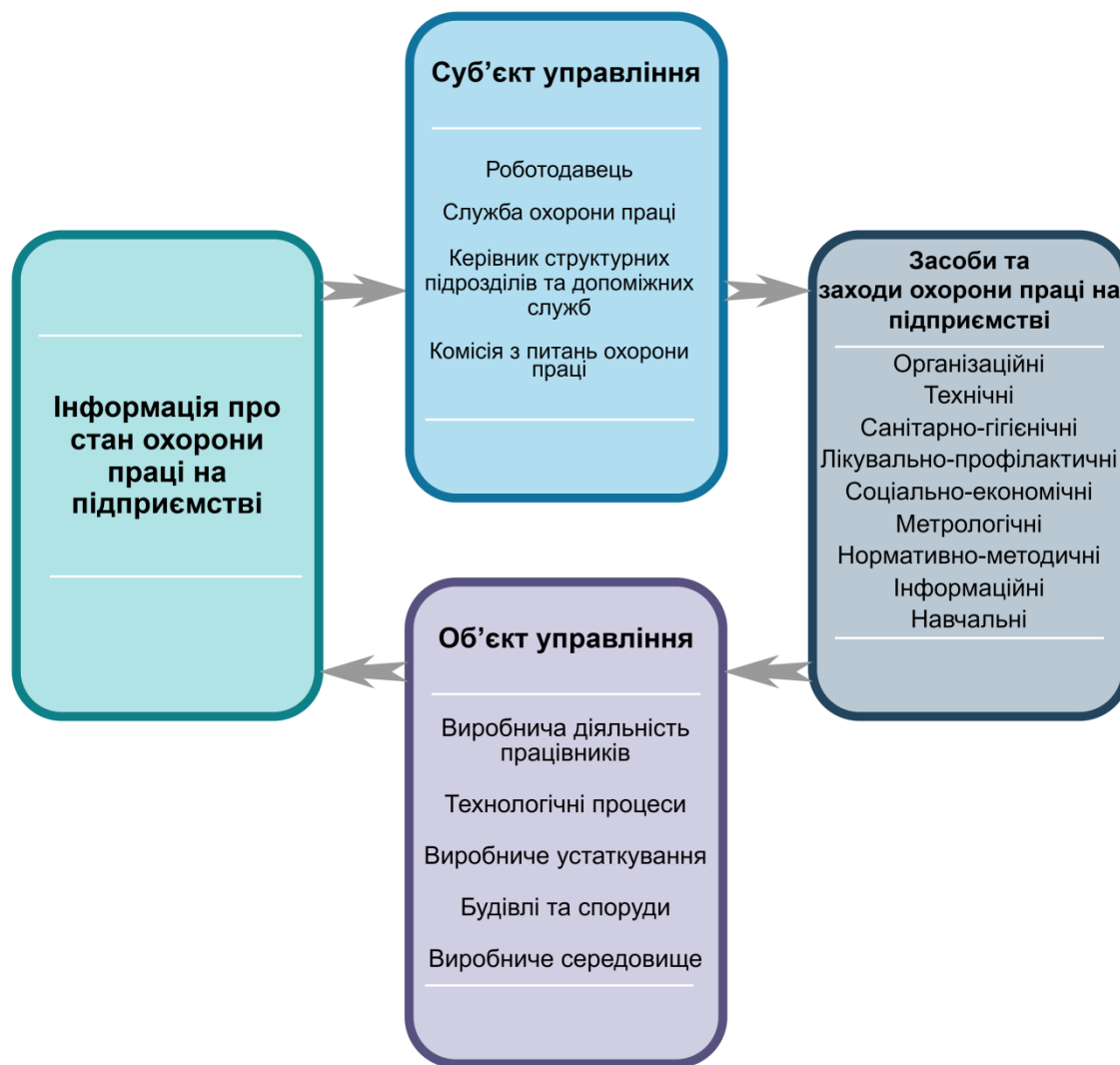


Рис. 2.1. Структурна схема СУОП підприємства [2]

У керівних структурах підприємств виконуються законодавчі та нормативні вимоги з охорони праці, щоб створити безпечні умови праці і запобігти травматизму та професійним захворюванням відповідно до конкретного виду виробництва. Вони вирішують широкий спектр питань, пов'язаних з безпекою праці, співпрацюючи з

комісією з охорони праці (якщо вона є), профспілками та представниками трудових колективів підприємства.

До нормативної бази СУОП входять:

- державні міжгалузеві і галузеві норми і правила, а також відомчі нормативні акти з охорони праці, затверджені в Держпраці;
- система державних міжгалузевих і галузевих стандартів безпеки праці;
- будівельні норми і правила в частині забезпечення вимог охорони праці і пожежної безпеки;
- накази і розпорядження організації вищого рівня;
- розділи «Вимоги безпеки (охорони) праці» у стандартах і технічних умовах на продукцію;
- вимоги безпеки праці в проектній, технічній і організаційно-технологічній документації на будівництво або реконструкцію об'єктів будівництва [2].

Позитивний вплив впровадження систем управління охороною праці (СУОП) на зниження небезпек і ризиків, а також на підвищення продуктивності, наразі визнаний урядами, роботодавцями та працівниками. Забезпечення охорони праці, включаючи відповідність вимогам, встановленим національними законами і правилами, є обов'язком роботодавця. Роботодавець повинен продемонструвати своє безумовне лідерство та прихильність до заходів з охорони праці, організувавши створення системи управління охороною праці в організації [2].

"Основними функціями СУОП є :

- прогнозування і планування робіт, їх фінансування; організація та координація робіт;
- облік показників стану умов і безпеки праці; аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- контроль за функціонуванням СУОП; стимулювання діяльності з охорони.

Основні завдання СУОП:

- навчання працівників безпечним методам праці та пропаганда питань охорони праці;

- забезпечення безпеки технологічних процесів, виробничого устаткування, будівель і споруд; нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту;
- забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку;
- організація лікувально-профілактичного та санітарно-побутового обслуговування працівників; професійний відбір працівників з окремих професій;
- удосконалення нормативної бази підприємства з питань охорони праці [3]".

Останнім часом організації все більше зацікавлені у досягненні та демонстрації значної ефективності у сфері охорони праці шляхом управління професійними ризиками відповідно до політики та цілей в цій галузі. Це реалізується в умовах розвитку економічної політики та інших заходів, спрямованих на належне виконання заходів з охорони праці, а також в контексті загального зростання інтересу до питань охорони праці.

Всі вимоги стандарту ДСТУ ISO 45001:2019 можуть бути застосовні до будь-якої системи управління охороною праці. Стандарт ДСТУ ISO 45001:2019 передбачає впровадження ризик-орієнтованого підходу, постійне вдосконалення для забезпечення внутрішнього клімату в організації, а також врахування й відповідність вимогам національного законодавства. Всі ці заходи спрямовані на створення репутації організації як "безпечного місця роботи", що в кінцевому підсумку сприяє досягненню стратегічних цілей організації [7].

Впровадження стандарту ДСТУ ISO 45001:2019 надасть організаціям:

- зменшення ризиків, інцидентів, нещасних випадків і захворювань із відповідною економією та скороченням витрат, страхові премії та витрати, пов'язані з подіями у сфері охорони праці;
- позитивний корпоративний імідж і задоволеність усіх зацікавлених сторін (наприклад, клієнтів, клієнтів, співробітників і громада);
- підвищена продуктивність, рентабельність, якість послуг і продукції, а також екологічність узгодження в масштабах всієї організації;
- позитивна культура безпеки, зниження співучасті та покращення робочого середовища завдяки лідерству, відданість і залученість працівників;

- покращення економічного обґрунтування безпеки та безперервності фінансування безпеки;
- підвищення морального духу персоналу, утримання, мотивації та задоволеності;
- системний підхід до оцінки, моніторингу та аналізу ризиків, можливостей і законодавчих актів у галузі охорони праці.

Крім того, зростаюча економічна невизначеність для всіх організацій на глобальному рівні призвела до зростання змагання. Таким чином, для організацій надзвичайно важливо розвивати свою конкурентну перевагу та ставати ефективнішими підтримувати свою прибутковість на міжнародному ринку.

"Основою системи управління професійними ризиками є атестація робочих місць за умовами праці - оцінка умов праці на робочих місцях, виявлення шкідливих і (або) небезпечних факторів виробництва (людина - техніка - середовище). Постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 1992 р. № 442 визначено Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці і Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці [8, 9]".

Атестація робочих місць за умовами праці — це комплексна оцінка всіх факторів виробничого середовища і трудового процесу, супутніх соціально-економічних факторів, що впливають на здоров'я і працездатність працівників у процесі трудової діяльності. Періодичність такої атестації встановлюється підприємством у колективному договорі, але не рідше одного разу за 5 років [8].

"Атестація робочих місць включає:

- комплексну оцінку виробничого середовища та характеру праці, а також їх відповідність стандартам безпеки праці, будівельним та санітарним нормам і правилам;
- виявлення чинників та причин, що спричиняють несприятливі умови праці;
- санітарно-гігієнічне дослідження чинників виробничого середовища та визначення ступеня важкості й напруженості трудового процесу на робочому місці;

- визначення ступеня шкідливості і небезпечності праці згідно з гігієнічною класифікацією;
- обґрунтування віднесення робочого місця до категорії зі шкідливими (особливо шкідливими) умовами праці;
- визначення або підтвердження права працівників на пільги;
- аналіз реалізації технічних та організаційних заходів, спрямованих на покращення рівня гігієни, характеру та безпеки праці [8]".

Після проведення атестації за результатами лабораторно-інструментальних досліджень комісія складає Карту умов праці для кожного робочого місця. Ця карта включає оцінку факторів виробничого середовища і трудового процесу, гігієнічну оцінку умов праці, а також оцінку технічного та організаційного рівня. У цій карті здійснюється оцінка таких факторів виробничого і трудового процесу, як:

- наявність шкідливих хімічних речовин від I до IV класу безпеки включно;
- наявність пилю;
- рівень вібрацій;
- рівень шуму;
- наявність інфразвуку та ультразвуку;
- рівень неіонізуючого випромінювання різних діапазонів;
- мікроклімат у приміщенні, включаючи температуру повітря, швидкість руху повітря, відносну вологість, інфрачервоне випромінювання;
- температуру зовнішнього повітря влітку та взимку;
- атмосферний тиск;
- вплив біологічних чинників, таких як мікроорганізми, білкові препарати, природні компоненти організму від I до IV класу безпеки включно;
- важкість праці, включаючи динамічну роботу та статичне навантаження;
- робочі пози;
- напруженість праці, включаючи увагу, аналізаторну та емоційну напруженість, інтелектуальне навантаження та одноманітність;
- змінність умов праці [9].

За результатами атестації складаються переліки:

- робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, працівникам яких підтверджено право на пільги і компенсації, передбачені законодавством;
- робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, на яких пропонується встановити пільги і компенсації за рахунок підприємства;
- робочих місць з несприятливими умовами праці, на яких необхідно вжити першочергові заходи щодо їх поліпшення [9].

Для ефективного управління потрібні більш вдосконалені та економічні методи збору й обробки інформації. Проте, самі методи оцінювання стандартом не визначені, тому кожне підприємство самостійно стикається з проблемою розробки механізму оцінювання системи управління безпекою праці.

Методологія оцінювання процесів системи управління якістю, відповідно до вимог стандарту ISO 9001 достатньо фундаментально, повно та обґрунтовано представлена у науковій роботі [10], у якій регламентуються методи та методики кількісного оцінювання якості процесів, які мають різну природу, тобто технологічні процеси, процеси забезпечення та управління.

У кваліметрії використання математичних залежностей становить необхідну складову для оцінки та порівняння різних показників у багатьох сферах дослідження. Наприклад, у дослідженні [11] такі залежності застосовуються для оцінки якості інвестицій, враховуючи їх реальні значення та перетворення на безрозмірну шкалу. Також, у роботах [12] і [13] використання математичних залежностей необхідне для порівняння економічного розвитку країн Європейського Союзу та аналізу економічних показників розвитку окремих країн. У дослідженнях [14] застосовуються різні функціональні залежності для оцінки показників безпеки та гігієни праці, що дозволяє об'єктивно оцінити небезпечні чинники.

Таким чином, методики, які базуються на математичних залежностях, є важливим інструментом для оцінки, порівняння та вирішення складних завдань у різних галузях науки й досліджень. Вони дозволяють точніше визначати значення різних показників та забезпечують наукову об'єктивність і точність в проведених дослідженнях.

Автори [15] застосовують підхід нечіткої аналітичної ієрархії для визначення та ранжирування чинників ризику охорони праці та систему нечіткого висновку (FIS) для розробки моделі оцінки ризику. В роботі [16] автори удосконалювали метод DEMATEL для ефективного прийняття рішень щодо управління безпекою праці впроваджуючи метод найкращого-гіршого (BWM) і байєсівською мережею (BN).

У дослідженнях таких вчених [17-19] використовуються методи багатокритеріального прийняття рішень (MCDM). Найпоширеніші з них TOPSIS - це метод багатокритеріального аналізу рішення, який використовується для визначення оптимального варіанту серед альтернативних варіантів. [20, 21]. EDAS популярна в різних нечітких випадках. Найкраще рішення вибирається шляхом розрахунку відстані кожної альтернативи від оптимального значення. У розрахунках атрибути є незалежними і всі якісні атрибути перетворюються на кількісні [22]. Для оцінювання процесів соціально-економічних систем застосовуються методи: PROMETHEE (це метод організації рейтингу переваг, який використовується для ранжування альтернативи на основі їхньої незалежної важливості в порівнянні з певним набором критеріїв); MOORA (метод багатоцільової оптимізації, який використовує аналіз відносин для аранжування альтернативи); WASPAS (метод, який використовується для зваженої оцінки показника якості [23-25].

2.2. Застосування вербальних шкал для оцінювання складних систем

Складна система (СС) - це система, що характеризується великою кількістю показників стану системи (ПСС) - кількісними або якісними характеристиками системи (критеріями), які можуть бути виміряні або обчислені. Стан системи - це сукупність значень її показників у даний момент часу. При цьому, за кожним ПСС задаються вимоги до стану (якості) системи або законодавчо-нормативними документами, або споживачами. Серед різних визначень поняття «якість» існує визначення, яке визначає якість як сукупність характеристик об'єкта, здатних задовольняти вимогам споживачів. Згідно зі стандартом ДСТУ ISO 9000:2015 «Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів», якість

визначається як «здатність задовольняти замовників, а також передбаченим і непередбаченим впливом на відповідні зацікавлені сторони»

Питаннями оцінювання якості займаються вчені в галузі кваліметрії - науки про кількісне оцінювання якості складних об'єктів [10-12]. Поняття «якість» має такі особливості: 1) характеризується загалом сукупністю властивостей (показників стану) об'єкта; 2) являє собою ієрархічну структуру властивостей (показників стану) об'єкта; 3) є комплексною, тому під час формування інтегральної оцінки доцільно використовувати відповідні стратегії агрегування часткових ПС. Для оцінювання поточного стану (якості) СС і його динаміки застосовують інформаційні системи моніторингу, що дають змогу оперативно відстежувати зміни, які відбуваються, і ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення.

У процесі моніторингу вирішуються такі завдання: 1) організація централізованої системи збирання даних про стан складної системи; 2) визначення інтегральної оцінки стану складної системи в заданий момент часу; 3) оцінка зміни стану складної системи; 4) прогноз зміни стану складної системи; 5) інформаційне забезпечення процесу ухвалення управлінських рішень. Моніторинг здійснюється в певні моменти часу, і якщо виявлено порушення вимоги хоча б за одним ПСС, то необхідно визначити керуючий вплив для приведення його значення до норми.

Інформаційна система моніторингу стану СС дає змогу: 1) автоматизувати збір вихідних даних про її стан; 2) організувати централізоване зберігання даних з метою подальшого їхнього аналізу; 3) здійснювати опрацювання та аналіз даних; 4) своєчасно інформувати відповідальну особу про невиконання вимог або інші значущі зміни.

Для розв'язання задачі оцінювання стану СС необхідно виконати низку етапів:

1) Сформувати множини ПСС, для чого застосовують експертні методи. Іноді експертами можуть бути споживачі продуктів СС;

2) Вибрати шкали і межі вимірювання ПСС. Як правило, шкали та межі вимірювання мають різний характер, що вимагає подальшого нормування;

3) Обрати функції нормування ПСС. Існують лінійні, нелінійні та виражені в явному вигляді функції нормування. Вибір тієї чи іншої функції залежить від

важливості та складності системи, від наявності необхідної кількості статистичної інформації та від ефективності методик нормування.

4) Обрати функції об'єднання нормованих ПСС у єдину узагальнену оцінку СС у заданий момент часу.

Система управління безпекою праці на підприємстві – це складна система. Тому пропонується отримати комплексну оцінку її якості. Для цього пропонується застосовувати вербальні шкали, так як оцінку одиничних показників якості можливо отримати методом опитування працівників даного підприємства. Для опрацювання результатів опитування необхідно, щоби усі результати мали єдину шкалу оцінювання у числовому вираженні. Так як результати опитування мають якісне вираження, тобто наносяться на вербальні шкали, то необхідна функціональна залежність, яка дасть можливість перетворювати вербальні шкали з різним діапазоном та кроком в єдину безрозмірну шкалу та отримувати оцінки результатів опитування у цифровому вираженні.

У роботах [26, 27] для отримання оцінок різнорозмірних показників якості на безрозмірній шкалі використовували функціональні залежності, які мали подвійний експоненційний вид, але вони мали ряд недоліків. Так як потрібно отримати оцінки у діапазоні оцінювання $0 \leq y(x) < 1$, то залежність пропонується залежність такого виду [28]:

$$F(x) = y(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf} \left(-2 + 4 \frac{x-a}{b-a} \right), \quad (2.1)$$

де $\operatorname{erf}(x)$ – функція помилок, a – найменше можливе допустиме значення небезпечного чинника, b – найбільше можливе допустиме значення небезпечного чинника; x – дійсне значення небезпечного чинника.

Функція $F(x)$ є функцією розподілу випадкової величини x . Представимо функцію $F(x)$ у графічному вигляді на рисунку 2.2.

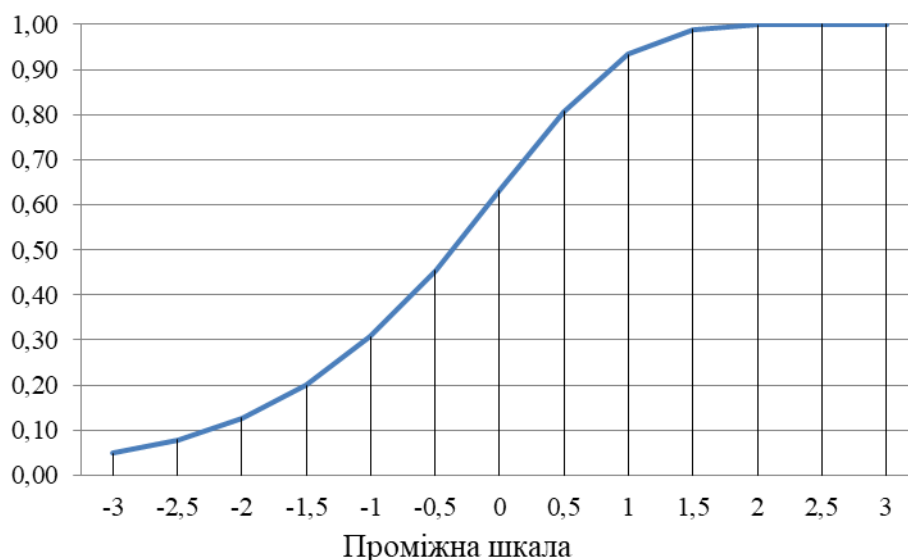


Рис. 2.2. Залежність (2.1) та її оцінки на безрозмірній шкалі

Для виконання одного з етапів оцінювання стану системи - вибір шкали та меж вимірювання застосуємо кількісно-вербальну матрицю, яка дозволить перевести різні варіанти вербальних оцінок у кодовану шкалу. Матриця передбачає застосування вербальних шкал із кількістю варіантів оцінок (від 2 до 7). Кодована шкала змінюється від -3 до 3 з кроком 0,5 та функціонально-залежна з оцінкою на безрозмірній шкалі через нелінійну залежність.

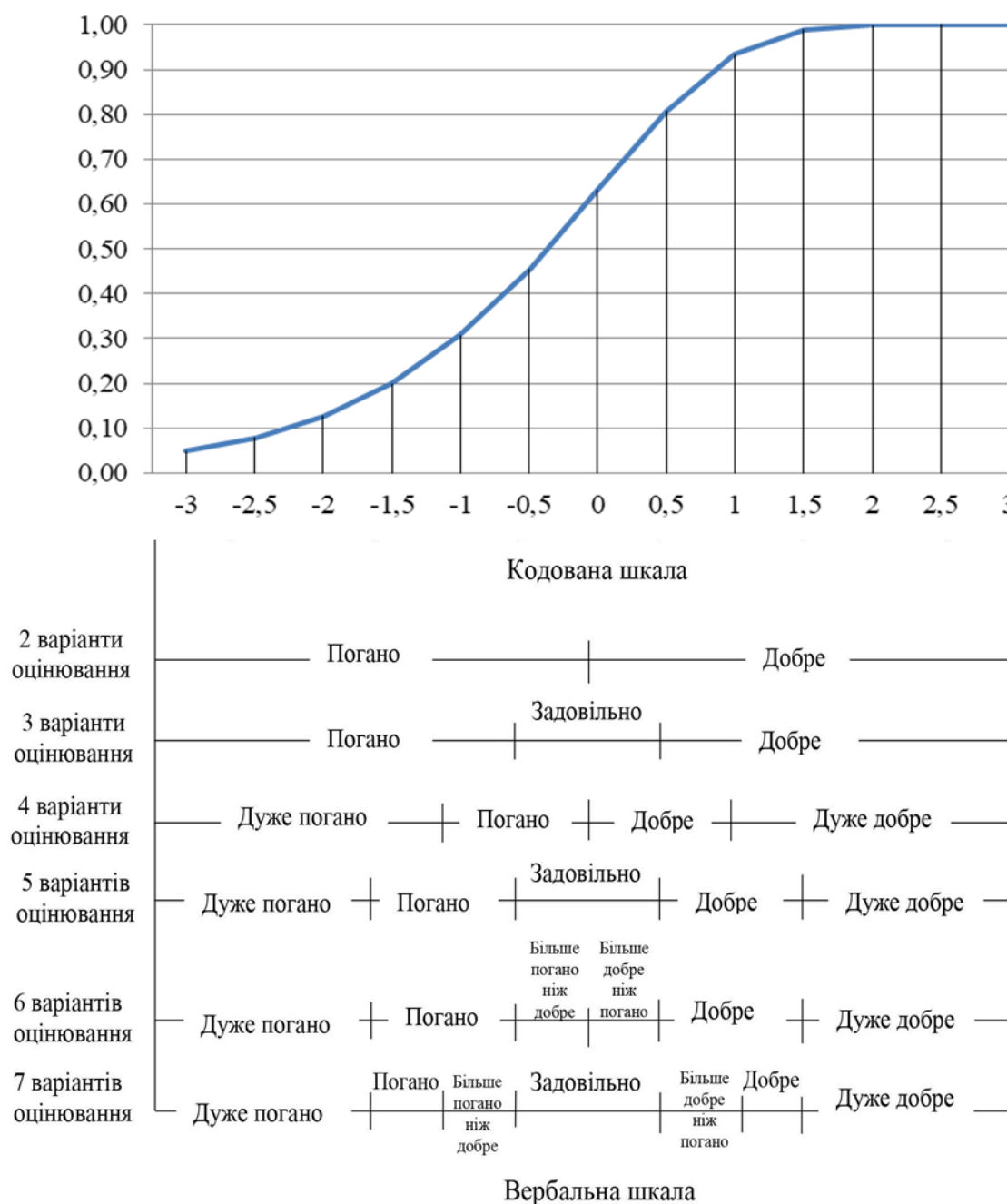


Рис. 2.3. Функціональна залежність вербально-числової шкали

На шкалі «2 варіанти оцінювання»: «погано» відповідає діапазону від «-3» до «0»; «добре» - діапазону від «0» до «3». На шкалі «3 варіанти оцінювання»: «погано» відповідає діапазону від «-3» до «-0,5»; «задовільно» - від «-0,5» до «0,5»; «добре» - від «0,5» до «3». На шкалі «4 варіанти оцінювання»: «дуже погано» відповідає діапазону від «-3» до «-1»; «погано» - від «-1» до «0»; «добре» - від «0» до «1»; «дуже добре» - від «1» до «3». На шкалі «5 варіантів оцінювання»: «дуже погано»

відповідає діапазону від «-3» до «-1,5»; «погано» - від «-1,5» до «-0,5»; «задовільно» - від «-0,5» до «0,5»; «добре» - від «0,5» до «1,5»; «дуже добре» - від «1,5» до «3». На шкалі «6 варіантів оцінювання»: «дуже погано» відповідає діапазону від «-3» до «-1,5»; «погано» - від «-1,5» до «-0,5»; «більш погано ніж добре» - від «-0,5» до «0»; «більш добре ніж погано» - від «0» до «0,5»; «добре» - від «0,5» до «1,5»; «дуже добре» - від «1,5» до «3». На шкалі «7 варіантів оцінювання»: «дуже погано» відповідає діапазону від «-3» до «-1,5»; «погано» - від «-1,5» до «-1»; «більш погано ніж добре» - від «-1» до «-0,5»; «задовільно» - від «-0,5» до «0,5»; «більш добре ніж погано» - від «0,5» до «1»; «добре» - від «1» до «1,5», «дуже добре» - від «1,5» до «3».

Як функцію об'єднання нормованих ПСС у єдину узагальнену оцінку СС у заданий момент часу пропонується застосовувати різні варіанти середнього значення. Якщо ПСС рівнозначні, то застосовуємо одну з формул середніх значень.

Отже, точкову узагальнену оцінку ПСС можна знаходити за формулою [29]:

- середнього геометричного:

$$F = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n F_i}, \quad (2.2)$$

де F_i - значення якості i -ого показника.

- середнього гармонійного:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{F_i}, \quad (2.3)$$

- середнього арифметичного:

$$F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i \quad (2.4)$$

Відомо, що середнє арифметичне більше за середнє геометричне і середнє гармонійне. Маючи цей факт на увазі, можна застосовувати рішення про застосування різних формул для отримання узагальненого ПСС.

Якщо ПСС нерівнозначні, то застосовуємо одну з формул середніх зважених величин (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1.

Види середньозважених величин та їхні основні властивості [29]

№	Вид середньозваженого	Формула	Безперервність	Монотонність	Монотонність	Асоціативність	Оборотність	Однорідність
1	Арифметичне	$F_1 = \sum_{i=1}^n \gamma_i F_i$	+	+		+		+
2	Геометричне	$F_2 = \prod_{i=1}^n F_i^{\gamma_i}$	+	+		+	+	+
3	Гармонічне	$F_3 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \gamma_i \frac{1}{F_i}}$	+	+		+		+
4	Ступеневе	$F_4 = \left[\sum_{i=1}^n \gamma_i (F_i)^k \right]^{\frac{1}{k}}$	+	+		+		+
5	Експонентне	$F_5 = \sum_{i=1}^n \gamma_i e^{F_i}$	+	+	+	+		

де γ_i – вагові коефіцієнти; k – параметр; F_i – одиничний ПСС; n – кількість ПСС.

Представимо методику оцінювання системи управління безпеки праці, яка складається з таких етапів:

1. Визначити перелік питань для оцінювання системи управління безпеки праці.

2. Зробити вибір шкал та меж вимірювання, застосовуючи кількісно-вербальну матрицю (рисунок 2.3). Дана матриця не єдино можливий варіант, але вона досить універсальна і практична. Необхідно вибрати кількість варіантів оцінок та визначити чисельні значення, які їм відповідають на кодованій шкалі.

3. Визначити оцінки на безрозмірній шкалі. Необхідно підставити кодоване значення x у формулу (2.1).

4. Використовуючи формулу (таблиця 2.1.) визначити комплексну оцінку системи безпеки праці, враховуючи всі поодинокі показники.

Для підтвердження працездатності розробленої методики з оцінювання систем управління гігієною та безпекою праці, були проведені дослідження на машинобудівному підприємстві. Для оцінювання було розроблено анкету з тестами та опитано працівників підприємства.

Оцінювання ПСС через результати тестів, які представлені у якісному форматі, дають змогу оцінити розміри конкретної проблеми, але це зазвичай недостатньо для прийняття управлінських рішень. Отримані дані містять обмежену кількість інформації і, крім того, піддаються процесу групування, що додатково зменшує їх цінність.

Було складено опитувальник і проведено анкетування серед 83 працівників машинобудівного підприємства. Питання в анкеті поділені на три групи.

Перша група опитування стосується умов праці на робочому місці та їх вплив на здоров'я працівників.

1.1. Як змінився стан вашого здоров'я у зв'язку з умовами праці на роботі?

Питання передбачає 6 варіантів відповідей: «істотно погіршився»; «дещо погіршився»; «залежить від сезону/пори року»; «залишився без змін»; «покращився»; «важко сказати».

Результати обробки усіх відповідей показані в таблиці 2.2.

Результати про стан здоров'я

Стан здоров'я у зв'язку з умовами праці на роботі	Кількість
Істотно погіршився	9
Дещо погіршився	10
Залежить від сезону/пори року	20
Залишився без змін	24
Покращився	7
Істотно покращився	13

1.2. Чи доводилось вам звільнитися через погані умови праці?

Питання передбачає 2 варіанти відповідей: «так»; «ні».

Результати обробки усіх відповідей показані на рисунку 2.4.

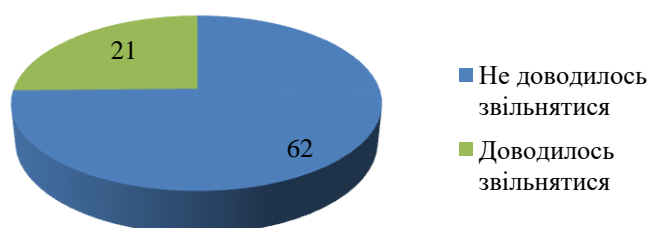


Рис. 2.4. Графічне представлення кількості відповідей на питання 1.2

1.3. Чи задовольняють Вас умови праці на робочому місці?

Питання передбачає 3 варіанти відповідей: «задовольняє»; «важко відповісти»; «не задовольняє»

Результати обробки усіх відповідей показані на рисунку 2.5.

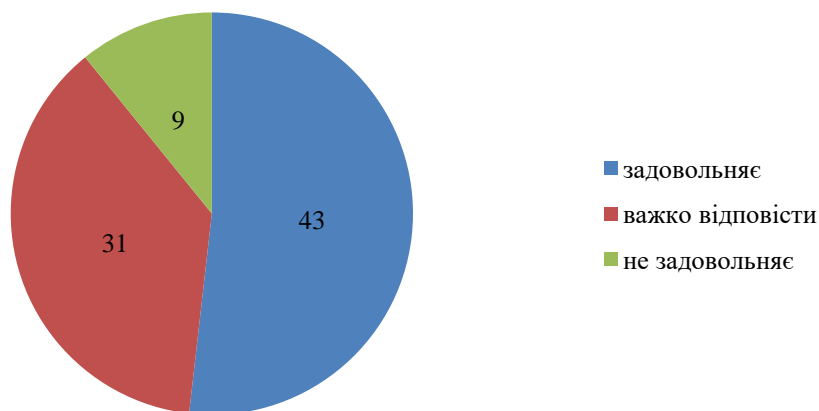


Рис. 2.5. Графічне представлення кількості відповідей на питання 1.3.

1.4. Чи забезпечені Ви спецодягом, спецвзуттям та іншими ЗІЗами?

Питання передбачає 4 варіанти відповідей: «Так, забезпечений»; «Ні, не забезпечений»; «Забезпечено, але могло бути краще»; «не достатньо забезпечений».

Результати обробки усіх відповідей показані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3.

Результати про забезпеченість ЗІЗ

Забезпеченість ЗІЗ	Кількість
<i>Так, забезпечений</i>	32
<i>Ні, не забезпечений</i>	3
<i>Забезпечено, але могло бути краще</i>	46
<i>не достатньо забезпечений</i>	2

Другий тест відноситься до оцінки системи управління безпекою праці і відповідність стандартам безпеки.

2.1 Як Ви оцінюєте стан безпеки праці на підприємстві?

Питання передбачає 4 варіанти відповідей:

«відмінно»; «добре»; «задовільно»; «незадовільно».

Результати обробки усіх відповідей показані на рисунку 2.6.

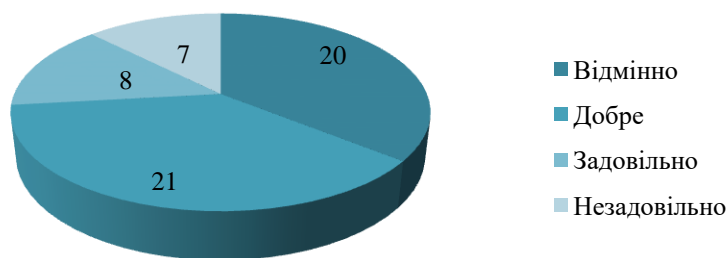


Рис. 2.6. Графічне представлення кількості відповідей на питання 2.1

2.2. Як вирішуються питання покращення умов праці на підприємстві?

Питання передбачає 3 варіанти відповідей: «усі вирішуються»; «вирішуються окремі питання»; «не вирішуються»

Результати обробки усіх відповідей показані в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Результати про вирішення питань щодо покращення умов праці

Вирішення питань щодо покращення умов праці	Кількість
усі вирішуються	37
вирішуються окремі питання»;	21
не вирішуються	25

2.3. Чи Ви ознайомлені з внутрішніми актами з охорони праці (положення про систему управління охороною праці, інструкціями та ін.) які діють на підприємстві?

Питання передбачає 2 варіанти відповідей: «ознайомлений»; «не ознайомлений».

Результати обробки усіх відповідей показані на рисунку 2.7.

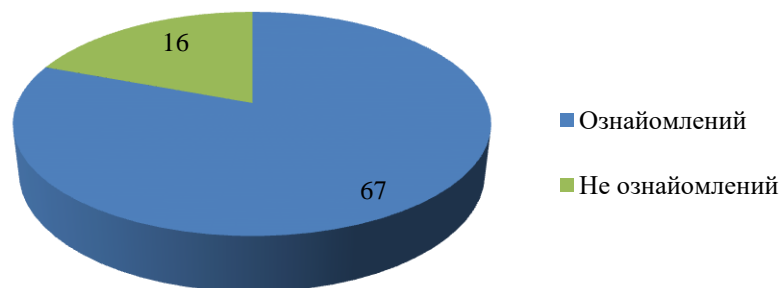


Рис. 2.7. Графічне представлення кількості відповідей на питання 2.3

2.4. Як ви оцінюєте ефективність наочної інформації на підприємстві?

Питання передбачає 5 варіантів відповідей: «Зовсім не задовольняє»; «Швидше не задовольняє»; «Задовольняє»; «Швидше задовольняє, ніж ні»; «Цілком задовольняє».

Результати обробки усіх відповідей показані в таблиці 2.5

Таблиця 2.5.

Результати про ефективність наочної інформації на підприємстві

Критерій ефективності наочної інформації на підприємстві	Кількість відповідей				
	Зовсім не задовольняє	Швидше не задовольняє	Задовольняє	Швидше задовольняє, ніж ні	Цілком задовольняє
1. Інформативність плакатів з безпеки праці	3	5	10	14	51
2. Забезпечення обізнаності співробітників шляхом демонстрації серії відеороликів з питань безпеки праці	0	1	11	28	43

Продовження таблиці 2.5.

3. Ефективність наочного вивчення безпечних методів та прийомів виконання робіт (плакати)	0	1	8	13	62
4. Введення інструкцій з безпеки праці	9	7	31	14	22

Третя група тестів відноситься до питань щодо задоволеності працівниками законодавчою системою безпеки праці і представлена наступними питаннями:

3.1. Чи знаєте Ви, куди звертатись у разі порушення Ваших прав у галузі безпеки праці?

Питання передбачає 3 варіанти відповідей: «так знаю»; «ні не знаю»; «вважаю, що звертатися кудись марно»

Результати обробки усіх відповідей показані в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

Результати опитування

Варіанти відповідей	Кількість
<i>так знаю</i>	41
<i>ні не знаю</i>	25
<i>вважаю, що звертатися кудись марно</i>	17

3.2. Чи достатньо у Вас інформації про Ваші права на безпечні умови праці (наприклад, про компенсації за роботу у шкідливих та небезпечних умовах праці та понаднормову роботу, про норми режиму праці та відпочинку, про забезпечення засобами індивідуального захисту і т.д.)?

Питання передбачає 4 варіанти відповідей: «так, я маю достатньо інформації про це»; «так, я маю інформацію про це, але хотілося б мати її більше»; «Так, я маю інформацію про це, але її недостатньо»; «ні, не маю жодної інформації про це».

Результати обробки усіх відповідей показані в таблиці 2.7.

Результати опитування

Варіанти відповідей	Кількість
<i>так, я маю достатньо інформації про це</i>	19
<i>так, я маю інформацію про це, але хотілося б мати її більше</i>	26
<i>Так, я маю інформацію про це, але її недостатньо</i>	27
<i>ні, не маю жодної інформації про це</i>	11

3.3. Чи забезпечує законодавство можливість відстоювання інтересів щодо безпеки праці з боку працівників?

Питання передбачає 2 варіанти відповідей: «так, забезпечує»; «ні, не забезпечує».

Результати обробки усіх відповідей показані на рисунку 2.8.

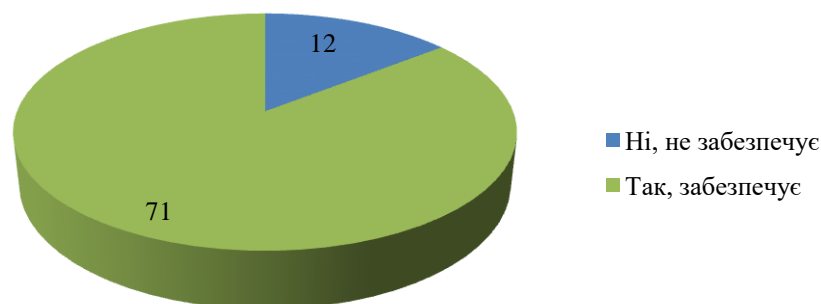


Рис. 2.8. Графічне представлення кількості відповідей на питання 3.3.

Оскільки питання мають різні шкали оцінювання, використовуємо кількісно-вербальну матрицю для отримання чисельних значень відповідей на кодованій шкалі. Результати подаємо у таблиці 2.8.

Кількісно-вербальні оцінки

№ питання	Шкали оцінювання												
	-3	-2,5	-2	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
1.1	Істотно погіршився		Деяко погіршився		Залежить від сезону/пори				Залишився без змін		Покращився		Істотно покращився
1.2		Доводилось звільнятися										Не доводилось звільнятися	
1.3	Не задовольняє						важко відповісти						Задовольняє

№ питання	Шкали оцінювання												
	-3	-2,5	-2	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
3.2	ні, не маю жодної інформації про це				Так, я маю інформацію про це				так, я маю інформацію про це				так, я маю достатньо
3.3		ні, не забезпечує										так, забезпечує	

Прирівнюючи результати тестів у якісному вигляді до шкали нормованих чисельних значень факторів (від -3 до 3 з кроком 0,5) отримаємо чисельні значення результатів тестів. Підставивши значення у формулу функціональної залежності отримаємо оцінку чинника на безрозмірній шкалі.

Для прикладу, на рисунку 2.9. представлено гістограму розподілу кількісних оцінок відповідей на перше за результатами першого питання тестування.

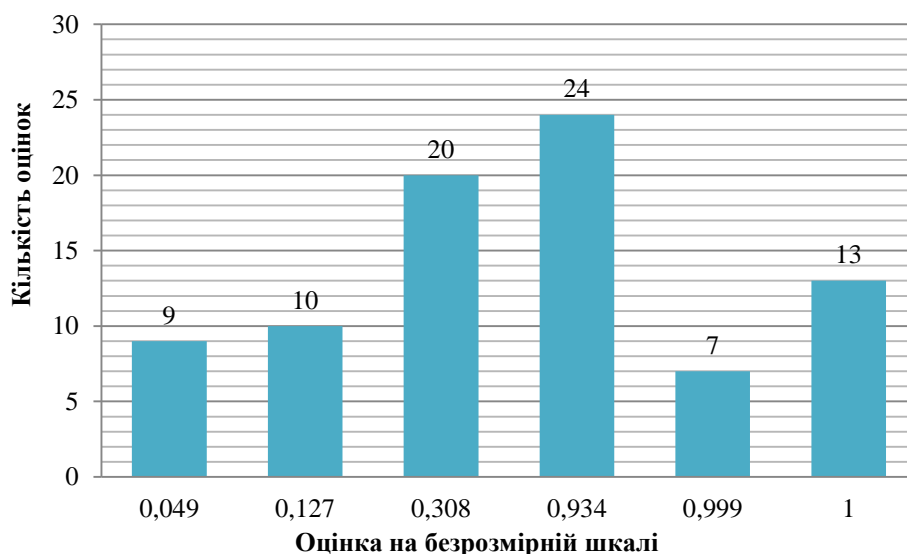


Рис. 2.9. Гістограма розподілу кількісних оцінок відповідей за результатами першого питання опитування

Таким чином, отримуємо всі оцінки у єдиній (безрозмірній) шкалі оцінювання. Після цього отримали узагальнену багатокритеріальну оцінку, застосовуючи формулу арифметичного середнього значення.

Знайдемо комплексну оцінку системи управління безпекою праці на машинобудівному підприємстві, застосувавши середнє арифметичне значення

$$Q = \frac{0,61 + 0,31 + 0,76 + 0,91 + 0,51 + 0,62 + 0,82 + 0,87 + 0,64 + 0,63 + 0,87}{11} = 0,69$$

Отже, за допомогою функціональної залежності та експертів, можна отримати оцінку цілої системи управління безпекою праці на виробництві.

З використанням запропонованої методики можна приймати управлінські рішення, що сприяють мінімізації ризиків і нещасних випадків. Запропонована методика має універсальний характер, так як її можна застосувати для оцінювання системи управління безпекою праці в різних організаціях.

Висновки до другого розділу

Результатом розділу дисертаційної роботи є методика отримання кількісних оцінок системи управління гігієною та безпекою праці з великою кількістю показників. Ця методика дозволяє застосовувати широкий спектр математичних інструментів для оцінювання та прийняття управлінських рішень.

При цьому вирішено низку наукових завдань:

- розробили кількісно-вербальну матрицю, яка дозволяє перевести різні варіанти вербальних оцінок у кодовану чисельну шкалу. Матриця передбачає застосування вербальних шкал із кількістю варіантів оцінок (від 2 до 7), що робить її універсальною;

- отримали чисельні значення узагальнених багатокритеріальних оцінок тестів працівників машинобудівного підприємства та системи забезпечення безпечних умов праці на підприємстві в межах репрезентативної вибірки (83 особи);

- знайшли комплексну оцінку системи управління безпекою праці на машинобудівному підприємстві.

Розроблена методика дозволяє перетворювати вербальні оцінки на чисельні значення, що дає змогу застосовувати методи математичної статистики для вирішення практичних завдань з управління в системах управління гігієною та безпекою праці на виробництві. Розроблена методика апробована на машинобудівному підприємстві. Внаслідок застосування методики отримано комплексну оцінку системи управління безпекою праці.

Наукова цінність запропонованої методики полягає у її універсальності. Її можна застосовувати для оцінювання умов праці на виробництвах різних галузей з різною кількістю шкідливих факторів з різним діапазоном їх вимірювання. Крім цього, фактори можуть мати різні шкали вимірювань. Можуть бути визначені законодавчими або корпоративними вимогами підприємства. Також вони можуть переглядатися і змінюватися з метою ефективного управління системою безпеки праці. Обмеженнями даної методики є застосування оцінюючи тих чинників, які мають

кількісну оцінку. Розробка методики із застосуванням вербальних шкал та якісних оцінок буде метою наступних досліджень.

Для подальшого розвитку наукового дослідження можна застосовувати інші математичні залежності між вимірними показниками умов праці та їх оцінкою на безрозмірній шкалі, враховуючи різні особливості об'єкта кваліметрії. Бажано розробити комп'ютерну програму на основі запропонованої методики, яка автоматизує процес оцінювання.

Список використаних джерел

1. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є. Т., Лапін В. М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: навч. посіб. Київ: 2007. 367 с.
2. Зеркалов Д. В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги: навч. посіб. Київ: Основа, 2011. 551 с.
3. Основи охорони праці: підручник / К.Н. Ткачук та ін. – Київ: Основа, 2011. 448 с.
4. Лесенко Г. Г. Розробка та впровадження СУОП на підприємстві. *Охорона праці*. 2003. № 6. С. 36-39.
5. Лесенко Г. Г., Цибульська О. В., Непогод'єв С. В. До питання оцінки ефективності функціонування системи управління охороною праці на підприємстві. *Проблеми охорони праці в Україні*. Київ: ННДПБОП, 2011. Вип. 20. С. 129-139.
6. Рекомендації щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною праці: затв. головою Держгірпромнагляду від 07.02.2008 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/n0001641-08> (дата звернення 12.03.2019).
7. ДСТУ ISO 45001:2019. «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT)». 2019. Київ: ДП "УкрНДНЦ".
8. Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці: Постанова Кабінету Міністрів України від 01.08.1992 р. №442. Дата оновлення: 28.10.2016. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92-%D0%BF> (дата звернення: 20.03.2019).
9. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці. Постанова Міністерства праці України від 01.09.1992 р. №41. Дата оновлення: 22.03.1993. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0041205-92> (дата звернення: 20.03.2019).
10. Тріщ Г. М. Розробка методології оцінювання процесів систем управління якістю підприємств з урахуванням вимог міжнародних стандартів : дис. канд. техн. наук: 05.01.02. Львів, 2014.169 с.

11. Trishch R., Sichinava A., Bartoš V., Stasiukynas A., Schieg M. Comparative assessment of economic development in the countries of the European Union. *Journal of Business Economics and Management*. 2023. № 24(1). P. 20–36.
12. Ginevičius R., Trishch R., Bilan Y., Lis M., Pencik J. Assessment of the Economic Efficiency of Energy Development in the Industrial Sector of the European Union Area Countries. *Energies*. 2022. №15 (9). 3322.
13. Ginevicius R., Trishch R., Remeikiene R., Gaspareniene L. Complex evaluation of the negative variations in the development of Lithuanian municipalities. *Transformations in Business and Economics*. 2021. № 20 (2). P. 635–653
14. Cherniak O., Trishch R., Kim N., Ratajczak S. Quantitative assessment of working conditions in the workplace. *Engineering Management in Production and Services*. 2020. №. 12(2). P. 99-106.
15. Tazim Ahmed, A.S.M. Hoque, Chitra Lekha Karmaker, Shamsuddin Ahmed, Integrated approach for occupational health and safety (OHS) risk Assessment: An Empirical (Case) study in Small enterprises. *Safety Science*, Vol. 164. 2023. 106143.
16. Mohammad Yazdi, Faisal Khan, Rouzbeh Abbassi, Risza Rusli. Improved DEMATEL methodology for effective safety management decision-making. *Safety Science*. Volume 127. 2020.104705
17. Yazdani M., Tavana M., Pamučar D., Chatterjee P. A rough based multi-criteria evaluation method for healthcare waste disposal location decisions. *Computers & Industrial Engineering*. 2020. Vol. 143: 106394.
18. Stefanovića V., Uroševićb S., Mladenović-Ranisavljevićc I., Stojilkovićd P. Multi-criteria ranking of workplaces from the aspect of risk assessment in the production processes in which women are employed. *Safety Science*. 2019. Vol. 116. pp. 116–126.
19. Stojčić M., Zavadskas EK., Pamučar D., Stević Ž., Mardani A. Application of MCDM Methods in Sustainability Engineering: A Literature Review 2008–2018. *Symmetry*. 2019. №11(3):350.
20. Divya C., Raju L. S., Singaravel B. A Review of TOPSIS Method for Multi Criteria Optimization in Manufacturing Environment. *Intelligent Techniques and*

Applications in Science and Technology. *Learning and Analytics in Intelligent Systems*. 2020 Vol. 12. P. 719–727.

21. Chakraborty S. TOPSIS and Modified TOPSIS: A comparative analysis. *Decision Analytics Journal*. 2022. vol. 2:100021.

22. Ozgur Y., Yakup T. , Nisa C. E. , Cengiz K. Interval-valued Pythagorean Fuzzy EDAS method: An Application to Car Selection Problem. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 2020. vol. 38. №. 4. P. 4061-4077.

23. Abdullah L., Chan W., Afshari A. Application of PROMETHEE method for green supplier selection: a comparative result based on preference functions. *Journal of Industrial Engineering International*. 2019. № 15. P. 271–285.

24. Manurung S. V. B., Larosa F. G. N., Simamora I. M. S., Gea A., Simarmata E. R., Situmorang A. Decision Support System of Best Teacher Selection using Method MOORA and SAW. *2019 International Conference of Computer Science and Information Technology (ICoSNIKOM)*. 2019. P. 1-6.

25. Mishra A. R., Rani P. Multi-criteria healthcare waste disposal location selection based on Fermatean fuzzy WASPAS method. *Complex and Intelligent Systems*. 2021. №7, P. 2469–2484.

26. Ginevicius R., Trishch H., Petraskevicius V. Quantitative assessment of quality management systems' processes. *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*. 2015. Vol. 1. №. 28. P. 1096–1110.

27. Трищ Г. М., Денисенко М. В. Аналіз стану системи управління якістю в динаміці. *Технологический аудит и резервы производства*. 2014. №1/5 (15). С. 14–16.

28. Сороколат Н. А., Фатеева Л. Ю. Оцінювання якості процесів системи управління безпекою праці, згідно вимог міжнародного стандарту ISO 45001:2018. *Машинобудування*. 2022. № 29. С. 89–96.

29. Tarka D., Olszewska A.M. Elementy statystyki. Opis statystyczny. Białystok: Białystok University of Technology (PB). 2018. 210 p.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОДИНИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ НА ВИРОБНИЦТВІ

Будь яке виробництво характеризується шкідливими і небезпечними чинниками, які можуть впливати на здоров'я робітників. Як приклад, можна навести: температура повітря; відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, шум, вібрація.

3.1. Вимірювальний експеримент небезпечних чинників у виробничих умовах

Відповідно до вимог, показники мікроклімату мають забезпечувати збереження теплового балансу між людиною та навколишнім середовищем, а також підтримувати оптимальний або припустимий тепловий стан організму [1].

Показниками, що характеризують мікроклімат у виробничих приміщеннях, є: температура повітря; відносна вологість повітря; швидкість руху повітря;

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», встановлюються допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року [2].

Таблиця 3.1.

Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в
робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях - постійних і непостійних	Швидкість руху (м/с) на робочих місцях - постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період року	Середньої важкості Пб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	Важка III	19	20	13	12	75	не більше 0,5

Продовження таблиці 3.1

Теплий період року	Середньої важкості ПБ	27	29	15	15	70 - при 25° С	0,5 - 0,2
	Важка III	26	28	15	13	75 - при 24° С і нижче	0,6 - 0,5

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря вимірювались комбінованим приладом «ТКА-ПКМ» (рисунок 3.1). Основні технічні характеристики приладу представлено у таблиці 3.2



Рис. 3.1. Комбінований прилад «ТКА-ПКМ»

Таблиця 3.2.

Технічні характеристики комбінованого приладу «ТКА-ПКМ»

Діапазони вимірювань:	
– відносна вологість, % відн. вол.	5...98
– температура повітря, °С	-30...+60
– швидкість руху повітря, м/с	0,1...20
Межі основної абсолютної похибки вимірювань при температурі повітря в зоні вимірювання (20 ± 5), °С:	
– відносна вологість, % відн. вол.	± 3,0
– температура повітря, °С	± 0,2
– швидкість руху повітря, м/с	± (0,045 + 0,05V)
у діапазоні 0,1...1,0 м/с	
у діапазоні >1,0...20 м/с	± (0,1 + 0,05V)

Продовження таблиці 3.2

Межі додаткової абсолютної похибки вимірювання відносної вологості при зміні температури на кожні 10 °С	
у діапазоні 10...60 °С, % відн. вол.	± 3,0
Межі додаткової абсолютної похибки вимірювання температури повітря, °С, при температурі:	
від -30 до -10 °С включ.	± 0,3
св. -10 до +15 °С включ.	± 0,1
св. +25 до +45 °С включ.	± 0,1
св. +45 до +60 °С	± 0,3

Вимірювання температури повітря, відносну вологість, швидкість руху повітря, проводились на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни протягом 25 днів.

У таблиці 3.3 представлено дійсні значення температури повітря, розраховано середнє значення кожного з них (\bar{X}), і розмах (R) (різниця між максимальним і мінімальним значенням).

Таблиця 3.3.

Дані для побудови контрольної карти середнього та карти розмаху для температури повітря

Кількість днів	Дійсне значення температури повітря, °С			Середнє, \bar{X}	Розмах, R
	1	2	3		
1	25	24	26	25,00	2
2	19	25	22	22,00	6
3	20	28	26	24,67	8
4	25	27	28	26,67	3
5	20	23	18	20,33	5
6	28	28	27	27,67	1
7	25	25	25	25,00	0
8	24	20	26	23,33	6
9	19	23	25	22,33	6
10	27	28	26	27,00	2
11	22	19	20	20,33	3
12	26	25	27	26,00	2
13	21	20	20	20,33	1
14	23	20	27	23,33	7
15	27	24	21	24,00	6
16	21	26	24	23,67	5
17	18	20	26	21,33	8
18	27	28	26	27,00	2

Кількість днів	Дійсне значення температури повітря, °C			Середнє, \bar{X}	Розмах, R
	1	2	3		
1	25	24	26	25,00	2
2	19	25	22	22,00	6
3	20	28	26	24,67	8
4	25	27	28	26,67	3
5	20	23	18	20,33	5
6	28	28	27	27,67	1
7	25	25	25	25,00	0
8	24	20	26	23,33	6
9	19	23	25	22,33	6
10	27	28	26	27,00	2
11	22	19	20	20,33	3
12	26	25	27	26,00	2
13	21	20	20	20,33	1
19	22	21	23	22,00	2
20	23	25	27	25,00	4
21	24	19	26	23,00	7
22	18	26	27	23,67	9
23	26	27	25	26,00	2
24	19	24	27	23,33	8
25	23	23	23	23,00	0
				\bar{X}	\bar{R}
				23,58	4,26

У таблиці 3.4 представлено дійсні значення відносної вологості, розраховано середнє значення кожного з них (\bar{X}), і розмах (R).

Таблиця 3.4.

Дані для побудови контрольної карти середнього та карти розмаху для відносної вологості

Кількість днів	Дійсне значення відносної вологості, %			Середнє, \bar{X}	Розмах, R
	1	2	3		
1	70	75	73	72,67	5
2	50	50	55	51,67	5
3	70	65	60	65,00	10
4	55	55	55	55,00	0
5	60	65	60	61,67	5
6	50	55	60	55,00	10
7	72	70	74	72,00	4
8	68	70	60	66,00	10
9	70	71	74	71,67	4

Продовження таблиці 3.4

10	50	60	65	58,33	15
11	65	66	68	66,33	3
12	56	62	65	61,00	9
13	65	60	70	65,00	10
14	67	65	69	67,00	4
15	60	55	60	58,33	5
16	60	56	55	57,00	5
17	65	60	56	60,33	9
18	55	60	55	56,67	5
19	60	65	60	61,67	5
20	56	60	62	59,33	6
21	70	70	70	70,00	0
22	60	55	57	57,33	5
23	62	60	65	62,33	5
24	70	72	74	72,00	4
25	65	70	75	70,00	10
				\bar{X}	\bar{R}
				62,37	6,35

У таблиці 3.5 представлено дійсні значення швидкості руху повітря, розраховано середнє значення кожного з них (\bar{X}), і розмах (R).

Таблиця 3.5.

Дані для побудови контрольної карти середнього та карти розмаху для швидкості руху повітря

Кількість днів	Дійсне значення швидкості руху повітря, м/с			Середнє, \bar{X}	Розмах, R
	1	2	3		
1	0,1	0,09	0,11	0,10	0,02
2	0,1	0,11	0,08	0,10	0,03
3	0,07	0,08	0,06	0,07	0,02
4	0,09	0,1	0,07	0,09	0,03
5	0,1	0,12	0,09	0,10	0,03
6	0,09	0,1	0,08	0,09	0,02
7	0,11	0,15	0,13	0,13	0,04
8	0,12	0,09	0,08	0,10	0,04
9	0,08	0,05	0,04	0,06	0,04
10	0,09	0,13	0,11	0,11	0,04
11	0,09	0,08	0,07	0,08	0,02
12	0,12	0,14	0,11	0,12	0,03
13	0,07	0,08	0,09	0,08	0,02
14	0,15	0,2	0,18	0,18	0,05

Продовження таблиці 3.5

15	0,13	0,15	0,14	0,14	0,02
16	0,18	0,15	0,12	0,15	0,06
17	0,15	0,13	0,12	0,13	0,03
18	0,09	0,08	0,09	0,09	0,01
19	0,16	0,16	0,14	0,15	0,02
20	0,19	0,19	0,16	0,18	0,03
21	0,11	0,11	0,12	0,11	0,01
22	0,13	0,14	0,15	0,14	0,02
23	0,11	0,05	0,09	0,08	0,06
24	0,12	0,15	0,11	0,13	0,04
25	0,13	0,1	0,15	0,13	0,05
				\bar{X}	\bar{R}
				0,12	0,03

Технології виробництва можуть супроводжуватися інтенсивним шумом. Це в значній мірі ускладнює умови праці і негативно впливає на працездатність персоналу, що обслуговує технологічні комплекси. Найбільші рівні шуму характерні для ділянок формування, вибивання, відливок, зачистки, обрубки і деяких інших.

Нормування рівнів шуму здійснюється відповідно ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у таблиці 3.6 [3].

Таблиця 3.6.

Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот

№ п/п	Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц										Рівні шуму та еквівалентні рівні шуму, дБА, дБАекв
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Підприємства, установи, організації												
1	Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та території підприємств	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	

Вимірювання шуму проводилось на робочих місцях і в робочій зоні на

початку, в середині та в кінці робочої зміни протягом 25 днів. Для вимірювання рівня шуму було використано цифровий вимірювач рівня звуку GM1351 (рисунок 3.2). Основні технічні характеристики представлено у таблиці 3.7.



Рис. 3.2. Цифровий вимірювач рівня звуку GM1351

Таблиця 3.7.

Технічні характеристики цифрового вимірювача рівня звуку GM1351

Діапазон вимірювання, дБ	30...130
Точність, дБ	±1,5
Діапазон частот, Гц	31,5...8500
Тип фільтру	A
Цифровий індикатор, розрядів	4
Роздільна здатність, дБ	0,1
Частота опитування, раз / с	2

У таблиці 3.8 представлено дійсні значення шуму, розраховано середнє значення кожного з них (\bar{X}), і розмах (R).

Таблиця 3.8.

Дані для побудови контрольної карти середнього та карти розмаху для шуму

Кількість днів	Дійсне значення шуму, дБ			Середнє, \bar{X}	Розмах, R
	1	2	3		
1	67	68	66	67,00	2
2	70	74	69	71,00	5
3	60	70	65	65,00	10
4	69	66	64	66,33	5
5	72	73	70	71,67	3
6	62	72	68	67,33	10
7	62	65	61	62,67	4

8	70	74	69	71,00	5
9	71	72	72	71,67	1
10	68	74	70	70,67	6
11	65	66	65	65,33	1
12	72	74	70	72,00	4
13	68	69	68	68,33	1
14	66	66	68	66,67	2
15	60	66	64	63,33	6
16	73	74	71	72,67	3
17	68	69	67	68,00	2
18	69	74	73	72,00	5
19	74	72	69	71,67	5
20	69	72	68	69,67	4
21	72	70	69	70,33	3
22	71	74	69	71,33	5
23	70	73	66	69,67	7
24	64	66	63	64,33	3
25	66	67	68	67,00	2
				\bar{X}	\bar{R}
				68,74	4,29

Технології виробництва можуть супроводжуватися вібрацією. Джерелами локальної вібрації в машинобудівних цехах є пневматичні рубильні молотки, трамбівки та інше обладнання, а загальна вібрація спричиняється ударними діями вибивних решіток, пневматичних формувальних, відцентрових та інших машин, які викликають струси підлоги та інших конструктивних елементів будівлі [1].

Нормування вібрації здійснюється відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» [4].

Гранично допустима величина постійної та непостійної локальної вібрації (крім імпульсної) при тривалості дії протягом 8 годин наведені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9.

Гранично допустимі рівні локальної вібрації

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	Гранично допустимі рівні по осях X_L , Y_L , Z_L			
	віброшвидкість		віброприскорення	
	м/с $\times 10^{-2}$	дБ	м/с ²	дБ
8	2,8	115	1,4	73
16	1,4	109	1,4	73
31,5	1,4	109	2,7	79
63	1,4	109	5,4	85

Продовження таблиці 3.9

125	1,4	109	10,7	91
250	1,4	109	21,3	97
500	1,4	109	42,5	103
1000	1,4	109	85,0	109
Коректований, еквівалентний коректований рівень	2,0	112	2,0	76

Вимірювання вібрації проводилось на робочих місцях на початку, в середині та в кінці робочої зміни протягом 25 днів. Для вимірювання вібрації було використано віброметр AR63A (GM63A) (рисунок 3.3). Його технічні характеристики наведено у таблиці 3.10.



Рис. 3.3. Віброметр AR63A (GM63A)

Таблиця 3.10.

Технічні характеристики віброметра AR63A (GM63A)

Датчики вібрації		П'єзоелектричний акселерометр
Діапазони вимірювання	Віброприскорення, m/s^2	0,1...199,9
	Віброшвидкість, мм/с	0,1...199,9
	Амплітуда зміщення, мм	0,001...1,999
Точність		$\pm(5\%+2 \text{ е. м. р.})$
Частотний діапазон вимірювання	Віброприскорення, $k\Gamma\text{ц}$	0,01...1 (НЧ)
		1...15 (ВЧ)
	Віброшвидкість, $k\Gamma\text{ц}$	0,01...1 (НЧ)
		0,01...1 (НЧ)

У таблиці 3.11 представлено дійсні значення локальної вібрації, розраховано середнє значення кожного з них (\bar{X}), і розмах (R).

Таблиця 3.11.

Дані для побудови контрольної карти середнього та карти розмаху для локальної вібрації

Кількість днів	Дійсне значення локальної вібрації, м/с ²			Середнє, \bar{X}	Розмах, R
	1	2	3		
1	0,72	0,78	0,76	0,75	0,06
2	0,81	0,88	0,87	0,85	0,07
3	0,69	0,73	0,71	0,71	0,04
4	0,81	0,95	0,9	0,89	0,14
5	0,56	0,48	0,47	0,50	0,09
6	0,59	0,71	0,76	0,69	0,17
7	0,87	0,93	0,9	0,90	0,06
8	0,49	0,54	0,56	0,53	0,07
9	0,77	0,81	0,86	0,81	0,09
10	0,56	0,46	0,41	0,48	0,15
11	1,1	1,25	0,99	1,11	0,26
12	0,82	0,78	0,67	0,76	0,15
13	0,98	1,1	0,97	1,02	0,13
14	0,81	0,79	0,77	0,79	0,04
15	0,63	0,71	0,69	0,68	0,08
16	0,99	0,97	0,95	0,97	0,04
17	0,89	1,1	0,95	0,98	0,21
18	0,79	0,98	0,91	0,89	0,19
19	0,78	0,75	0,68	0,74	0,1
20	0,82	0,91	0,95	0,89	0,13
21	0,84	0,87	0,82	0,84	0,05
22	0,63	0,66	0,71	0,67	0,08
23	0,99	0,95	0,92	0,95	0,07
24	0,68	0,86	0,78	0,77	0,18
25	1,2	0,98	0,95	1,04	0,25
				\bar{X}	\bar{R}
				0,82	0,13

Проведений вимірювальний експеримент підтвердив, що числові значення будь яких небезпечних чинників, що впливають на здоров'я людей мають статистичні характеристики, такі як середнє арифметичне значення та розмах. Тому, для управління та мінімізації їх впливу на здоров'я людей, потрібні додаткові дослідження щодо оцінювання ризиків, застосовуючи статистичні

методи.

Кожен з чинників має різний діапазон допустимих норм та різні одиниці вимірювання, що затрудняє визначити комплексний показник безпеки праці. Тому необхідно привести усі різнорозмірні чинники у безрозмірну величину. Для цього пропонується застосувати нелінійну функцію (математичну залежність), яка буде перетворювати виміряні чинники у безрозмірні значення у діапазоні (0, 1).

Пропонується використовувати функцію помилок як математичну залежність. Ця функція є складною та застосовується в математичній статистиці та фізиці для вирішення різних практичних завдань.

Завдяки розвитку комп'ютерної техніки стало можливим використання функції помилок, оскільки її застосування передбачає виконання ряду математичних перетворень. У прикладних програмах функція помилок стандартизована, що відкриває широкі можливості для її практичного використання. Функція помилок має наступний вигляд [5-7]:

$$\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt \quad (3.1)$$

Для невід'ємних значень x функція помилок має так трактування: для випадкової величини Y , яка має нормальний розподіл із математичним сподіванням 0 та дисперсією $1/\sqrt{2}$, $\operatorname{erf}(x)$ – це ймовірність того, що Y потрапляє в інтервал $[-x, x]$.

На рисунку 3.4 представлено графічний вид функції помилок (3.1).

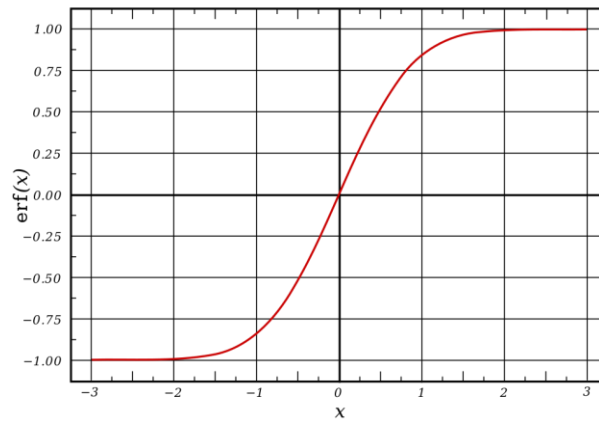


Рис. 3.4. Графічний вид функції помилок (3.1)

Так як оцінки чинників мають бути у єдиній шкалі оцінювання, то цей факт робить процес оцінювання більш ефективним, так як дозволяє збільшувати обсяг статистичної інформації для прийняття управлінських рішень [5-7].

З рисунку 3.4 видно, що швидкість зміни залежності не рівномірна з ліва на право, а саме, по краях діапазону оцінювання графік залежності - пологий, зате в середині – стрімко зростає. Цей факт відповідає принципам кваліметрії, адже зрозуміло, що вимірні показники та їх оцінка залежні не лінійно. Тому можна зробити висновок, що математична залежність (3.1) обґрунтована та може вважатися універсальною для отримання оцінок будь яких небезпечних чинників [5-7].

Так як потрібно отримати оцінки у діапазоні оцінювання: $0 \leq y(x) < 1$, то залежність (3.1) перетворимо у такий вид [5,6]:

$$S = y(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left(-2 + 4 \frac{x-a}{b-a}\right), \quad (3.2)$$

де $\operatorname{erf}(x)$ – функція помилок, a – найменше можливе допустиме значення небезпечного чинника, b – найбільше можливе допустиме значення небезпечного чинника; x – дійсне значення небезпечного чинника.

Зауважимо, що функція $y(x)$ в точці a приймає значення близьке до нуля, а в точці b – близьке до одиниці. Графічний вид залежності (3.2) представлено на рисунку 3.5 при $a = 25$, $b = 30$ [5-7].

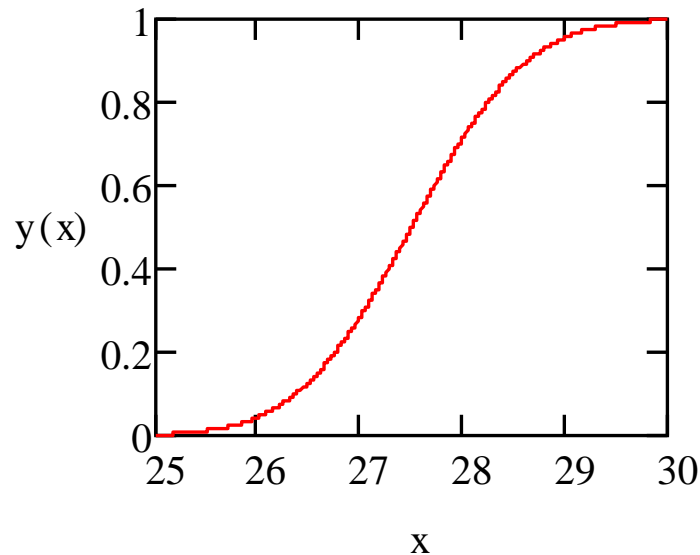


Рис. 3.5. Графік функції $y(x)$ при $a = 25$, $b = 30$

Залежність (3.2) характерна тим, що вона надає оцінку показника якості в діапазоні від 0 до 1, а вісь (x) обмежена гранично допустимими значеннями небезпечного чинника, визначеними нормативними документами. Іноді оцінка може бути оберненою, тобто найбільшому значенню виміряного небезпечного чинника відповідає найменше значення оцінки на безрозмірній шкалі. У таких випадках можна застосовувати залежність іншого типу [5-7]:

$$S = y^*(x) = 1 - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf} \left(-2 + 4 \frac{x-a}{b-a} \right) \right) \quad (3.3)$$

Запропоновані залежності (3.2) та (3.3) можна вважати спроможними та ефективними, так як мають перевагу над існуючими, що застосовуються у кваліметрії. На відміну від традиційних методів, які вимагають складних обчислень та експертних оцінок, наші запропоновані залежності використовують вбудовану в Microsoft Excel функцію помилок. Це означає, що спеціальне програмне забезпечення не потрібне, що дозволяє автоматизувати процес оцінювання та значно розширює можливості для аналізу будь-яких небезпечних чинників.

Запропоновані математичні залежності стануть незамінним інструментом для практичного застосування, а також можуть бути інтегровані в нормативні

документи на рівні організації чи підприємства для ефективного оцінювання небезпечних чинників.

3.2. Визначення комплексного показника шкідливих чинників методом середніх прямокутників

Для визначення комплексного показника системи безпеки праці на будь якому виробництві пропонується застосовувати чисельні методи, а саме метод інтегрування. У даному випадку пропонується метод середніх прямокутників.

Розглянемо теоретичне підґрунтя застосування методу прямокутників. Якщо взяти інтервал $[a; b]$ і розділити його на рівні відрізки довжиною h , і позначити точки на цих відрізках $a = x_0, x_1 = x_0 + h, x_2 = x_0 + 2h, \dots, x_{n-1} = x_0 + (n - 1)h, x_n = x_0 + nh = b$, то $h = x_i - x_{i-1} = \frac{b-a}{n}, i = 1, 2, \dots, n$. Якщо використати середини елементарних відрізків як точки $\xi_i, [h = x_{i-1}; x_i], i = 1, 2, \dots, n$, тоді приблизна рівність $\int_a^b f(x) dx \approx \sum_{i=1}^n f(\xi_i) \cdot (x_i - x_{i-1})$ представляється у виді [5]:

$$\int_a^b f(x) dx \approx h \cdot \sum_{i=1}^n f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \quad (3.4)$$

Формула середніх прямокутників за рахунок вибору точок $\xi_i, h = \frac{b-a}{n}$ у математичних працях називається, як крок розподілу відрізка (a, b) .

На рисунку 3.6 представимо графічну ілюстрацію методу середніх прямокутників.

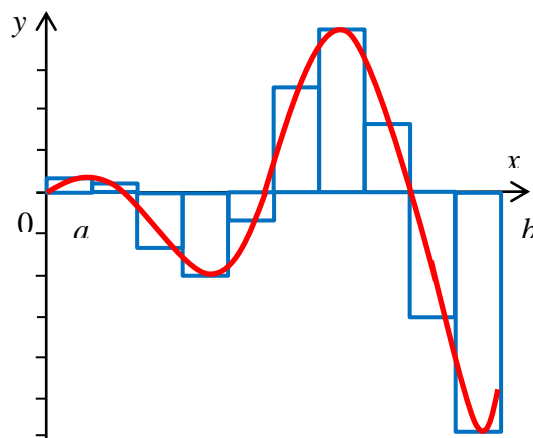


Рис. 3.6. Графічна ілюстрація методу середніх прямокутників [5]

З рисунку 3.6 видно, що підінтегральна функція $y = f(x)$ наближається роздільною ступінчастою функцією на відрізку інтегрування [5]:

$$y = \begin{cases} f\left(x_0 + \frac{h}{2}\right), x \in [x_0; x_1) \\ f\left(x_1 + \frac{h}{2}\right), x \in [x_1; x_2) \\ \dots \\ f\left(x_{n-1} + \frac{h}{2}\right), x \in [x_{n-1}; x_n] \end{cases} \quad (3.5)$$

З геометричного погляду, для невід'ємної функції $y=f(x)$ на відрізку $[a; b]$, точне значення певного інтеграла можна розглядати як площу криволінійної трапеції. За методом прямокутників наближене значення інтеграла представляє собою площу ступінчастої фігури, яку показано на рисунку 3.7 [5].

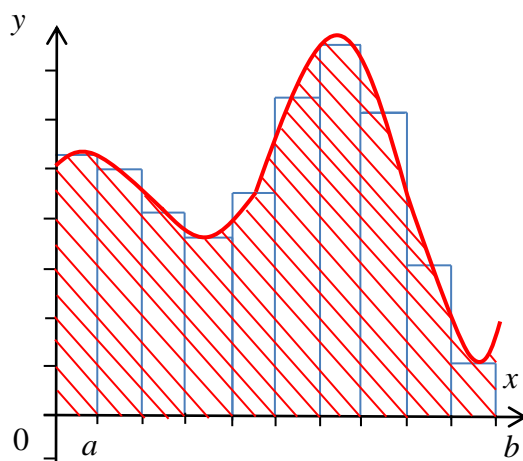


Рис. 3.7. Геометричне представлення суті інтегралу

Оцінка абсолютної похибки методу середніх прямокутників.

Звернемося до оцінки абсолютної похибки методу прямокутників. Спочатку розглянемо похибку на кожному окремому елементарному інтервалі. Загальна похибка цього методу визначається сумою абсолютних похибок на кожному з цих інтервалів.

На кожному відрізку $[x_{i-1}; x_i], i = 1, 2, \dots, n$ маємо наближену рівність:

$$\int_{x_{i-1}}^{x_i} f(x) dx \approx f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot h = f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot (x_i - x_{i-1}).$$

Абсолютну похибку методу прямокутників δ_i на i -му відрізку обчислюємо як різницю між точним і наближеним значенням визначеного інтеграла:

$$\delta_i = \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(x) dx - f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot (x_i - x_{i-1}).$$

Оскільки $f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)$ є деяке число і $x_i - x_{i-1} = \int_{x_{i-1}}^{x_i} dx$, то вираз $f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot (x_i - x_{i-1})$ в силу четвертої властивості певного інтеграла можна записати як $f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot (x_i - x_{i-1}) = \int_{x_{i-1}}^{x_i} f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) dx$. Тоді абсолютна похибка формули прямокутників на i -му елементарному відрізку матиме наступний вид:

$$\delta_i = \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(x) dx - f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot (x_i - x_{i-1}) = \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(x) dx - \int_{x_{i-1}}^{x_i} f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) dx = \int_{x_{i-1}}^{x_i} \left(f(x) - f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right) dx \quad (3.6)$$

Якщо вважати, що функція $y = f(x)$ має в точці $\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)$ похідні до другого порядку включно, то функцію $y = f(x)$ можна розкласти в ряд Тейлора по степеням $\left(x - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)$ з залишковим членом у формі Лагранжа [5]:

$$\begin{aligned}
f(x) &= f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) + f'\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot \left(x - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right) + f''(\varepsilon_i) \cdot \frac{\left(x - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)^2}{2} \\
\leftrightarrow f(x) - f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) &= f'\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot \left(x - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right) + \\
&+ f''(\varepsilon_i) \cdot \frac{\left(x - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)^2}{2} \tag{3.7}
\end{aligned}$$

За властивостями визначеного інтеграла рівності можна інтегрувати почлено:

$$\begin{aligned}
\int_{x_{i-1}}^{x_i} \left(f(x) - f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right) dx &= \int_{x_{i-1}}^{x_i} f'\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot \left(x - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right) dx + \int_{x_{i-1}}^{x_i} f''(\varepsilon_i) \cdot \\
&\frac{\left(x - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)^2}{2} dx = f'\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{\left(x - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)^2}{2} \Bigg|_{x_{i-1}}^{x_i} + f''(\varepsilon_i) \cdot \frac{\left(x - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)^3}{6} \Bigg|_{x_{i-1}}^{x_i} = \\
f'\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot \left(\frac{\left(x_i - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)^2}{2} - \frac{\left(x_{i-1} - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)^2}{2}\right) &+ f''(\varepsilon_i) \cdot \left(\frac{\left(x_i - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)^3}{6} - \right. \\
\left.\frac{\left(x_{i-1} - \left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right)\right)^3}{6}\right) &= f'\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \cdot \left(\frac{h^2}{8} - \frac{h^2}{8}\right) + f''(\varepsilon_i) \cdot \left(\frac{h^3}{48} - \frac{h^3}{48}\right) = \frac{f''(\varepsilon_i) \cdot h^3}{24} \tag{3.8}
\end{aligned}$$

де $\varepsilon_i \in [x_{i-1}; x_i]$.

Таким чином,

$$\delta_i = \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(x) - f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) dx \cdot (x_i - x_{i-1}). \tag{3.9}$$

$$\text{та } |\delta_i| \leq \max_{x \in [x_{i-1}; x_i]} |f''(x)| \cdot \frac{h^3}{24}. \tag{3.10}$$

Оскільки абсолютна похибка формули прямокутників на відрізку $[a; b]$ є сумою похибок на кожному окремому елементарному інтервалі, то можна зробити наступний висновок:

$$\delta_n = \sum_{i=1}^n \int_{x_{i-1}}^{x_i} \left(f(x) - f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \right) dx \quad (3.11)$$

$$\text{та } |\delta_n| \leq \max_{x \in [a; b]} |f''(x)| \cdot \frac{n \cdot h^3}{24} = \max_{x \in [a; b]} |f''(x)| \cdot \frac{(b-a)^3}{24n^2} \quad (3.12)$$

Отримана нерівність є оцінкою абсолютної похибки методу середніх прямокутників.

Для комплексного оцінювання безпеки праці пропонується визначати оцінку по кожному шкідливому і небезпечному виробничому чиннику, в подальшому, визначити комплексну оцінку безпеки праці. Для цього пропонується використовувати метод чисельного інтегрування.

Розглянемо докладно метод прямокутників для наближеного обчислення певного інтегралу. Сутність методу середніх прямокутників в графічному вигляді показано на рисунку 3.6 [8, 9].

Якщо відрізок інтегрування $[a; b]$ розбити на рівні частини довжини h точками: $a = x_0, x_1 = x_0 + h, x_2 = x_0 + 2h, \dots, x_{(n-1)} = x_0 + (n-1)h, x_n = x_0 + nh = b$, і в якості точок ξ_i вибрати середини елементарних відрізків $(x_{i-1}; x_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$, то можна записати інтеграл у вигляді [8, 9]:

$$\int_a^b f(x) dx \approx h \sum_{i=1}^n f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right). \quad (3.13)$$

Формулу (3.13) називають формулою методу середніх прямокутників через спосіб вибору точок ξ_i з кроком розбиття відрізка $[a; b]$

$$h = \frac{(b-a)}{n} \quad (3.14)$$

Для обчислення площі під ламаною лінією (рисунок 3.7) необхідно знайти площу прямокутників:

$$S_i = f(\xi_i)h. \quad (3.15)$$

Складемо площі всіх прямокутників:

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{b-a}{n} \cdot (f(\xi_1) + f(\xi_2) + \dots + f(\xi_n)) \quad (3.16)$$

Абсолютна похибка формули прямокутників на відрізку $[a; b]$ дорівнює сумі похибок на кожному елементарному інтервалі, тому [8,9]:

$$\delta_n = \sum_{i=1}^n \int_{x_{i-1}}^{x_i} \left(f(x) - f\left(x_{i-1} + \frac{h}{2}\right) \right) dx. \quad (3.17)$$

Для визначення комплексної оцінки безпеки праці на виробництві протягом певного періоду часу вимірювання їх одиничних показників пропонується застосувати формулу:

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f(x_i y_j) \int_{x_{i-\frac{1}{2}}}^{x_{i+\frac{1}{2}}} dx \int_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} dy, \quad (3.18)$$

де $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$.

В такому випадку отримаємо об'єм під криволінійною поверхнею, що і буде являтися комплексною оцінкою безпеки праці.

З метою підтвердження ефективності методики оцінювання безпеки праці, проведено дослідження на машинобудівному підприємстві. Основними шкідливими виробничими чинниками, що розглядалися у цеху, були мікроклімат (температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря), шум та локальна вібрація [8, 9].

Шкідливі виробничі фактори були виміряні та зареєстровані на робочих місцях та у робочій зоні. Для цього використовувався комбінований прилад FLIR EM54 для вимірювання температури повітря, відносної вологості та швидкості руху повітря. Рівень шуму та загальну вібрацію виміряли цифровим вимірником рівня звуку

GM1351 та віброметром AR63A (GM63A). Допустимі норми цих шкідливих чинників були встановлені відповідно до чинних нормативних документів підприємства [8, 9].

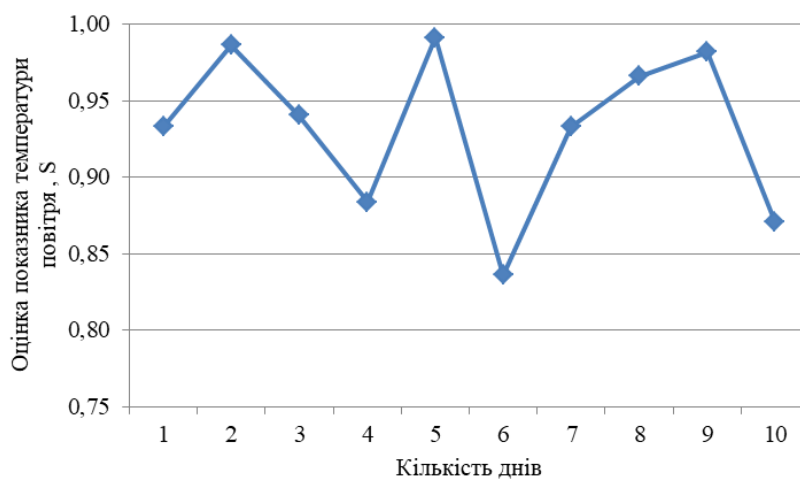
Отримані експериментальні значення наведених вище показників шкідливих чинників та результати математичних перетворень наведено у таблиці 1.

Таблиця 3.12.

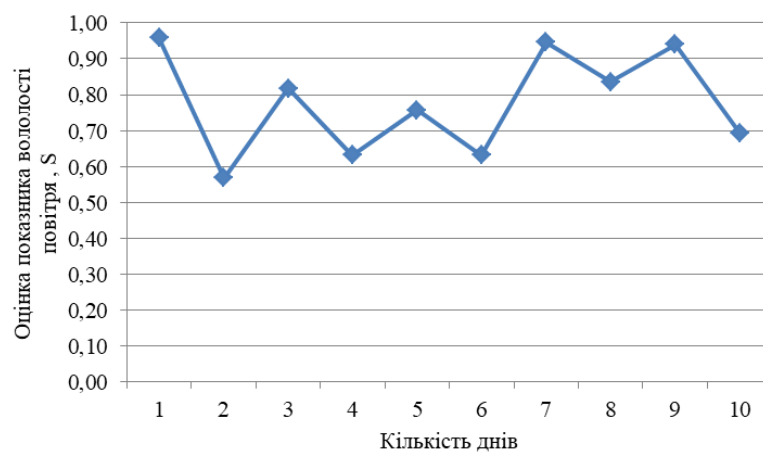
Результати впровадження методики оцінки безпеки праці

Температура повітря, °C		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с		Шум, дБа		Локальна вібрація, м/с ²	
x _i	S	x _i	S	x _i	S	x _i	S	x _i	S
25,00	0,93	72,67	0,96	0,10	0,62	67,67	0,62	0,75	0,72
22,00	0,99	51,67	0,57	0,10	0,61	72,67	0,80	0,85	0,68
24,67	0,94	65,00	0,82	0,07	0,55	65,00	0,50	0,71	0,74
26,67	0,88	55,00	0,63	0,09	0,59	66,33	0,56	0,95	0,64
20,33	0,99	61,67	0,76	0,10	0,62	71,67	0,76	0,52	0,81
27,67	0,84	55,00	0,63	0,09	0,60	67,33	0,61	0,69	0,74
25,00	0,93	72,00	0,95	0,13	0,67	62,67	0,37	0,90	0,66
23,33	0,97	66,00	0,84	0,10	0,61	71,00	0,74	0,53	0,81
22,33	0,98	71,67	0,94	0,06	0,52	71,67	0,76	0,81	0,69
27,00	0,87	58,33	0,69	0,11	0,63	70,67	0,73	0,48	0,83

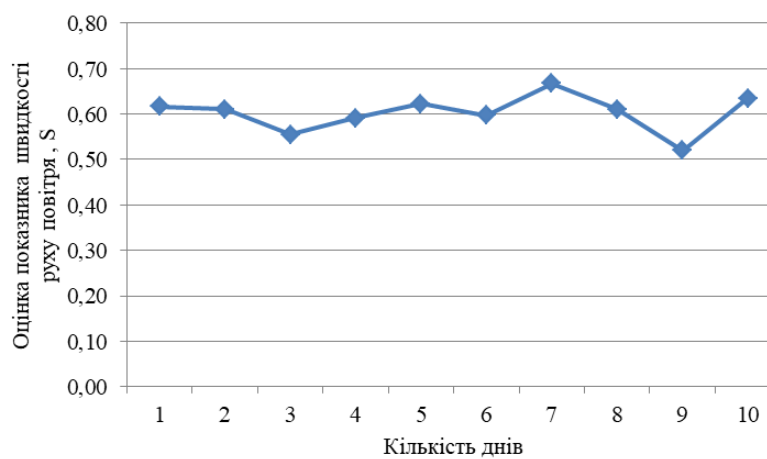
Будуємо часовий ряд змін оцінки по кожному шкідливому виробничому чиннику (рисунок 3.8).



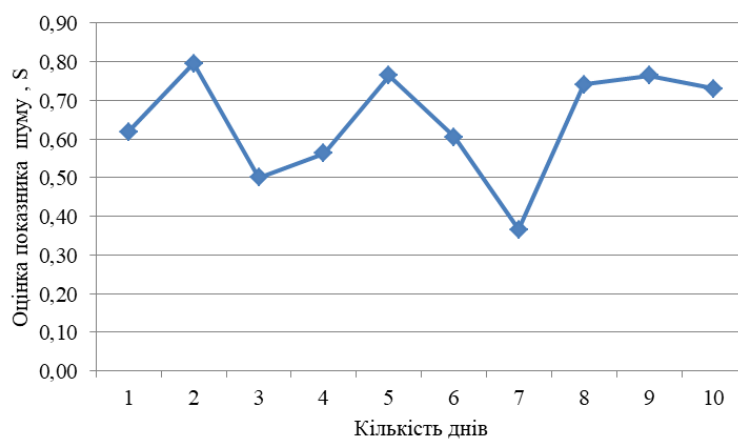
а)



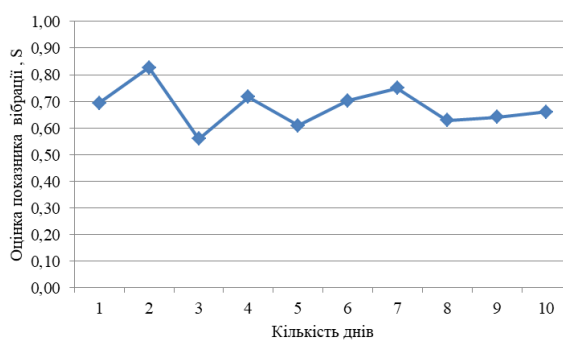
б)



в)



Г)



Д)

Рис. 3.8. Часовий ряд зміни оцінок: а) температури повітря; б) відносної вологості повітря; в) швидкості руху повітря; г) шуму; д) локальної вібрації

На рисунку 3.9 показано ламану поверхню при об'єднанні всіх часових рядів зміни показників шкідливих чинників.

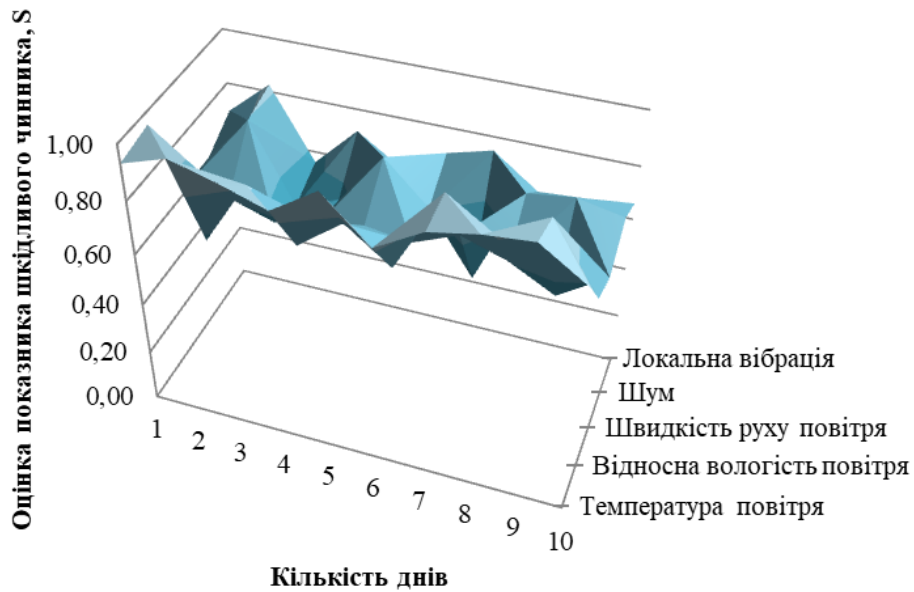


Рис. 3.9. Часовий ряд всіх оцінок показників шкідливих чинників

Знайдемо комплексний показник, застосувавши формулу (3.18).

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f(x_i, y_j) \int_{x_{i-\frac{1}{2}}}^{x_{i+\frac{1}{2}}} dx \int_{y_{j-\frac{1}{2}}}^{y_{j+\frac{1}{2}}} dy = 0,78$$

У такому випадку, ми отримаємо об'єм, який знаходиться під криволінійною поверхнею, який і буде виступати як комплексний показник безпеки праці на виробництві.

Отже, для комплексної оцінки безпеки праці на виробництві пропонується застосовувати кваліметричні методи. Зокрема, пропонується визначати оцінку для кожного шкідливого та небезпечного виробничого фактора, а потім розраховувати єдину комплексну оцінку умов праці. Метод чисельного інтегрування методом середніх прямокутників запропоновано для визначення комплексного показника безпеки праці. Цей метод можна вважати універсальним, оскільки його можна застосовувати у будь-яких приміщеннях та на будь-яких підприємствах.

Висновки до третього розділу

Будь яке виробництво характеризується набором небезпечних чинників, які можуть впливати на здоров'я робітників. Як приклад, можна навести: температура повітря; відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання, шум, вібрація. Згідно з вимогами показники мікроклімату повинні забезпечувати збереження теплового балансу людину з навколишнім середовищем і підтримку оптимального або припустимого теплового стану організму.

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», встановлюються допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року. Вимірювання температури повітря, відносну вологість, швидкість руху повітря, та інших небезпечних чинників проводились на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни протягом 25 днів.

Кожен з чинників має різний діапазон допустимих норм та різні одиниці вимірювання, що затрудняє визначити комплексний показник безпеки праці. Тому необхідно привести усі різнорозмірні чинники у безрозмірну величину. Для цього пропонується застосувати нелінійну функцію (математичну залежність), яка буде перетворювати виміряні чинники у безрозмірні значення у діапазоні (0, 1). У якості математичної залежності пропонується застосувати функцію помилок, що є неелементарною та застосовується у математичній статистиці та математичній фізиці для вирішення деяких практичних завдань.

Запропонована залежність можна вважати спроможною та ефективною, так як має перевагу над існуючими, що застосовуються у кваліметрії. На відміну від існуючих залежностей, які потребують складних обчислень та застосування експертних методів, запропонована залежність використовує функцію помилок, яка є вбудованою в Microsoft Excel. Тобто не потрібно створювати спеціальне програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати процес оцінювання і, тим самим, розширює сфери застосування саме для оцінювання будь яких небезпечних

чинників.

Запропоновані математичні залежності можуть стати практичним інструментом для її застосування, а також можуть бути впроваджені в нормативні документи рівня організації чи підприємства для запровадження процедури оцінювання небезпечних чинників.

Для визначення комплексного показника системи безпеки праці на будь якому виробництві пропонується застосовувати чисельні методи, а саме метод інтегрування. У даному випадку пропонується метод середніх прямокутників.

Список використаних джерел

1. Безопасность прозвоненных процессов: справочник / С. В Белов и др. Москва: Машиностроение, 1985. 448 с.
2. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». затв. постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. №42. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99> (дата звернення 20.03.2019).
3. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: атв. постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. №37. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99> (дата звернення 26.04.2024).
4. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації: затв. постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. №39. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99> (дата звернення 26.04.2024).
5. Сороколат Н. А. Удосконалення методів оцінювання якості об'єктів кваліметрії з застосуванням нелінійних функціональних залежностей: дис. канд. д.філософ.: 152. Харків, 2023. 164 с.
6. Сороколат Н. А., Фатєєва Л. Ю. Застосування функції помилок для оцінювання якості об'єктів кваліметрії. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2022. № 4 (14). С. 53–58.
7. Сороколат Н. А., Фатєєва Л. Ю. Оцінювання якості процесів системи управління безпекою праці, згідно вимог міжнародного стандарту ISO 45001:2018. *Машинобудування*. 2022. № 29. С. 89–96.
8. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Бурдейна В. М., Фатєєва Л. Ю., Багаєв І. О. Застосування методу середніх прямокутників для отримання комплексного показника безпеки праці. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2023. № 1 (23). С. 115–122.

9. Черняк О. М., Сороколат Н.А., Фатєєва Л. Ю., Багаєв І. О., Тріщ Ю. В. Застосування методу інтегрування для отримання комплексного показника безпеки праці. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2023. № 1 (15). С. 60-67.

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ОЦІНЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

4.1. Наукові підходи оцінювання виробничих ризиків

Сучасний розвиток суспільства змусив людство усвідомити, що будь-яка людська діяльність потенційно небезпечна. Досягти абсолютної безпеки неможливо в жодній сфері діяльності, тому було прийнято концепцію прийняттого ризику. Вона полягає в прагненні до такого рівня безпеки, який вважається прийнятним за даних соціально-економічних і науково-технічних умов. Це твердження є аксіомою і має важливе теоретичне і методологічне значення, оскільки з нього випливає, що навіть при всіх вжитих заходах завжди існує деякий залишковий ризик [1].

В умовах ринкових відносин, за наявності конкуренції та непередбачуваних ситуацій, що виникають з часом, виробнича або комерційна діяльність неможлива без ризиків. Однак і відсутність ризику, тобто безпеки настання непередбачуваних і небажаних для роботодавця його наслідків, зрештою шкодить економіці, підриває її динамічність і ефективність. Існування ризику і неминучі в ході розвитку підприємства його зміни виступають постійним і сильно діючим чинником руху підприємницької сфери економіки.

В економічній системі, до якої безпосередньо має відношення охорона праці, ризики виконують двоїсту роль - позитивну і негативну. У першому випадку вони є сигналами, що звертають увагу на необхідність конструктивної реакції або дій, спрямованих на погашення сигналу тривоги. У другому випадку, якщо відсутня своєчасна реакція, вони здатні накопичуватися і перетворюватися на потенційні загрози економічній безпеці самої системи, з одного боку, а з другого - призводять до небажаних соціально - економічних наслідків за результатами травмування працівників або їхніх професійних захворювань.

По-перше, виводиться зі складу працездатного населення країни певна кількість громадян, значно зменшуючи їхній внесок у збільшення валового

внутрішнього продукту, по-друге, збільшуються видатки на різного роду компенсаційні виплати, по-третє, погіршується певною мірою генофонд держави, по-четверте, часто ставиться нездоланна перепона на майбутньому конкретного індивідуума та членів його сім'ї [2].

Наше суспільство серйозно турбується про захист здоров'я та життя людини від різних видів небезпек, таких як природні, техногенні, антропогенні, економічні, біологічні та інші. Це обумовлено зростанням кількості ризикових факторів у всіх сферах життєдіяльності. Людина не лише є об'єктом піклування в системі охорони праці, але й є головним джерелом ризику. За даними комітету Верховної Ради з питань соціальної політики, протягом останніх 7 років рівень травматизму на підприємствах України залишається дуже високим, і за деякими показниками навіть виріс. Наприклад, середнє значення важкості травм зросло в країні в 1,4 рази [3].

Наприкінці ХХ століття проблемам ризику почали приділяти значну увагу. В останнє десятиліття ці питання стали все більше висвітлюватися у вітчизняній періодичній пресі, підручниках і монографіях [4].

Виконаний аналіз показує, що питання господарського ризику вивчаються насамперед економістами, але вплив стану умов праці, безпеки працівників і загалом системи управління охороною праці (СУОП) на підприємствах і професійних ризиків, ними при цьому практично не враховуються. У зв'язку з тим, що за останні роки досить сильно розвинулася мережа малих і середніх підприємств, пов'язаних з ремонтом автомобілів і оснащених різним виробничим обладнанням (металоріжучі верстати, вантажопідйомне, електро- і газозварювальне, діагностичне та інше обладнання), досить коректним буде порівняти завдання в їхній системі управління охороною праці та професійні ризики з тими, що характерні для ремонтних дільниць машинобудівних підприємств. Видається доцільним дослідити цю проблему для того, щоб враховувати вплив цих ризиків у загальній системі господарських ризиків.

Ризик у підприємницькій діяльності, бізнесі має цілком самостійне теоретичне і прикладне значення як важлива складова частина теорії та практики управління, особливо якщо врахувати актуальність цієї найсерйознішої проблеми ринкової

економіки. Нестача фундаментальних досліджень цього питання, можливо, пов'язана з тим, що в умовах орієнтації народного господарства протягом тривалого часу на переважно екстенсивний розвиток, надмірно високого ступеня централізації управління з пануванням адміністративних методів не порушувалося питання про врахування невизначеності та ризику. Звідси видно, що люди не виявляють стійкої зацікавленості до проблеми господарського і соціального ризику [5].

Наразі відсутнє однозначне розуміння поняття «ризик». Це пояснюється його багатогранністю, а також тим, що наше господарське законодавство та управлінська практика майже повністю ігнорують цей аспект. Ризик є складним явищем і має безліч протилежних аспектів, що призводить до можливості існування різних визначень його з різних точок зору. Варто зазначити, що поняття "ризик" вивчалось вже з давніх часів, історія його починається з римських юристів. Проте активне дослідження різних аспектів ризику почалося наприкінці XIX - на початку XX століття [5].

Ризик як історична категорія виник на зорі цивілізації, коли в людини з'явилася невпевненість щодо можливостей виникнення неприйнятних ситуацій, холоду, голоду. Походження терміну "ризик" на побутовому рівні так чи інакше пов'язане з розумінням небезпеки, можливих збитків, загрози, ненадійності, незнання, невизначеності тощо [5].

Науково-технічний прогрес кінця XIX ст. призвів до збільшення питомої ваги ризиків і до подальшого зростання наукового значення терміну "ризик". Наукова ж дискусія щодо обґрунтованості визначення поняття "ризик" через "невпевненість" триває вже понад 100 років. У рамках вимог ринкової економіки в західній економічній літературі виокремлюють дві теорії ризику - класичну та неокласичну [5].

Розглядаючи першу теорію і вивчаючи підприємницьку діяльність, необхідно наголосити, що в структурі її доходу виокремлено відсоток від вкладення капіталу, заробітну плату капіталіста та оплату за ризик як відшкодування можливого ризику, пов'язаного з цим видом діяльності. Економічний ризик у цій теорії ототожнюється з математичним очікуванням втрат, які можуть бути в результаті реалізації обраного

рішення. Таке одностороннє трактування змісту ризику викликало різкий осуд з боку економістів [5].

Теорія економічного ризику, розвинута у 20-30 роках ХХ століття, застосовує дві категорії для управління підприємницькою діяльністю в умовах невизначеності: очікуваний прибуток і відхилення цього прибутку. Згідно з цією теорією, гарантований прибуток має більшу цінність, ніж очікуваний прибуток того ж розміру, але з можливими коливаннями. Дж. Кейнс доповнив цю теорію, вводячи поняття "схильності до ризику", яке враховує задоволення від ризику і може призвести до більшого ризику заради очікуваного більшого прибутку. Згідно з неокласичним підходом, ризик визначається як ймовірність відхилення від поставлених цілей. Необхідно підкреслити умовність поділу положень цих двох шкіл. Якщо в першій враховується небезпека зазнати шкоди, а її наслідком є відхилення від поставлених цілей, то основою другої є досягнення цілей, наслідком яких може бути отримання шкоди [5].

Щодо сучасного стану теорії ризику можна сказати, що у світі існує ще кілька наукових шкіл, які роблять значний внесок у теорію ризику. Відомі досягнення німецької школи [6], яка, використовуючи теорію розпливчастих множників, досягла значних результатів. Необхідно визнати досягнення української (київської) школи теорії та моделювання ризику [7]. Учені цієї школи зробили істотний внесок як у методологічні питання теорії ризику та невизначеності, так і в її інструментарій. Відома також наукова школа, яка зробила істотний внесок у теорію ризику, розвиваючи теорію дослідження операцій, математичну теорію систем, теорію ігор [8].

У тлумачному словнику наводиться таке визначення ризику - "усвідомлена можливість небезпеки". Точнішим, мабуть, слід вважати інше - "усвідомлена ймовірність небезпеки" [9]. Небезпека - це центральне поняття безпеки життєдіяльності (БЖД), що об'єднує явища, процеси, об'єкти, здатні за певних умов завдавати шкоди здоров'ю людини. Вона притаманна всім системам, які мають енергію, хімічні, біологічні чи інші, несумісні з життєдіяльністю людини компоненти.

Поняття "ризик" - атрибут наукового апарату багатьох суспільних, природничих і технічних наук. У кожної з них свій предмет, свій аспект, а тому у визначенні ризику в БЖД виділяють соціальні, професійні, екологічні, техногенні, медико-біологічні, військові та інші складові. Із безлічі пропонованих визначень на найбільшу увагу заслуговує визначення ризику як міри небезпеки, яке часто вживають у роботах із надзвичайних ситуацій та радіаційної медицини, але в стандарті [10] зазначено, що ризик - це комбінація ймовірності настання встановленої небезпечної події та її наслідків.

За своїм походженням термін "ризик" означає, як відомо, можливу небезпеку, дію навмання в надії на позитивний результат. Самі дії, пов'язані з небезпекою, можуть бути нерозважливими (надія на щасливий випадок) або усвідомленими (опора на успіх або віра в успіх, що базуються на певній основі).

Загальноприйняті в літературі та практиці визначення ризику варіюють поєднання ймовірності настання події та розміру збитку при її можливих результатах. Ризик розуміють як сумарну ймовірність усіх неприйнятних відгуків системи на вплив. Соціологи зазвичай виокремлюють три характерні риси ризику: невизначеність, пов'язана з можливими втратами або негативними наслідками; самі негативні наслідки втрат; цінність або значущість цих втрат.

Використання поняття "ризик" передбачає, що негативні прояви будь-чого можуть настати, а можуть і не статися, оскільки, ухвалюючи рішення, людина не в змозі прогнозувати тільки позитивні результати. Невизначеність проявляється і в тому, які чинники було враховано, а які ні. З психологічного погляду терміну "ризик" відповідає трьом взаємопов'язаним значенням [11]:

Ризик як міра очікуваного неблагополуччя в разі неуспіху в діяльності, яка визначається поєднанням його ймовірності та ступеня несприятливих наслідків у цьому випадку.

Ризик як дія, що в тому чи іншому відношенні загрожує суб'єкту чимось (збитком, травмою тощо). Розрізняють при цьому ризик вмотивований, розрахований на ситуаційні переваги в діяльності, і невмотивований, а виходячи зі співвідношень очікуваних виграшу і програшу при реалізації відповідної дії.

Виділяють виправданий і невиправданий ризик.

Ризик як ситуація вибору між двома можливими варіантами дії - менш привабливим, проте більш надійним і навпаки. Такий підхід до розуміння ризику дає змогу в рамках концепції "мотивації досягнення" пояснити проявив особистості тенденції до ризику за умов вільного вибору завдань різної складності, з'ясувати зв'язки між рисами та якостями людини, її темпераментом, мотивами поведінки, з одного боку, та підвищення або зниження схильності до ризику, з іншого [11].

Тобто ризик може означати "звернення до діяльності за відсутності впевненості в досягненні її мети" і під ним мається на увазі дія, спрямована на привабливу мету, досягнення якої пов'язане з елементами небезпеки для людини, загрозою втрати, неуспіху тощо. Поєднання таких підходів створює передумови для розгляду ризику як ситуативної характеристики діяльності, що містить невизначеність результату і можливість неблагополучного наслідку.

У [12] вказується, що ризик - це дія, спрямована на досягнення мети, але пов'язана з елементом небезпеки та загрозою неуспіху. Ситуація ризику передбачає можливість вибору між двома варіантами поведінки - ризикованим, пов'язаним з ризиком, і надійним, що гарантує збереження досягнутого. Виділяють об'єктивну і суб'єктивну оцінку ризику. Дії, сприйняті спостерігачем як обережні, можуть бути відчуті суб'єктом як ризиковані, і навпаки. В цій інтерпретації ризик розглядається як дія, що призводить до втрати або забезпечує збереження досягнутого, але не передбачає можливості успіху, отримання прибутку і т. д., що дещо обмежує його поняття.

Ризик - це визначена будь-яким способом імовірність кожної з можливих подій. З цієї проблеми є ціла низка публікацій, основними з них є [13 - 15]. Так, у [14] поняття "ризик" сформульований як економічна категорію, що відображає особливості впливу на зацікавлені суб'єкти економічних відносин, існуючих невизначеностей та конфліктності, процесів управління та прийняття рішень, що передбачає наявність загроз і невикористання можливостей. Ризик об'єктивний тому, що існує незалежно від того, усвідомлюють його наявність чи ні, враховують чи ігнорують його. Природа ризику визначається тим, що він породжується

процесами як суб'єктивного характеру, так і такими, існування яких зрештою не залежить від волі та свідомості людей.

Категорію "ризик" можна визначити як один із видів небезпеки, як сукупність явищ, подій, реалізація яких здатна завдати шкоди або потенційно можливих втрат суб'єкту [5; 16]. З позицій БЖД та охорони праці ризик є критерієм реалізації небезпеки в часі та просторі, а також критерієм шкоди, заподіяної здоров'ю людини. У [17] ризик визначається як імовірність заподіяння шкоди з урахуванням її тяжкості,) тобто тут ураховується ймовірність настання події (шкоди) та її тяжкість (ризик дорівнює ймовірності, помноженій на тяжкість). Ризик також ототожнюють із імовірністю підвищеної небезпеки, тобто ризик - ступінь імовірності небажаної дії, яка може статися в певний час за певних умов на території об'єкта підвищеної небезпеки та/або за її межами.

Охорона праці також пов'язана з ризиками, які виникають внаслідок нещасних випадків та професійних захворювань. У зв'язку з цим ми розглядаємо ризик у сфері охорони праці як ймовірність (можливість) виникнення небезпеки в умовах промислової діяльності. Цей ризик характеризується різними видами, що властиві даній сфері. Існуючі ризики різноманітні і можуть бути розділені на безліч категорій. У ризикології важливе місце займає класифікація ризиків. Складність цієї класифікації полягає в різноманітності ризиків та їх взаємозв'язку з іншими поняттями. Загальний підхід до класифікації полягає в створенні системи супідрядних категорій у конкретній галузі знань, що базується на загальних ознаках об'єктів та їх взаємозв'язках. Ця класифікація допомагає систематизувати ризики, здійснювати їх вибір, визначати послідовність рішень на основі класифікаційних критеріїв та забезпечує розуміння різноманітності об'єктів, що є джерелом знань про них.

Класифікація ризиків здійснюється на вербальному рівні, хоча з'явилося кілька праць, у яких ідеться про доцільність використання кластерного аналізу для виокремлення окремих ризиків у певній сфері діяльності. Існує безліч підходів до класифікації ризиків. Найзагальніші їхні засади дають змогу виокремити ризики, пов'язані з: господарською діяльністю; особистими якостями роботодавця та

працівників; нестачею інформації про стан зовнішнього середовища [].

"В основі наявних принципів класифікації лежать цілі вивчення ризиків, незалежно від видів діяльності, водночас виокремлюють такі групи ризиків:

- щодо масштабів розв'язуваних завдань - ризик глобальний (наприклад, на рівні держави або регіону) і локальний (наприклад, на рівні підприємства або компанії);
- за сферою виникнення - зовнішні та внутрішні; за рівнем ухвалення рішень - макроекономічні (глобальні) та мікроекономічні (локальні);
- щодо об'єкта прояву - психологічні, соціальні, медико-біологічні, юридичні тощо;
- за типами - раціональні (обґрунтовані), нераціональні (необґрунтовані), авантюристичні (азартні);
- щодо кількості людей, які ухвалюють рішення - індивідуальні, групові, масові;
- щодо ситуації - стохастичні (на умовах імовірності виникнення), невизначені (на умовах невизначеності) і конкурентні;
- за тривалістю дії - короткочасні та постійні;
- за рівнем витрат - мінімальні, середні, максимальні оптимальні, критичні, катастрофічні;
- за ступенем правомірності - правомірні (виправдані) і неправомірні (невиправдані);
- за можливістю страхування - ризики, від яких можна страхуватися, і ризики, від яких не можна страхуватися;
- за видом - пожежі, комп'ютерні збої, стихійні лиха, техногенні аварії, інфляція тощо;
- щодо об'єктивності - з об'єктивною, суб'єктивною і суб'єктивно-об'єктивною ймовірністю;
- щодо часу ухвалення рішень - передчасні, своєчасні та запізнілі;
- щодо можливого фінансового результату - чисті та спекулятивні, чисті ризики при цьому передбачають можливість отримання збитку або нульового

результату, а спекулятивні - можливість отримання як доходу, так і збитку;

- щодо врахування часового фактору - статичні та динамічні, статичний ризик при цьому відповідає "чистій", а динамічний - "спекулятивній" невизначеностям [18].

Статичний (катастрофічний) ризик - це ймовірність незворотних втрат активів внаслідок заподіяння непоправної шкоди суб'єкту економіки. Динамічний ризик пов'язаний із виникненням непередбачуваних змін вартості об'єкта, що розглядається, під дією чинників зовнішнього середовища, а також внаслідок неадекватних управлінських рішень [19].

Градація ризиків за будь-якою класифікацією різноманітна. Окремі його види можуть переплітатися, доповнюючи один одного, або бути складовими частинами один одного. Наприклад, економічний ризик може включати політичний або підприємницький ризик, а підприємницький - економічний, фінансовий ризик - валютний тощо. Усе залежить від того, який ризик у конкретному аналізі розглядається як головний.

Залежно від ступеня впливу відомі такі види підприємницького ризику - виробничий, комерційний, фінансовий, кредитний, процентний. Виробничий ризик пов'язаний з виробництвом продукції, товарів і послуг, здійсненням будь-яких видів виробничої діяльності [18].

Однією зі складових підприємницьких ризиків є працезохоронні ризики. Виробничі ризики підприємства численні та різноманітні й дуже складно виділити серед них головні. Вони безпосередньо пов'язані з виробничою діяльністю, у результаті якої підприємство може стикатися з такими обставинами:

- зниженням продуктивності праці;
- необхідність використання нових методів
- організації виробництва і праці;
- неадекватним використанням матеріальних ресурсів;
- збільшенням собівартості продукції;
- погіршенням умов праці та іншими [18].

У [18] ризики класифікують за характером впливу на людину: ризики

поділяють на активні та пасивні. До пасивних належать ризики, які активізуються за рахунок енергії, носієм якої є сама людина, це:

- гострі (колючі та ріжучі) нерухомі елементи;
- нерівності поверхні, по яких переміщається людина;
- ухили, підйоми;
- наявні умови праці тощо.

Відповідно до активних ризиків належать ті з них, яких потрібно остерігатися незалежно від того, впливає на них енергія, що носить в людині, чи ні. За природою походження ризики поділяють на природні, техногенні, антропогенні, екологічні та змішані. За часом прояву негативних наслідків ризики поділяють на імпульсивні та кумулятивні. За шкодою, що завдається, ризики зазвичай поділяють на соціальні, технічні, екологічні тощо. За структурою (будовою) ризики ділять на прості та похідні. Також розрізняють апіорні ознаки (провісники) та апостеріорні (сліди) ризики [19].

Фахівці Міжнародної організації праці (МОП) та Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) виділяють понад 150 класів професійних ризиків і приблизно 1000 видів, які становлять реальну небезпеку для 2000 різних професій [20]. Варто відзначити, що ця класифікація є неповною і охоплює лише окремі аспекти безпеки та гігієни праці. Широке поширення професійних ризиків пояснюється високим рівнем розвитку індустріальної праці, коли активне застосування техніки, прогресивних технологій, хімічних і біологічних речовин, різних видів енергії та проникаючого випромінювання призводить до того, що практично всі сфери життєдіяльності людей буквально пронизані ризиками. Багато вчених вже говорять про те, що повністю уникнути (на 100%) ризикованих ситуацій у процесі праці сьогодні не може ніхто.

На рівні підприємства управління професійним ризиком включає набір різних засобів: вимірювання рівня вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони (наприклад, бензолу), визначення підвищеного ризику за допомогою біомаркерного моніторингу (наприклад, підвищеного вмісту свинцю в крові), реєстрація подій (наприклад, проливання хімікатів) [19].

За даними ВООЗ [20], понад 100 тис. хімічних речовин (у деяких джерелах називають цифри 500-600 тис. і більше), 200 біологічних речовин, приблизно 50 фізичних чинників і 20 чинників трудового процесу, впливаючи на людину в різноманітних поєднаннях і експозиціях, формують різні за видами і рівнем ризиковані ситуації. Вони проявляються залежно від вжитих заходів захисту працівників по-різному. Залежно від ступеня досконалості технологій, устаткування, управління кадрами, професійного добору рівень виробничого травматизму, професійної захворюваності та тяжкість їхніх наслідків істотно варіюватимуться.

Індивідуальний і груповий професійний ризик персоналу обмежується насамперед нормами і вимогами безпеки самого об'єкта потенційної небезпеки. Щоб зменшити ступінь ризику та рівень можливих втрат, використовується так званий ризик-менеджмент або управління ризиком. Ризик-менеджмент охоплює такі дії: розпізнавання, оцінку та контроль [5]. Метою останнього є попередження збитку, уникнення втрат (наприклад, зміна місць діяльності), а також перекладання ризику на інших (страхування) і, зрештою, готовність самому йти на ризик.

Для оцінки ризику в літературі передбачається застосовувати такі поняття: "незначний", "допустимий", "терпимий", "неприйнятний". Беручи за основу частоту виникнення смертельних нещасних випадків на виробництві в країнах з ринковою економікою, можна зробити висновок, що [21]:

"незначний ризик" - це такий ризик, коли смертельні випадки можуть виникати не більше ніж один на 1 млн. працюючих протягом року;

"допустимий ризик" - не більше одного смертельного випадку на 20 тис. працівників;

"терпимий ризик" - не більше одного смертельного випадку на 10 тис. працівників.

Якщо ці показники перевищені, то ризик вважатиметься "неприпустимим".

За висновками західних фахівців "терпимий ризик" належить до таких ризиків, які свідомо допускаються заради вигоди.

В Україні в СУОП діє концепція, побудована на обов'язковості та можливості

дотримання гранично допустимих концентрацій (ГДК), гранично допустимих норм (ГДН) і нормативних вимог безпеки праці на всіх робочих місцях, що й гарантує збереження здоров'я працюючих. Дійсно, ці нормативи є основою безпеки, хоча роботодавці не завжди їх дотримуються. У зв'язку з цим виникає необхідність у проведенні оцінки наслідків цих порушень, щоб визначити напрями запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням, а також заходи з медичної, соціальної та професійної реабілітації потерпілих.

Методологія прийнятного ризику сформувалася в 60-80 рр. ХХ ст. під впливом досліджень, проведених фахівцями Мерілендського університету США [22]. В основу цієї концепції покладено постулат про нереальність забезпечення безпеки нульового ризику, тобто неможливість досягнення абсолютної безпеки. Завданням забезпечення безпеки є не повне усунення ризику, прийнятого для суспільства, а його зменшення до певного значення, прийнятого для суспільства загалом та/або окремих членів.

Слід зазначити, що цей підхід спочатку критикувався за "аморальність визначення ціни ризику". Водночас послідовні аварії стимулювали розвиток імовірнісних методів аналізу безпеки (ІМАБ), у результаті чого суспільство визнало доцільність застосування ІМАБ разом із класичним детерміністичним методом аналізу [23].

На думку [22], величина нульового ризику має подвійне значення. З одного аспекту, його необхідно зменшувати, щоб забезпечити якомога більшу безпеку системи Людина - Земля - Світ. З іншого - ризик у найширшому його розумінні стимулює розвиток і діяльність в еволюційному напрямку саморятувальної системи спільноти людей.

Для досягнення прийнятного рівня ризику в основних сферах діяльності суспільства необхідне визнання на всіх рівнях державної влади пріоритету людського життя. Принцип прийнятного ризику, доповнений соціально-економічними факторами, є основою державних програм забезпечення безпеки, яку розглядають як рівень захищеності людини і довкілля від небезпеки.

Прийнятний ризик враховує економічні, соціальні, політичні та науково-

технічні аспекти, і представляє собою компроміс між рівнем безпеки та можливостями її забезпечення. Важливо пам'ятати, що можливості підвищення безпеки сучасних суспільних систем не є безмежними [1].

Нині за міжнародною домовленістю заведено вважати, що смертельний технічний ризик має перебувати в межах $P = 10^{-7} \dots 10^{-6}$ осіб/рік, а величина 10^{-6} є максимальним прийнятним рівнем індивідуального ризику. Основна ідея концепції прийнятного ризику полягає у прагненні до рівня безпеки, який відповідає можливостям суспільства на даний момент і є економічно обґрунтованим.

При збільшенні витрат на охорону праці можна значно знизити рівень технічного ризику. Однак це може призвести до зменшення витрат на соціальну сферу, що, в свою чергу, збільшує ризик у цій сфері. Під час розробки стратегії підприємства концепція прийнятного ризику реалізується через дві стадії комплексу процедур: оцінки ризику та управління ризиком. Оцінка ризику включає регулярні процедури аналізу, ідентифікації джерел виникнення, визначення можливих масштабів і наслідків прояву факторів ризику, а також визначення ролі кожного джерела. Це дає змогу не тільки скоротити можливі втрати, а й ухвалити відповідне стратегічне рішення щодо їхнього зниження в довготривалій перспективі.

Управління ризиком на промисловому підприємстві означає розробку та впровадження обґрунтованих з економічної точки зору рекомендацій і заходів з метою зниження початкового рівня ризику до прийнятного фінального рівня. Цей процес базується на результатах оцінки ризику, техніко-економічному та техніко-технологічному аналізі потенціалу та умов функціонування підприємства, наявному та прогнозованому фінансовому стані, а також на різноманітних дослідженнях. Оцінка та управління ризиком спрямовані на стратегічні рішення на рівні підприємства, включаючи стратегічний план. Особлива увага приділяється також функціонуванню та розвитку системи управління охороною праці.

Оцінка виробничих ризиків на підприємстві та завдання управління охороною праці і ризиком на основі дослідження методологічних проблем вказують на необхідність навчання працівників безпечним методам праці та формування у них психології безпеки, запобігання неприпустимим професійним ризикам на робочих

місцях, створення положення про порядок ідентифікації, оцінки та усунення ризиків, а також атестацію робочих місць з використанням карток умов праці та ідентифікації для оцінки та усунення неприпустимих професійних ризиків.

4.2. Критичний аналіз застосування кваліметричних методів для оцінювання ризиків

Ефективність управління якістю підприємства в значній мірі залежить від ефективності управління ризиками безпечності підприємства, що у свою чергу пов'язано з обізнаністю співробітників. Автори [24] у своїй науковій роботі провели дослідження безпеки праці в компанії, яка працює у сфері поводження з твердими відходами та оцінювали негативний вплив небезпечний вплив на гігієну праці та безпеку здоров'ю. Результати дослідження показали, що з впровадження ОЗіБП на підприємстві було зменшено кількість нещадних випадків за рахунок залучення працівників до управління ризиками. Необхідність залучення працівників до навчання з управління ризиками відзначають і в роботі [25], де пропонується введення стимулів та відповідальності. Також доказано, що це ефективно впливає на показники безпеки. Разом з тим, авторами відмічається, що для досягнення бажаного рівня мінімізації ризиків необхідна розробка інтегрованих підходів управління ризиками, в основу яких потрібно застосовувати кваліметричні методи їх оцінювання.

Із зростанням глобалізації у індустріальній сфері виникає питання кваліметричної оцінки ризиків, які пов'язані з безпекою праці в промисловості. Щоб керувати процесом промислового ризику було розроблено кілька досліджень і методів, які на тепер використовуються. Так, наприклад, у дослідженнях [26] розглядаються два види небезпечних чинників, що взаємодіють між собою: технічні (несправність обладнання, варіація параметрів процесу) та соціальні (політика, людські та організаційні фактори). Для ефективного управління ризиками запропоновано використовувати цілісну та інтегровану систему, яка б враховувала динаміку розвитку соціально-технічних аспектів. Запропоновано структуру Process Resilience Analysis Framework (PRAF) для включення обох факторів технічного та

соціального в комплексі. Це базується на чотирьох принципах: раннє виявлення (ED), стійкість до помилок (ETD), пластичність (P) і відновлюваність (R). Методологія стійкості підкреслює динаміку, непередбаченість і навіть невідомі типи загроз, невизначеність, деградація систем і складні взаємодії.

Авторами [27] проаналізовані різні адміністративні методи управління безпекою праці. В роботі представлено порівняння детермінованого, імовірнісного та комбінованого методів в кількісному та якісному вираженні. Також детально описано метод критичного аналізу відмов і наслідків (AMDEC), аналізу SWOT (сила, слабкість, можливість і загроза). Методи, що пропонуються авторами, можуть стати у нагоді при ідентифікації небезпек, але дають обмежену кількість інформації щодо її кількісної оцінки (ступень важкості, важкість наслідків тощо).

Авторами [28] пропонується велику систему управління безпекою розподілити на декілька підсистем, які здатні відповідати стандартним система управління. Припускається, що є дві стандартні моделі системи управління безпекою: моделі, пов'язані з нещасними випадками, та організаційні моделі. Співставлення елементів різних систем дає змогу дослідити ступінь їх відповідності.

Кваліметричні методи зайняли важливу нішу в процесах оцінювання якості об'єктів різної природи, у тому числі і безпеки праці на виробництві. Так, наприклад, у [29] застосовуються функціонально залежні статистики для оцінювання розвитку регіонів країни. В результаті отримання таких статистик визначався багатокритеріальний показник розвитку регіону. Результати досліджень завершилися покроковою методикою.

У роботі [30, 31] автори застосували функціональні залежності для оцінювання психічного здоров'я людей у результаті впливу пандемії COVID-19. Розроблена методика, яка дозволяла опрацьовувати великі масиви психологічних тестів.

Наукова робота [32] пов'язана із застосуванням кваліметричних методів для оцінювання процесів системи менеджменту якості відповідно стандарту ISO 9001. Розроблена методика дозволяє оцінювати різні процеси з різними одиницями та діапазонами вимірювання та отримати комплексний показник, що дозволяє у

подальшому отримати показник якості усієї системи.

Застосування кваліметрії до оцінювання безпеки праці на виробництві представлено у роботі [33], у якій застосовувався метод аналізу ієрархій для визначення індексу важливості негативних чинників.

Результати аналізу наукової літератури можна зробити висновок, що кваліметричні методи являються важливим інструментом оцінювання якості та безпеки праці на виробництві і дозволяють розробляти ефективні методи оцінювання ризиків.

У науковій статті [34] представлено структурований огляд публікацій, що використовують методи машинного навчання для допомоги в оцінці інженерних ризиків. Для пошуку релевантних статей у базах даних Scopus та Engineering Village виконано пошук за ключовими словами. Результати пошуку фільтруються за сімома критеріями відбору. В результаті процесу фільтрації було отримано сто двадцять чотири релевантні наукові статті. Представлено статистику на основі різних категорій з бази даних цитування. Шляхом аналізу статей також визначено додаткові категорії, такі як тип використаного алгоритму машинного навчання, тип використаного джерела вхідних даних, тип цільової галузі, тип впровадження та передбачувана фаза оцінки ризиків. Результати показують, що автомобільна промисловість є лідером у впровадженні алгоритмів машинного навчання для оцінювання ризиків. Штучні нейронні мережі є найбільш застосовуваним методом машинного навчання для допомоги в оцінці інженерних ризиків. У цій статті також представлені додаткові висновки, отримані в процесі огляду.

У науковому дослідженні [35] оцінюються ризики у сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності та використовується новий інтегрований підхід - піфагорівська нечітка пропорційна оцінка ризиків (PFPPRA), що включає метод Файн-Кінні, піфагорівський нечіткий аналітичний процес ієрархії та систему нечіткого виведення. Основною відмінністю запропонованого підходу є інтеграція цих методів таким чином, щоб забезпечити більш точну оцінку ризиків. За допомогою запропонованого методу оцінено ризики, пов'язані з проведенням земляних робіт на будівельному майданчику. Результати порівнюються з

піфагорівським нечітким аналізом режимів і наслідків відмов (PFFMEA), і виявляється, що запропонований метод дає надійні та інформативні результати, які краще відображають нечіткість процесу прийняття рішень.

У науковій праці [36] розглядаються інструмент прогнозування PROBAST (Prediction model Risk Of Bias ASsessment Tool), інструмент для оцінювання ризику упередженості (ROB), який враховував керівні принципи звітності. Інструмент був розроблений за допомогою процедури Дельфі за участю 38 експертів і вдосконалений шляхом пілотування.

У науковій статті [37] розглядається концепція оцінювання ризиків, яка була апробована при перевірці безпеки на робочому місці, що дозволяє оцінити, чи було вжито достатніх запобіжних заходів, або чи потрібно зробити більше для запобігання потенційної шкоди. В цій роботі пропонується нова порівняльна методологія кількісної оцінки ризиків в оцінці ризиків для здоров'я та безпеки на робочому місці. У науковій статті пропонується оцінювати небезпеки, застосовуючи матриці ризиків, що являється важливим і потужним інструментом для виявлення показників безпеки праці у компанії. Тому для вимірювання величини ризику за допомогою традиційного матричного методу оцінюються параметри фактору ризику, серйозності та ймовірності. У цьому дослідженні пропонується інтуїтивний нечіткий гібридний підхід TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) для подолання обмежень чіткої матриці ризиків та невизначеностей групових осіб, які приймають рішення, використовуючи думки експертів у лінгвістичних термінах.

Оцінювання ризиків активно застосовують при виробництві продукції у різних галузях економіки. Як показано в статті [38], параметри розподілення розмірів частинок, як випадкової величини, визначають показники якості синтезу в процесах створення смарт систем. Основним показником для пористих і спінених матеріалів є показники розсіювання розмірів порожнин [39]. Дослідження [40] доводить, що якість визначається не тільки розмірами, але й формою таких порожнин, враховуючи ризики виготовлення продукції низької якості. Розсіювання показників якості та ризиків при виготовленні медичних матеріалів в значній мірі

впливає на ефективність їх використання [41, 42].

У роботах [43-45] запропоновано структуру комплексного показника життєздатності консорційних екотонів захисного типу (КЕЗТ) на шляхах залізничного транспорту: комплексний показник життєздатності КЕЗТ - це вектор, компонентами якого є часткові показники КЕЗТ: показник стану; показник конструктивних різновидів; еквівалентний рівень шуму, який залежить від руху транспорту на залізничних коліях; концентрація солей металів; рівень радіації. Загальний алгоритм використання визначених індикаторів, який поєднує в собі встановлення та оцінювання відповідних чинників КЕЗТ шляхом прямого або опосередкованого визначення кількісних показників, а також створення просторової основи для оцінки впливу об'єктів залізничного транспорту на стан довкілля.

У наукових роботах [46-48] запропоновано функціональну залежність між вимірними значеннями та їх оцінками на безрозмірній шкалі. Крім того, запропоновано параметри форми та масштабу, які дозволяють змінювати кривизну залежності, а це означає, змінювати оцінки. Функціональна залежність застосовувалась для багатокритеріального оцінювання показників у енергетичному секторі. У наукових роботах [49, 50] запропоновано математичну модель визначення чисельного значення показника якості у діапазоні від $-\infty$ до 1. Модель застосовувалась для оцінювання якості деталей у машинобудуванні.

Наукові роботи [51, 52] пов'язані з застосуванням не лінійних функцій бажаності для отримання багатокритеріальних оцінок індексів сталого розвитку країн Європейського Союзу. Запропоновані відповідні покрокові методики, які дозволяють використовувати наукові дослідження на практиці. У роботі [53] розглядається методологія впровадження міжнародного стандарту [10] з метою отримання достовірних результатів вимірювань показників якості.

Усі дослідження, представлені у результатах аналізу наукових досліджень, для оцінювання ризиків застосовуються експертні оцінки, що являється складним та частково суб'єктивним підходом. Зважаючи на результати аналізу наукової літератури в частині оцінювання ризиків кваліметричними методами зрозуміло, що актуальними являються дослідження, пов'язані з функціонально-залежними

статистиками.

4.3. Методика оцінювання ризиків небезпеки на виробництві

Так як міжнародний стандарт [10] вимагає оцінювання ризиків безпеки на виробництві, то необхідно розробити відповідну універсальну методику не залежно від типу виробництва та небезпечного чинника. Так як ризик – це імовірність настання несприятливої ситуації [10]. Поняття імовірності пов'язано з статистикою, тому необхідно застосовувати статистичні методи.

Нехай випадкові величини, що характеризують розсіювання будь-якого показника небезпечного чинника X , мають нормальний розподіл з відповідною щільністю розподілу:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{X})^2}{2\sigma^2}}, \quad (4.1)$$

і пов'язана з оцінкою на безрозмірній шкалі Y залежністю (3.2), то функція щільності ймовірностей $q(y)$ випадкової величини y матиме такий вид:

$$q(y) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot |q_1(y)| \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \cdot (q_2(y) - \bar{X})^2} \quad (4.2)$$

де:

$$q_1(y) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{4} X_{\max} - \frac{1}{4} X_{\min} \right) \pi^{\frac{1}{2}} \left[\begin{array}{l} 2 + \frac{1}{2} \pi \cdot (2y - 1)^2 + \\ + \frac{7}{48} \pi^2 (2y - 1)^4 + \frac{127}{2880} \pi^3 (2y - 1)^6 \end{array} \right]; \quad (4.3)$$

$$q_2(y) = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{4} \left[\frac{\sqrt{\pi}}{2} \left[\begin{array}{l} (2y - 1) + \frac{\pi(2y-1)^3}{12} + \\ + \frac{7\pi^2(2y-1)^5}{480} + \frac{127\pi^3(2y-1)^7}{40320} \end{array} \right] + 2 \right] + X_{\min}. \quad (4.4)$$

Функція (4.2) визначається двома параметрами:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (4.5)$$

де x_i вимірне значення небезпечного чинника, n – кількість вимірювань;

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}. \quad (4.6)$$

Графічний вид функції (4.2) представлено на рисунку 4.1.

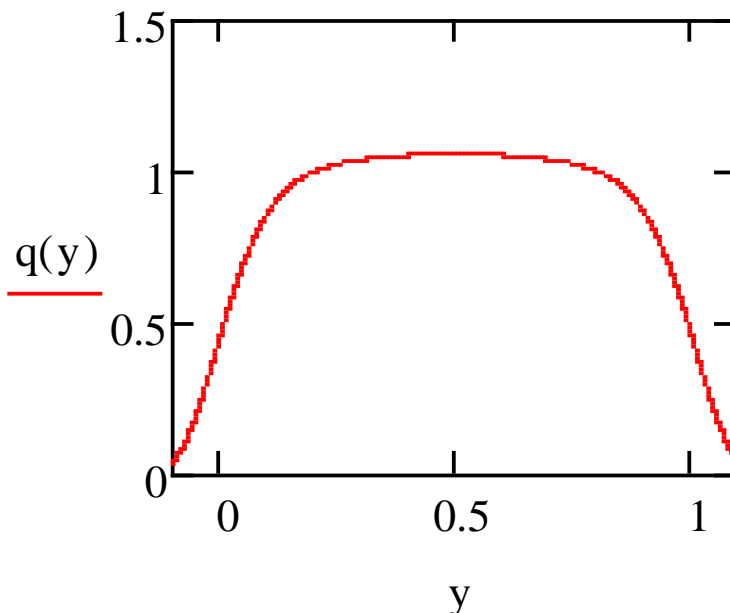


Рис. 4.1. Графічний вид функції щільності

Знаючи функцію щільності ймовірностей для випадкової величини Y , тоді можливо вирішувати практичні завдання, в тому числі знайти ймовірність того, що значення випадкової величини Y потрапляє в певний проміжок (c, d) :

$$P(c < y < d) = \int_c^d q(y) dy = F(d) - F(c), \quad (4.8)$$

де $q(y)$ - функція розподілу випадкової величини Y .

Отже знайдемо ймовірність того, що значення випадкової величини Y потраплять в проміжок (c, d) . Для цього необхідно розрахувати інтеграл:

$$P(c < y < d) = \int_c^d q(y) dy. \quad (4.9)$$

Внаслідок розрахунків отримали результати, представлені в таблиці 4.1

Імовірність знаходження значення випадкової величини Y в інтервалі (c, d)

Інтервал	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-1	Σ
Імовірність	0,069	0,095	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,095	0,069	1

Приклад розрахунку ризику механічного цеху машинобудівного підприємства.

Умовами нормативних документів установлені вимоги до температури повітря у діапазоні: $t_{\min} = 13^{\circ}\text{C}$; $t_{\max} = 29^{\circ}\text{C}$. Було проведено 25 вимірювань протягом місяця, $n=25$.

Застосовуючи формули (4.2), (4.3) та (4.4), отримали результати оцінок параметрів: $\bar{X} = 19^{\circ}\text{C}$; $\sigma = 6,8$.

Підставивши значення у формулу (4.2) отримали результат $q(y) = 0,93$.

Отже ризик, що температура повітря вийде за установлені межі, складає 0,07, що являється допустимою величиною.

Припустимо, що розсіювання випадкових значень будь-якого показника якості X підпорядковується рівномірному закону розподілу з функцією щільності:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < a \\ \frac{1}{b-a} & \text{при } a \leq x \leq b, \\ 0 & \text{при } x > b \end{cases} \quad (4.9)$$

де a і b – параметри закону розподілу.

Легко переконатися, що площа під кривою розподілу дорівнює 1:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = \int_a^b \frac{1}{b-a} dx = 1.$$

Якщо на X подіяти функцією $u(x)$ (формула (3.2)), то щільності ймовірностей $q(y)$ випадкової величини Y матиме такий вид:

$$q(y) = f(C_2(y)) \cdot |C_1(y)| \quad (4.10)$$

де:

$$C_1(y) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{4} X_{\max} - \frac{1}{4} X_{\min} \right) \pi^{\frac{1}{2}} \left[\begin{aligned} &2 + \frac{1}{2} \pi \cdot (2y - 1)^2 + \\ &+ \frac{7}{48} \pi^2 (2y - 1)^4 + + \frac{127}{2880} \pi^3 (2y - 1)^6 \end{aligned} \right]; (4.11)$$

$$C_2(y) = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{4} \left[\frac{\sqrt{\pi}}{2} \left[\begin{aligned} &(2y - 1) + \frac{\pi(2y-1)^3}{12} + \frac{7\pi^2(2y-1)^5}{480} + \\ &+ \frac{127\pi^3(2y-1)^7}{40320} \end{aligned} \right] + 2 \right] + X_{\min}. (4.12)$$

Числові значення випадкової величини у отримується методом нелінійного нормування, використовуючи функціональну залежність (3.2), яка дозволяє отримати функціонально - залежні статистики. Графічний вид функції щільності ймовірностей (4.10) представлено на рисунку 4.2.

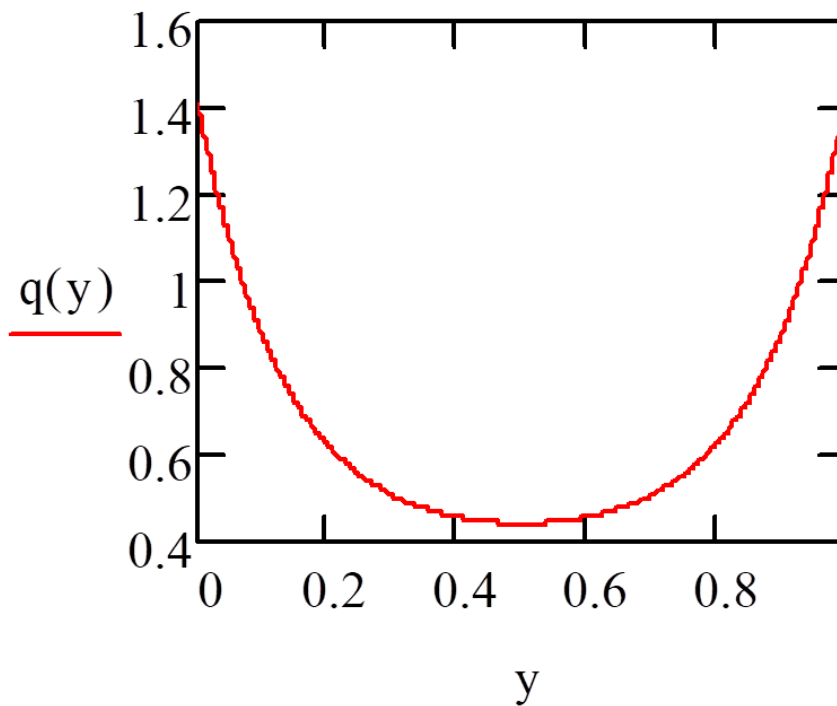


Рис. 4.2. Графічний вид функції щільності ймовірностей (4.10)

Знання функції щільності ймовірностей випадкових величин числових значень оцінок одиничних показників якості на безрозмірній шкалі дає можливість знайти ймовірність того, що значення випадкової величини Y може знаходитись у певному діапазоні (с, d):

$$P(c < y < d) = \int_c^d q(y)dy \quad (4.13)$$

де $q(y)$ - функція щільності розподілу випадкової величини Y .

При виготовленні продукції, наприклад у на машинобудівному підприємстві, важливо знати імовірність попадання значення показника небезпечних чинників в інтервал нормативно допустимих значень. В залежності від інтервалу, в який попав показник небезпечного чинника, залежить величина ризику та управлінське рішення щодо введення коригувальних дій до процесів системи управління безпекою праці.

Для вирішення практичних задач з оцінювання якості системи управління безпекою праці необхідно знайти імовірність того, що значення випадкової величини Y потраплять в діапазон (c, d) . Для цього необхідно вичислити інтеграл (4.13).

Результати розрахунків представлені в таблиці 4.2

$$\int_0^{0,1} q(y)dy = 0,111; \quad \int_{0,1}^{0,2} q(y)dy = 0,073; \quad \int_{0,2}^{0,3} q(y)dy = 0,056;$$

$$\int_{0,3}^{0,4} q(y)dy = 0,048; \quad \int_{0,4}^{0,5} q(y)dy = 0,045; \quad \int_{0,5}^{0,6} q(y)dy = 0,045;$$

$$\int_{0,6}^{0,7} q(y)dy = 0,048; \quad \int_{0,7}^{0,8} q(y)dy = 0,056; \quad \int_{0,8}^{0,9} q(y)dy = 0,073;$$

$$\int_{0,9}^1 q(y)dy = 0,111.$$

Таблиця 4.2.

Імовірність знаходження значення випадкової величини Y в діапазоні (c, d)

Інтервал (c, d)	0- 0,1	0,11- 0,2	0,2- 0,3	0,3- 0,4	0,4- 0,5	0,5- 0,6	0,6- 0,7	0,7- 0,8	0,8- 0,9	0,9- 1	Σ
Імовірність $P(c < y < d)$	0,18	0,12	0,09	0,06	0,05	0,05	0,06	0,09	0,12	0,18	1

Результати інтегрування показали, що площа під кривою функції щільності (4.2, рисунок 4.2) дорівнює одиниці. Цей числовий експеримент підтверджує правильність наукових досліджень. Наступним кроком, розвиваючи запропонований кваліметричний метод, може бути визначення закону розподілу функціонально – залежних статистик на осі ОУ та отримання ефективних оцінок його параметрів. Це потребує проведення ряду наукових досліджень.

Висновки до четвертого розділу

У розділі запропоновано застосувати кваліметричний підхід до оцінювання величини ризику впливу негативних чинників виробництва на людину. У якості математичного апарату застосовувалась теорія математичної статистики, що потребувало знання закону розподілу випадкових значень вимірних чинників, які впливають на здоров'я людини.

Для отримання оцінок впливаючих чинників на безрозмірній шкалі запропоновано застосовувати функцію помилок, яка являється стандартною, та є вбудованою в Microsoft Excel, що підтверджує її достовірність. Для її модернізації введені коефіцієнти, які дозволили застосовувати її для оцінювання і отримувати оцінки у діапазоні (0-1).

Визначили функцію щільності на безрозмірній шкалі, яка являється імовірностями ризиків попадання виміряного значення чинника у будь який інтервал від 0 до 1 за умові, що закон розподілу випадкових факторів являється нормальним.

Визначили функцію щільності функціонально залежних випадкових величин оцінок показників якості за умові, що показники якості підпорядковуються рівномірному закону розподілу.

Проведено апробацію методу та визначено ймовірності потрапляння випадкових величин у заданий інтервал оцінювання.

Список використаних джерел

1. Куташенко М. В. Сутність ризику і причини його виникнення. *Інвестиції: практика та досвід*. 2009. № 6. С. 45-48.
2. Донець Л. І. Аналіз та методи оцінювання ризику. Економічні ризики та методи їх вимірювання : навч. посіб. для студентів ВНЗ. Київ, 2006. С. 101.
3. Посібник з охорони праці для малих і середніх підприємств, організацій і фірм / Іванов В. Н. та ін. Харків: Консульт, 2004. 256 с.
4. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: навч. посібник. Київ: Знання, 2007. 367 с.
5. Черкасов В.В. Проблеми ризику в управлінській діяльності: монографія. Київ: Ваклер, 1999. 288 с.
6. Konrad A. Risikoproduktivität. Berlin, 1992. 149 p
7. Тюріна Н. М., Карвацька Н. С. Зовнішньоекономічна діяльність підприємства : навч. посіб. Центр учбової літератури. Київ, 2012. 408 с.
8. Островська Г. Нова парадигма ризик-менеджменту в контексті зростання вартості корпорації. *Світ фінансів*. 2015. № 3. С. 118-129.
9. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник / Пістун І.П. та ін. Львів: Афіша, 2003. 336 с.
10. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html> (дата звернення: 23.04.2024)
11. Черкасов В. В. Діловий ризик у підприємницькій діяльності. Київ: Лібра, 1996. 160 с.
12. Посохов І. М. Дослідження становлення та наукових розробок вітчизняної школи ризикології. *Формування ринк. відносин в Україні*. 2013. № 9. С. 165-170.
13. Глібчук В. М. Сутність ризику як економічної категорії. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Менеджмент та*

підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. 2007. № 599. С. 102-107.

14. Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. Ризикологія в економіці та підприємстві : монографія. Київ: КНЕУ, 2004. 480 с

15. Фірсова С.М. Вимірювання підприємницького ризику за допомогою фінансового важеля. *Економічний вісник Донбасу*. 2005. №1(2). С.105-107.

16. Мостенська Т. Л., Білан Ю. В., Мостенська Т. Г. Ризик-менеджмент як чинник забезпечення економічної безпеки підприємств. *Актуальні проблеми економіки*. 2015. № 8. С. 193-203.

17. Машина Н. І. Оцінка ризику. Економічний ризик і методи його вимірювання : навч. посіб. для студентів ВНЗ. Київ, 2003. С. 58–88.

18. Шереметинська О. В. , Тюха І. В., Тур О. В. Особливості управління ризиками при здійсненні зовнішньоекономічної діяльності. *Ефективна економіка*. 2022. №5.

19. Герасименко О. М. Еволюція світового ризик-. *Інвестиції: практика та досвід*. 2013. № 12. С. 26-31.

20. World Health Organization (WHO). URL: <https://www.who.int/> (дата звернення: 28.04.2024).

21. Лесенко Г. Професійний ризик виробництва та виробничий травматизм. *Охорона праці*. 2003. № 4. С. 36-38.

22. Ковальов А. П. , Откидач В. В., Джура С. Г. Особливості ризиків сучасної цивілізації. *Безпека життєдіяльності*. 2005. №12. С. 13.

23. Олійник О. О. Розвиток досліджень ризиків у соціально-трудовах відносинах у ризикології. *Економіка та держава*. 2012. № 12. С. 78-81.

24. Delfina R., Paulo A., Matilde R. 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. №262. 121346.

25. Kim Ng, Abdul Rahim, Noor & Iranmanesh, Mohammad & Foroughi, Behzad. (). The role of the safety climate in the successful implementation of safety management systems. *Safety Science*. 2019. №118. P. 48-56.

26. Jain P., Paskan H.J., Waldram S., Pistikopoulo E. N., Mannan M. S. Process Resilience Analysis Framework (PRAF): a systems approach for improved risk and safety management. *J. Loss Prev. Process. Ind.* 2018. №53. P.61–73.
27. Crina B., Daniel F. A comparative analysis of risk assessment techniques from the risk management perspective. *MATEC Web of Conferences.* 2019. № 290. 12003.
28. Li Y., Guldenmund F. Safety management systems: A broad overview of the literature. *Safety Science.* 2018. № 103. P. 94-123.
28. Ginevicius R., Trishch R., Remeikiene R., Gaspareniene L. Complex evaluation of the negative variations in the development of lithuanian municipalities | Kompleksinis lietuovos savivaldybių plėtros neigiamų pokyčių vertinimas. *Transformations in Business and Economics.* 2021. №20(2). P. 635–653.
30. Ginevičius, R., Trišč, R., Remeikienė, R., Zielińska, A., Strikaitė-Latušinskaja, G. Evaluation of the condition of social processes based on qualimetric methods: The COVID-19 case. *Journal of International Studies.* 2022. №15(1). P. 230–249.
31. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Каницька І. В., Багаєв І.О., Фатєєва Л. Ю. Стандартизація режимів стерилізації текстильних матеріалів в умовах пандемії (COVID-19) методом іонізуючого випромінювання. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ».* Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2021. № 4 (10). С. 101–107.
32. Trisch R., Gorbenko E., Dotsenko N., Kim N., Kiporenko G. Development of qualimetric approaches to the processes of quality management system at enterprises according to international standards of the ISO 9000 series. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2016. № 4(3-82). P. 18–24.
33. Cherniak O., Trishch R., Kim N., Ratajczak S. Quantitative assessment of working conditions in the workplace. *Engineering Management in Production and Services.* 2020. №12(2). P. 99–106.
34. Ouyang L., Zheng W., Zhu Y., Zhou X. An interval probability-based FMEA model for risk assessment: A real-world case. *Qual Reliab Engng Int.* 2020. №36: P. 125–143.
35. Jeevith Hegde, Børge Rokseth, Applications of machine learning methods for

engineering risk assessment. *Safety Science*. 2020. Vol. 122. 104492.

36. Ilbahar E., Karaşan A., Cebi S., Kahraman C. A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. *Safety Science*. Vol. 103. 2018. P. 124-136.

37. Moons KG.M, Wolff R.F, Riley RD, Whiting P.F, Westwood M., Collins G.S., Reitsma J.B, Kleijnen J., Mallett S. PROBAST: A Tool to Assess Risk of Bias and Applicability of Prediction Model Studies: Explanation and Elaboration. *Ann Intern Med*. 2019 Jan 1. №170(1):W1-W33.

38. Gul M., Fatih Ak M. A comparative outline for quantifying risk ratings in occupational health and safety risk assessment. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 196. 2018. P. 653-664.

39. Yazdi M. Risk assessment based on novel intuitionistic fuzzy-hybrid-modified TOPSIS approach. *Safety Science*. 2018. Vol. 110, Part A, P. 438-448.

40. Ouyang L., Zheng W., Zhu Y., Zhou X. An interval probability-based FMEA model for risk assessment: A real-world case. *Qual Reliab Engng Int*. 2020. № 36. P. 125–143.

41. Hegde J., Rokseth B. Applications of machine learning methods for engineering risk assessment. *Safety Science*, Vol. 122. 2020. 104492.

42. Ilbahar E., Karaşan A., Cebi S., Kahraman C. A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. *Safety Science*. 2018. Vol. 103, P. 124-136.

43. Pohrebennyk V., Ruda M., Paslavskyi M., Solomon I. Consortiums of ecotones of protective type to ensure the environmental safety on railway line. *Acta facultatis studiorum humanitatis et naturae Universitatis Presoviensis. Natural sciences. Biologyecology*. Vol. XLIII. Presov, Slovak Republik. 2016. P. 172-181

44. Руда М.В. Техногенно-екологічне обґрунтування екосистемного принципу моніторингу консорцій екотонів захисного типу на шляхах залізничного транспорту. *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції*. Харків: НУЦЗУ. 2015. С. 231-233.

45. Руда М. В. Структура та алгоритм управління консорцією екотонів

захисного типу для забезпечення екологічної безпеки на шляхах залізничного транспорту. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції*. Львів: ЛДУ БЖД, 2015. С. 355-357.

46. Trishch R., Sichinava A., Bartoš V., Stasiukynas A., Schieg M. Comparative assessment of economic development in the countries of the european union. *Journal of Business Economics and Management*. 2023. № 24(1). P. 20–36.

47. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Багаєв І. О., Фатєєва Л. Ю. Застосування функціональної залежності для багатокритеріального оцінювання безпеки праці, як об'єкта кваліметрії. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2022. № 1 (19). С. 76–84.

48. Грінченко Г.С., Тріщ Ю.В., Грінченко В.В., Багаєв І.О., Фатєєва Л. Ю. Підходи щодо оцінювання ризиків функціонування систем об'єктів різного призначення. *Машинобудування*. 2022. № 29. С. 70–79.

49. Trishch R., Nechuiviter O., Hrinchenko H., Bubela T., Riabchykov M., Pandova I. Assessment of safety risks using qualimetric methods. *MM Science Journal*, October. 2023. P. 6668 - 6674.

50. Kupriyanov O., Trishch R., Dichev D., Kupriianova K. General Approach for Tolerance Control in Quality Assessment for Technology Quality Analysis. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2023. P. 330–339.

51. Kupriyanov, O., Trishch, R., Dichev, D., Bondarenko, T. Mathematic Model of the General Approach to Tolerance Control in Quality Assessment. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2022, P. 415–423

52. Ginevičius, R., Trishch, R., Bilan, Y., Lis, M., Pencik, J. Assessment of the Economic Efficiency of Energy Development in the Industrial Sector of the European Union Area Countries. *Energiesthis*. 2022. №15(9). 3322.

53. Черняк О. М., Фатєєва Л. Ю., Яковлев М. Ю., Рибальченко Т. П., Зась Д. С., Кузнєцов В. Д. Оцінювання якості системи управління безпекою праці відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 45001:2018 на етапі

функціонування. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2024. № 1 (27). С. 226–235.

ВИСНОВКИ

1. Розробили кількісно-вербальну матрицю, яка дозволяє перевести різні варіанти вербальних оцінок у кодовану чисельну шкалу. Матриця передбачає застосування вербальних шкал із кількістю варіантів оцінок (від 2 до 7), що робить її універсальною.

2. Отримали чисельні значення узагальнених багатокритеріальних оцінок тестів працівників машинобудівного підприємства та системи забезпечення безпечних умов праці на підприємстві в межах репрезентативної вибірки (83 особи).

3. Розроблена методика отримання чисельних значень вербальних оцінок результатів тестування працівників машинобудівного підприємства, яка дає можливість отримувати чисельні значення вербальних оцінок, що дозволяє застосовувати методи математичної статистики для вирішення практичних завдань з управління в системах управління гігієною та безпекою праці на виробництві. Розроблена методика апробована на машинобудівному підприємстві. Внаслідок застосування методики отримано комплексну оцінку системи управління безпекою праці.

4. Проведений вимірювальний експеримент підтвердив, що числові значення будь яких небезпечних чинників, що впливають на здоров'я людей мають статистичні характеристики, такі як середнє арифметичне значення та розмах.

5. Запропоновано методику визначення комплексного показника безпеки праці, застосовуючи чисельне інтегрування методом середніх прямокутників. Запропоновану методику можна вважати універсальною, оскільки її можна застосовувати для будь яких приміщень та підприємств.

6. Запропоновано застосувати кваліметричний підхід до оцінювання величини ризику впливу негативних факторів виробництва на людину. У якості математичного апарату застосовувалась теорія математичної статистики, що потребувало знання закону розподілу випадкових значень вимірних чинників, що впливають на здоров'я людини.

7. Визначили функцію щільності на безрозмірній шкалі, яка являється

імовірностями ризиків попадання виміряного значення чинника у бідь який інтервал від 0 до 1 за умови, що закон розподілу випадкових небезпечних показників являється нормальним.

8. Визначили функцію щільності функціонально залежних випадкових величин оцінок показників якості за умови, що небезпечні показники підпорядковуються рівномірному закону розподілу.

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України

1. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Каницька І. В., Багаєв І.О., Фатєєва Л. Ю. Стандартизація режимів стерилізації текстильних матеріалів в умовах пандемії (COVID-19) методом іонізуючого випромінювання. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2021. № 4 (10). С. 101–107.

Ключові слова: аналіз медичний текстильний матеріал, стерилізація, метод іонізуючого випромінювання, стандартизація режимів, COVID-19.

DOI: 10.20998/2413-4295.2021.04.14.

URL: <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/245927>

(Особистий внесок здобувача: проведено аналіз методів стерилізації текстильних матеріалів. Було виявлено, що застосування гамма-випромінювання – це дуже небезпечний технологічний процес, так як застосовуються природні джерела - гамма-промені, радіаційні технології з гамма-випромінюванням складні при утилізації відпрацьованих джерел енергії та непрості при обслуговуванні, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Черняк О. М.: запропоновано метод іонізуючого випромінювання для стерилізації текстильних матеріалів, відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Сороколат Н. А.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Каницька І. В.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Багаєв І.О.: розроблена математична модель поглинутої дози випромінювання матеріалом, та розрахувати режими опромінення різних

текстильних матеріалів за допомогою інформаційних технологій. Запропоновано метод оцінювання ризиків. Відповідні результати наведені в практичній частині роботи.)

2. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Багаєв І. О., Фатєєва Л. Ю. Застосування функціональної залежності для багатокритеріального оцінювання безпеки праці, як об'єкта кваліметрії. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2022. № 1 (19). С. 76–84.

Ключові слова: функціональна залежність; методика оцінювання; багатокритеріальне оцінювання; об'єкт кваліметрії; узагальнений показник; безпека праці.

DOI: 10.30837/ITSSI.2022.19.076.

URL: <https://itssi-journal.com/index.php/itssi/article/view/318>

(Особистий внесок здобувача: розроблено покрокову методику визначення узагальненого показника безпеки праці на виробництві та на прикладі вимірних чисельних значення небезпечних чинників, показано її дієвість та універсальність, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Черняк О. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Сороколат Н. А. перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.:

Особистий внесок Багаєв І. О.: проаналізовано існуючі функціональні залежності між вимірними значеннями показників якості та їх оцінкою на безрозмірній шкалі, які застосовували для оцінювання об'єктів кваліметрії різної природи. Отримано функціональну залежність між дійсними значеннями показників якості технологічного процесу та їх оцінками на безрозмірній шкалі, результати наведені у відповідній частині роботи.)

3. Сороколат Н. А., Фатєєва Л. Ю. Оцінювання якості процесів системи управління безпекою праці, згідно вимог міжнародного стандарту ISO 45001:2018. *Машинобудування*. 2022. № 29. С. 89–96.

Ключові слова: система управління; оцінювання; показник якості; функція помилок.

DOI: 2079-1747-2022-29-89-96.

URL: <https://jmash.uipa.edu.ua/index.php/jMASH/article/view/289/213>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано застосувати функцію помилок для отримання оцінок показників якості процесів. Отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функцію помилок за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає рівномірному закону розподілу. Результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Сороколат Н. А.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.)

4. Грінченко Г.С., Тріщ Ю.В., Грінченко В.В., Багаєв І.О., Фатєєва Л. Ю. Підходи щодо оцінювання ризиків функціонування систем об'єктів різного призначення. *Машинобудування*. 2022. № 29. С. 70–79.

Ключові слова: ризик, системи, кваліметричне оцінювання, надійність, безвідмовність, відновлюваність.

DOI: 10.32820/2079-1747-2022-29-70-79.

URL: <https://jmash.uipa.edu.ua/index.php/jMASH/article/view/287/211>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано для кваліметричного оцінювання вважати ризиком обернену величину надійності, запропоновано оцінювання ризиків розділити на дві моделі функціонування системи, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Грінченко Г.С.: проаналізовано та виокремлено основні проблеми при кваліметричному оцінювання ризиків. Результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Тріщ Ю.В.: попередня обробка та аналіз даних з їх візуалізацією, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Грінченко В.В.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Багаєв І.О.: запропоновано в якості оцінювання ризиків функціонування систем функціональну залежність між дійсними значеннями показників якості технологічного процесу та їх оцінками на безрозмірній шкалі та фізико-статистичну математичну модель на основі інформаційних методів оцінювання інтенсивності відмов та ймовірності відновлення роботи системи, результати наведені у відповідній частині роботи.)

5. Сороколат Н. А., Фатєєва Л. Ю. Застосування функції помилок для оцінювання якості об'єктів кваліметрії. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2022. № 4 (14). С. 53–58.

Ключові слова: оцінювання якості, кваліметричні методи, функція помилок, показник якості, об'єкти різної природи

DOI: 10.20998/2413-4295.2022.04.08

URL: <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/268685>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано для кількісного оцінювання якості об'єктів різної природи пропонується застосовувати функцію помилок. Отримано функцію щільності оцінок одиничних показників безпеки праці на безрозмірній шкалі, застосовуючи функцію помилок за умови, що закон розподілу числових значень одиничних показників безпеки праці відповідає нормальному закону розподілу, результати наведені у відповідній частині роботи)

Особистий внесок Сороколат Н. А.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.)

6. Черняк О. М., Сороколат Н. А., Бурдейна В. М., Фатєєва Л. Ю., Багаєв І. О. Застосування методу середніх прямокутників для отримання комплексного

показника безпеки праці. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2023. № 1 (23). С. 115–122.

Ключові слова: кваліметрія; комплексний показник; оцінювання; метод інтегрування; метод середніх прямокутників; безпека праці

DOI: 10.30837/ITSSI.2023.23.115.

URL: <https://itssi-journal.com/index.php/itssi/article/view/372>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано застосувати метод середніх прямокутників для визначення комплексного показника шкідливого виробничого чинника, результати наведені у відповідній частині роботи

Особистий внесок Черняк О. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Сороколат Н. А.: проаналізовано низку сучасних наукових праць, у яких розглянуто кількісне оцінювання якості об'єктів кваліметрії різної природи, що мають неоднакові показники якості та різні шкали вимірювання, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Бурдейна В. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Багаєв І. О.: графічно побудовано часовий ряд змін показників шкідливих чинників з плином часу, визначено комплексний показник безпеки праці на виробництві за допомогою інформаційних технологій та методом середніх прямокутників. Відповідні результати наведені в практичній частині роботи).

7. Черняк О. М., Сороколат Н.А., Фатєєва Л. Ю., Багаєв І. О., Тріщ Ю. В. Застосування методу інтегрування для отримання комплексного показника безпеки праці. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2023. № 1 (15). С. 60-67.

Ключові слова: кваліметрія, комплексний показник, багатокритеріальне оцінювання, метод інтегрування, метод трапецій, безпека праці

DOI: 10.20998/2413-4295.2023.01.08.

URL: <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/274797>

(Особистий внесок здобувача: запропоновано застосувати метод інтегрування для визначення комплексного показника шкідливого виробничого чинника, запропонована апробація методики визначення комплексного показника безпеки праці на виробництві, результати наведені у відповідній частині роботи.

Особистий внесок Черняк О. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту роботи. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Сороколат Н. А.: аналіз проблемної області та робіт присвяченій цій області, відповідна частина наведена в роботі.

Особистий внесок Багаєв І. О.: графічно побудовано часовий ряд змін показників шкідливих чинників з плином часу, визначено комплексний показник безпеки праці на виробництві застосовуючи інформаційні технології. Відповідні результати наведені в практичній частині роботи.

Особистий внесок Трищ Ю.В.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації).

8. Черняк О. М., Фатєєва Л. Ю., Яковлев М. Ю., Рибальченко Т. П., Зась Д. С., Кузнєцов В. Д. Оцінювання якості системи управління безпекою праці відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 45001:2018 на етапі функціонування. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. № 1 (27). С. 226–235.

Ключові слова: оцінювання; кваліметрія; узагальнений показник; шкідливі та небезпечні чинники; статистичні методи; система управління безпекою праці.

DOI: 10.30837/ITSSI.2024.27.226

URL: <https://itssi-journal.com/index.php/itssi/article/view/472>

(Особистий внесок здобувача: Розроблено кількісно-вербальну матрицю з використанням функціональної залежності - функції помилок для оцінювання якості системи управління безпекою праці. Проаналізовано динамічний характер процесів і важливість моніторингу та аналізу інформації для забезпечення ефективних практик управління безпекою праці.

Особистий внесок Черняк О. М.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, перевірка тексту. Відповідні результатом є матеріалами публікації..

Особистий внесок Яковлев М. Ю.: перевірка наукової достовірності отримуваних результатів, редагування. Відповідні результатом є матеріалами публікації.

Особистий внесок Рибальченко Т. П.: проаналізовано вимоги міжнародного стандарту ISO 45001:2018 з метою визначення необхідності проведення моніторингу, вимірювання та аналізу функціонування системи управління безпекою праці.

Особистий внесок Зась Д. С.: попередня обробка та аналіз даних з їх візуалізацією. Відповідні результатом є матеріалами публікації

Особистий внесок Кузнєцов В. Д.: попередня обробка та аналіз даних з їх візуалізацією. Відповідні результатом є матеріалами публікації).

*Статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до
Європейського Союзу*

9. Черняк О. М., Фатєєва Л. Ю., Теслов О.А. Застосування кваліметричних методів оцінювання якості процесів у системі управління безпекою праці. *Quality of Life in Global and Local Contexts: Values, Innovation, and Multidisciplinary Dimensions: Monograph*. Opole: The Academy of Applied Sciences – Academy of Management and Administration in Opole, 2023; P. 155-159

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Фатєєва Л. Ю. Розслідування нещасних випадків на виробництві: методологічне підґрунтя. Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення: матеріали міжнар. наук-практ. конф. (м. Харків, 25-26 січня 2022 року). Харків, 2022. С. 34-35.

11. Фатєєва Л. Ю. Оцінювання динамічних характеристик процесів системи управління безпекою праці. Наука. Інновації. Якість: матеріали націон. наук-практ. форуму (м. Харків, 09-10 серпня 2022 року). Харків, 2022. С. 17-19.

12. Фатєєва Л. Ю. Якість проведення фоноскопичної експертизи – як запорука якісної доказової бази в судово-слідчій і експертній практиці. Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення: матеріали II міжнар. наук-практ. конф. (м. Харків, 14-15 березня 2023 року). Харків, 2023. С. 10-11.

13. Грінченко Г. С., Фатєєва Л. Ю., Мазорчук К. К. Удосконалення підходів до оцінювання якості шляхом застосування кваліметричних методів оцінювання ризиків. Мехатронні системи : інновації та інжиніринг : тези доповідей VII Міжнародної наук.-практ. конф. Київ : КНУТД, 2023. С. 263-264.

14. Негодов С.С., Грінченко В.В., Фатєєва Л. Ю. Удосконалення нормативного забезпечення в сфері оцінювання безпеки промислових об'єктів. Освіта та технології для розвитку суспільства: збірник тез доповідей LVIII Науково–практичної конференції здобувачів вищої освіти академії (м. Харків, 13 – 17 листопада). Харків:УІПА. Т.1. 2023. С. 10.

15. Черняк О.М.,Фатєєва Л.Ю., Рибальченко Т. П. Оцінювання ризиків на виробництві кваліметричними методами. Управління розвитком соціально-економічних систем: Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 21-22 березня 2024 року). Харків: ДБТУ. Ч. 2. 2024. С. 270-273.

ДОКУМЕНТИ, ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ОСНОВНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор
науково-педагогічної роботи
Української інженерно-
педагогічної академії



Сергій ПЕТРОВ

« 10 » 05 2024р

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Результатів наукових досліджень дисертаційної роботи
Фатєєвої Ліни Юріївни

В навчальному процесі Української інженерно – педагогічної академії.

Комісія у складі:

голови - завідувача кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій, доктора технічних наук, професора Канюка Г. І.;

членів комісії: декана факультету енергетики і автоматизації, кандидата технічних наук, доцента Антоненко Н.С.; кандидата технічних наук, доцента кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Артюх С. М.; кандидата технічних наук, доцента кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Грінченко Г. С., встановила, що результати наукових досліджень Фатєєвої Л.Ю. запроваджені у навчальному процесі УПА у вигляді:

- теоретичних матеріалів при вивченні навчальних дисциплін: «Інформаційні системи оцінювання якості»; «Кваліметрія»; «Управління якістю технологічних процесів»;
- практичної роботи з дисципліни «Управління якістю в системі технічного регулювання»;
- при виконанні курсових та дипломних проектів магістрів для спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» освітньо-професійної програми «Якість, стандартизація та сертифікація».

Члени комісії

Голова комісії

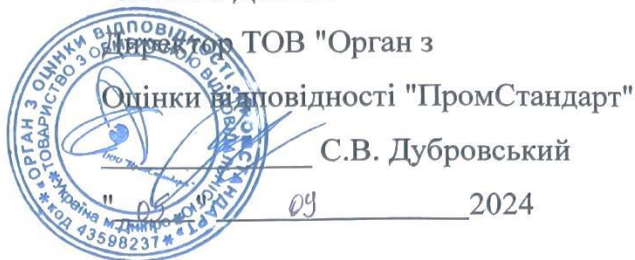
Геннадій КАНЮК

Наталія АНТОНЕНКО

Світлана АРТЮХ

Ганна ГРІНЧЕНКО

"ЗАТВЕРДЖУЮ"



С.В. Дубровський

09 2024

**АКТ впровадження
результатів наукових досліджень дисертаційної роботи
Ліни ФАТЄЄВОЇ**


Ми, представники органу з сертифікації систем менеджменту ТОВ «Орган з оцінки відповідності "ПРОМСТАНДАРТ": Денисенко Марина Володимирівна, аудитор з сертифікації СУЯ згідно вимог ДСТУ EN ISO 9001: 2018 (EN ISO 9001:2015, IDT; ISO 9001:2015, IDT); ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001: 2015, IDT); ISO 9001:2015 (сертифікат аудитора № UA ОСП ПЕ 2022 - 001/1220 від 20.12.2022 р. до 19.12.2025 р.), Ковальова Наталія Василівна - Головний аудитор систем менеджменту якості (ДСТУ EN 180 9001:2018, ДСТУ ISO 9001: 2015, ISO 9001:2015) (сертифікат аудитора № ГАСМЯ.091 від 14.12.2021 р. чинний до 14.12.2024 р.) та здобувач Української інженерно-педагогічної академії (УІПА) – Фатєєва Ліна Юріївна, склали цей акт про те, що відповідно до угоди про співпрацю між ТОВ "ООВ ПРОМСТАНДАРТ" та УІПА, ТОВ "ООВ ПРОМСТАНДАРТ" випробувало методику оцінювання процесів системи управління якістю кваліметричними методами відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 9001:2015, яка передбачала наступне:


Апробовано методику отримання оцінок результатів тестування працівників машинобудівного підприємства, яка дає можливість отримувати чисельні значення на вербальній шкалі, що дозволяє застосовувати методи математичної статистики для вирішення практичних завдань з управління в системах управління гігієною та безпекою праці на виробництві. Розроблена методика апробована на машинобудівному підприємстві. Внаслідок застосування методики отримано комплексну оцінку системи управління безпекою праці.

Дана методика універсальна, тому може бути застосована при оцінюванні якості процесів власної системи управління органу з підтвердження відповідності систем менеджменту ТОВ "ООВ "ПРОМСТАНДАРТ", та рекомендована підприємствам і організаціям, які впроваджують та сертифікують свою систему управління, як типову.

Від ТОВ "ООВ "ПРОМСТАНДАРТ"

Від УІПА


Марина ДЕНИСЕНКО


Наталія КОВАЛЬОВА


Ліна ФАТЄЄВА

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 16:26:51 12.02.2025

Назва файлу з підписом: ДИСЕРТАЦІЯ ФАТЄЄВА Л.Ю..pdf
Розмір файлу з підписом: 3.4 МБ

Перевірені файли:
Назва файлу без підпису: ДИСЕРТАЦІЯ ФАТЄЄВА Л.Ю..pdf
Розмір файлу без підпису: 3.3 МБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Фатєєва Ліна Юріївна
П.І.Б.: Фатєєва Ліна Юріївна
Країна: Україна
РНОКПП: 2990611940
Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 16:28:16
12.02.2025
Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг
Серійний номер: 382367105294AF9704000000CDC85700ABC58003
Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301
Алгоритм підпису: ДСТУ 4145
Тип підпису: Кваліфікований
Тип контейнера: Підписаний PDF-файл (PAdES)
Формат підпису: З повними даними для перевірки (PAdES-B-LT)
Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2025.02.05 13:00