

ВІДГУК

офіційного опонента,

доктора технічних наук, професора Вамболя Сергія Олександровича
на дисертаційну роботу Кравченка Богдана Дмитровича
«Інтегральна оцінка професійних ризиків при виборі і експлуатації засобів
індивідуального захисту»,
за спеціальністю 263 – Цивільна безпека, галузь знань 26 – Цивільна безпека,
подану до спеціалізованої вченої ради PhD на здобуття наукового ступеня
доктора філософії

Актуальність теми дисертації, її зв'язок із науковими програмами, планами, темами

У сучасних умовах розвитку промислового виробництва одним із ключових напрямів державної політики у сфері охорони праці є перехід від реагування на наслідки небезпечних подій до ризик-орієнтованого управління виробничою безпекою. Такий підхід передбачає своєчасне виявлення професійних небезпек, кількісне оцінювання ризиків та прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо їх мінімізації. Особливого значення ця проблема набуває під час вибору та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання, ефективність яких визначається не лише їх технічними характеристиками, а й умовами використання, фізіологічним станом працівника, правильністю експлуатації та відповідністю конкретним виробничим небезпекам.

Незважаючи на значну кількість досліджень у сфері оцінювання професійних ризиків, більшість існуючих методичних підходів розглядає окремі складові ризику ізольовано. Одні методи орієнтовані на аналіз людського фактора, інші — на оцінювання технічних відмов, захисної ефективності засобів індивідуального захисту або економічних аспектів їх застосування. Водночас відсутність комплексного підходу до інтегрування зазначених чинників не дозволяє сформувати об'єктивну кількісну оцінку професійного ризику під час вибору та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання, що знижує ефективність функціонування сучасних систем управління охороною праці.

Особливу актуальність дослідженню надає впровадження в Україні міжнародних стандартів управління професійними ризиками, насамперед ISO 45001 та ISO 31000, які визначають необхідність системного оцінювання ризиків на всіх етапах виробничої діяльності. За таких умов виникає потреба у створенні науково обґрунтованих методів, здатних комплексно враховувати взаємозв'язок між людським фактором, конструктивними особливостями засобів індивідуального захисту, експлуатаційними ризиками, ефективністю їх функціонування та економічною доцільністю використання.

З огляду на це дисертаційна робота Кравченка Богдана Дмитровича, присвячена розробленню інтегральної моделі оцінки професійних ризиків при виборі та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання, є своєчасною, актуальною та має важливе наукове і практичне значення.

Запропонований у роботі комплексний підхід дозволяє перейти від оцінювання окремих характеристик засобів захисту до формування єдиного інтегрального показника професійного ризику, що створює методологічне підґрунтя для прийняття більш обґрунтованих рішень у сфері забезпечення безпечних умов праці.

Дисертаційна робота виконана відповідно до основних напрямів наукової діяльності кафедри охорони праці та цивільної безпеки Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» та присвячена вирішенню актуальних науково-прикладних завдань удосконалення системи управління професійними ризиками при застосуванні засобів індивідуального захисту органів дихання. Тематика дослідження відповідає сучасним тенденціям розвитку ризик-орієнтованого підходу до забезпечення безпеки праці, положенням міжнародних стандартів ISO 45001 та ISO 31000, а також державній політиці України щодо підвищення рівня безпеки виробничих процесів і профілактики професійних захворювань.

Основні результати дисертаційного дослідження логічно продовжують наукові дослідження кафедри у сфері вдосконалення засобів індивідуального захисту працівників, оцінювання професійних ризиків та розроблення сучасних методів управління виробничою безпекою. Запропоновані автором методичні підходи, математичні моделі та конструктивні рішення спрямовані на практичну реалізацію принципів ризик-орієнтованого управління охороною праці та можуть бути використані під час подальших наукових досліджень і впровадження сучасних систем менеджменту безпеки праці.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна

Обґрунтованість наукових результатів ґрунтується на коректному використанні сучасного математичного апарату, достатньому обсязі експериментальних досліджень та логічній взаємозалежності всіх етапів роботи. Здобувач послідовно реалізував концепцію від аналізу проблеми до створення завершеної моделі, кожен крок якої має теоретичне та/або експериментальне підґрунтя.

Достовірність забезпечується:

- використанням апробованих методів теорії надійності (SPAR-H), аналізу небезпек (HAZOP, FMEA);
- проведенням лабораторних випробувань в акредитованому випробувальному центрі згідно з ДСТУ EN 149, EN 140, EN 13274;
- статистичною обробкою експериментальних даних з оцінкою невизначеності при $P < 0,05$ (JCGM 100:2008);
- порівнянням теоретичних розрахунків з експериментальними даними (відносна похибка $< 15\%$).

Під час виконання роботи автор застосував комплекс взаємодоповнювальних методів дослідження. Теоретичні положення ґрунтуються на аналізі наукових праць, міжнародних і національних нормативних документів, сучасних методів оцінювання професійних ризиків

та математичного моделювання. Для підтвердження отриманих результатів використано чисельне моделювання, лабораторні дослідження, експериментальні випробування, статистичну обробку результатів та їх порівняльний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів, положень та висновків дисертаційної роботи

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у вирішенні актуального науково-прикладного завдання, що полягає в розробленні та вдосконаленні методів інтегральної оцінки професійних ризиків при виборі та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання.

Автором

- **створено інтегральну модель професійного ризику (IPR)**, яка вперше поєднує в мультиплікативній формі п'ять ключових факторів – імовірність помилки, експлуатаційний ризик, обернену захисну ефективність, обернений ресурс фільтра та відносний економічний індекс. Це дозволяє відмовитися від фрагментарного аналізу окремих характеристик на користь системного критерію прийняття рішень.

- **модифіковано метод SPAR-H** шляхом введення коефіцієнтів K_t , K_n , K_r , які враховують реальні параметри підмаскового простору. На відміну від класичної версії, що оперує дискретними експертними балами, автор запропонував неперервні лінійні залежності, що дозволяє кількісно оцінити зниження надійності при підвищенні температури, вологості та пульсу.

- **розроблено економічний критерій вибору ЗІЗОД**, який, на відміну від традиційного підходу «мінімізація ціни», враховує також приховані втрати (зниження продуктивності, професійні захворювання). Це суттєво розширює горизонт планування витрат на охорону праці.

- **удосконалено конструкцію обтюратора** шляхом локальної перфорації, що забезпечує адаптацію до індивідуальної геометрії обличчя, чого не досягають стандартні рішення (носові затискачі, додаткові ущільнювачі).

Оцінка змісту роботи, її структури та повноти викладу результатів

Дисертація має логічну, завершену структуру: вступ, три розділи, висновки, список літератури (211 джерел, з них 154 англійською) та додатки. Обсяг основного тексту – 261 сторінка, ілюстрований 63 таблицями та 13 рисунками, що є достатнім для висвітлення результатів.

У вступі автор обґрунтував актуальність теми, визначив мету та завдання дослідження, сформулював об'єкт і предмет дослідження, окреслив наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану проблеми оцінювання професійних ризиків під час вибору та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання. Автор критично проаналізував сучасні підходи до оцінювання ризиків, показав їх переваги та обмеження і переконливо довів, що існуючі методики не забезпечують комплексного врахування людського фактора, технічного стану засобів захисту, умов їх

експлуатації та економічних аспектів застосування. На підставі проведеного аналізу сформульовано напрями подальших досліджень, які стали основою наступних розділів дисертації.

У другому розділі розроблено методичні засади інтегральної оцінки професійних ризиків. Найбільший інтерес викликає запропонований автором підхід до поєднання модифікованої методики SPAR-H з інтегрованим використанням HAZOP та FMEA. Таке поєднання дозволило врахувати вплив людського чинника, можливі відмови засобів захисту та ризику, що виникають під час їх експлуатації. У результаті автор сформував цілісну систему оцінювання, яка є методологічною основою всієї дисертаційної роботи.

Третій розділ містить результати експериментальних досліджень і розробок, спрямованих на підвищення ефективності засобів індивідуального захисту органів дихання. Автор не обмежився теоретичними дослідженнями, а запропонував конкретні конструктивні рішення щодо удосконалення обтюратора, системи кріплення респіратора та математичної моделі коефіцієнта захисту. Важливо, що всі запропоновані рішення підтверджені результатами моделювання, лабораторних випробувань та експериментальних досліджень. Практичну цінність розділу підсилює розроблене програмне забезпечення для прогнозування часу захисної дії фільтрів протигазів.

У четвертому розділі автор об'єднав отримані результати в інтегральну модель оцінювання професійного ризику, яка поєднує результати попередніх досліджень у єдину систему підтримки прийняття рішень. Запропонований підхід доповнено економічним критерієм вибору засобів індивідуального захисту та механізмом постійного вдосконалення на основі циклу PDCA, що підвищує практичну цінність роботи та створює можливості для її використання у виробничій діяльності підприємств.

Загалом зміст дисертації свідчить про системний підхід автора до вирішення поставленого наукового завдання. Робота побудована таким чином, що результати кожного розділу є підґрунтям для наступного, а всі отримані результати логічно поєднані між собою та спрямовані на досягнення поставленої мети дослідження.

Практичне значення роботи полягає у наступному

1 Практична цінність дисертації полягає у розробці

- «Положення про ідентифікацію невідповідностей та розрахунок пріоритетного числа ризику засобів індивідуального захисту працівників» (додаток А), яке є готовим нормативно-методичним документом, придатним для впровадження на будь-якому промисловому підприємстві. Воно містить матрицю ризиків, критерії оцінки, карту ідентифікації та розподіл відповідальності.

- конструкції обтюратора, що забезпечує зниження коефіцієнта проникнення аерозолі на 65–68 %, та вставки-індикатори контролю натягу ремінців (5–6 Н), що дозволяють візуально контролювати герметичність.

- програмного комплексу для прогнозування ресурсу фільтрів, який дозволяє планувати заміну фільтрів не за емпіричними графіками, а на основі реальних умов експлуатації.

- економічного критерію, що дозволяє підприємствам оцінювати доцільність переходу на дорожчі, але більш ефективні засоби захисту з урахуванням довгострокових вигод (зниження захворюваності, підвищення продуктивності).

Результати роботи впроваджено в навчальний процес НТУ «Дніпровська політехніка» (дисципліни з проектування ЗІЗ) та у виробництво ТОВ НВП «СТАНДАРТ», що підтверджено актами впровадження

Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам

За своїм змістом, структурою, рівнем наукового опрацювання матеріалу та оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертація є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання, що має важливе значення для розвитку теорії та практики оцінювання професійних ризиків при виборі та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання. Поставлена мета досягнута, а сформульовані завдання послідовно вирішені, що підтверджується змістом роботи та наведеними результатами досліджень.

Обсяг дисертації, логіка викладення матеріалу, рівень наукових узагальнень, обґрунтованість висновків та оформлення роботи відповідають чинним вимогам, встановленим для дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Повнота викладення результатів дослідження в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлено у наукових публікаціях автора. Усього за результатами дисертаційних досліджень опубліковано 25 праць, у тому числі 7 статей у фахових виданнях, 2 статті у виданнях, які включені до міжнародної наукометричної бази SCOPUS та 16 тез доповідей міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференцій. Опубліковані праці відображають основний зміст дослідження, його наукову новизну, практичне значення та результати експериментальних досліджень.

Зміст публікацій відповідає основним положенням дисертації та охоплює всі ключові етапи виконаного дослідження – від аналізу існуючих підходів до оцінювання професійних ризиків і розроблення методичних засад інтегральної оцінки до експериментального підтвердження отриманих результатів та їх практичного впровадження.

Кількість і характер наукових публікацій відповідають вимогам, установленим для дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а основні результати дослідження пройшли необхідну апробацію на наукових конференціях і отримали належне висвітлення у фахових наукових виданнях.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Під час ознайомлення з дисертаційною роботою та науковими публікаціями автора порушень принципів академічної доброчесності не виявлено.

У роботі належним чином наведено посилання на використані наукові джерела, нормативні документи та результати досліджень інших авторів. Викладені в дисертації наукові положення, результати, висновки та рекомендації мають ознаки самостійно виконаного дослідження, а запозичення оформлено відповідно до вимог академічної етики.

Зміст дисертаційної роботи та опублікованих наукових праць дає підстави вважати, що автор дотримувався принципів академічної доброчесності під час виконання дослідження та оприлюднення його результатів.

Дискусійні положення та зауваження

1. У п. 1.4 на Рис. 1.1. Ієрархія контролю ризиків (контрольна піраміда NIOSH) [представлено 5-ти ступеневе пріоритетне застосування більш ефективних заходів, починаючи від найбільш радикальних і закінчуючи менш ефективними. Чи не доцільно було б інше візуалізація пріоритетів (перевернути піраміду), тоді в основі були б саме більш ефективних заходи видалення джерела ризику?

2. У п. 1.5. проводився аналіз небезпек і небезпечних чинників, що знижують експлуатаційні показники ЗІЗОД. Чи розглядався вплив на психофізичний стан працівника такий фактор як безперервна тривалість використання ЗІЗОД протягом робочого процесу?

3. У п. 2.2 наведено формулу 2.1 щодо сумарного впливу негативних чинників. Не зовсім є зрозумілим як підсумкова ймовірності помилки людини Human Error Probability (HEP) може перевищити максимально можливе значення 1,0.

4. У п. 2.4.2 Теоретичні основи розрахунку коефіцієнта захисту ЗІЗОД для формул 2,4, 2.5 та інше не вказано розмірність параметрів R_f , $R_{об}$, $R_{інші}$. Судячи з подальшої логіки досліджень це мають бути безрозмірні параметри.

5. У п. 3.1 Розробка моделі надійності людини при експлуатації ЗІЗОД на основі модифікованого методу SPAR-H зазначено що проведено тестування респіраторів із залученням групи випробувачів, у дослідженні взяли участь 6 осіб. Чим обумовлено саме така кількість осіб?

6. За результатами експериментальних досліджень було отримано Залежність між енергетичними витратами організму користувача та показником надійності при використанні засобів захисту, коефіцієнту надійності при промовлянні (рисунки 3.3 та 3.4). Чи було б доцільно зробити поліноміальний опис цих графіків?

Наведені зауваження мають переважно дискусійний характер, не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та не знижують наукової і практичної цінності отриманих результатів. Вони можуть бути враховані автором у подальших наукових дослідженнях.

Загальний висновок

Подана до захисту дисертаційна робота Кравченка Богдана Дмитровича на тему «Інтегральна оцінка професійних ризиків при виборі і експлуатації засобів індивідуального захисту» є завершеною самостійною науковою працею, у якій вирішено актуальне науково-прикладне завдання підвищення ефективності управління професійними ризиками при виборі та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання шляхом розроблення інтегральної моделі оцінювання професійних ризиків, що комплексно враховує людський фактор, експлуатаційні ризики, захисну ефективність, прогнозований ресурс захисної дії та економічні критерії прийняття рішень.

Отримані автором результати характеризуються науковою новизною, достатнім рівнем обґрунтованості та практичною значущістю. Запропоновані методичні підходи, математичні моделі, конструктивні рішення та програмне забезпечення розширюють можливості ризик-орієнтованого управління професійною безпекою та можуть бути використані під час вибору, експлуатації й удосконалення засобів індивідуального захисту органів дихання на промислових підприємствах. Практичну цінність роботи підтверджує впровадження її результатів у виробничу діяльність та освітній процес.

Основні результати дисертації достатньо повно висвітлено у наукових публікаціях автора, пройшли необхідну апробацію на наукових конференціях та відповідають вимогам, встановленим для дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Порушень принципів академічної доброчесності під час виконання дисертаційної роботи не виявлено.

За актуальністю теми, науковою новизною, теоретичним рівнем, практичним значенням, обґрунтованістю наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційна робота Кравченка Богдана Дмитровича на тему «Інтегральна оцінка професійних ризиків при виборі і експлуатації засобів індивідуального захисту» відповідає вимогам пунктів 5–9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 «Цивільна безпека».

Офіційний опонент:

завідувач кафедри безпеки праці та навколишнього середовища,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»

доктор технічних наук, професор

Сергій ВАМБОЛЬ

*підпис
першого
рецензента:*



*науково-рецензентський
Руслан
МИРУЩЕНКО*