

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Калашнікова Івана Володимировича
«Науково-методологічний інструментарій оцінки
територіального ризику на хімічно небезпечних об'єктах»,
яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці

Відгук складено на основі вивчення дисертації, автореферату, опублікованих здобувачем результатів наукових досліджень і матеріалів, які підтверджують впровадження результатів роботи.

Актуальність теми. Дисертаційна робота присвячена одній із важливих наукових проблем в галузі охорони праці – розробці методологічних основ оцінювання територіального ризику на хімічно небезпечних об'єктах. Актуальність теми пов'язана з тим, що, відповідно до ст. 10 Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» та на виконання вимог Порядку декларування об'єктів підвищеної небезпеки, затвердженого постановою КМУ від 11 липня 2002 р. №956 «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки», для об'єктів підвищеної небезпеки організовується розроблення і складання декларації безпеки об'єкта підвищеної небезпеки. В основу декларації безпеки покладено аналіз рівнів ризиків на об'єкті. Такий аналіз неможливо виконати без спеціалізованих методів оцінювання ризиків. Тому розробка ефективних методів визначення рівнів ризику на об'єктах підвищеної небезпеки є дуже важливою проблемою. Адекватне оцінювання ризику на об'єктах підвищеної небезпеки дає можливість розробляти ефективні та науково обґрунтовані системи захисту працівників, що в підсумку впливає на зниження ступеню небезпеки та ризику ураження на промисловому об'єкті. Науковий підхід, що був розроблений в дисертаційній роботі, дозволяє вирішити цю задачу принципово на якісно новому рівні.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, базується на:

1. Порівнянні та збігові отриманих теоретичних результатів з результатами експериментальних досліджень.

2. Порівнянні та збігові отриманих результатів з відомими аналітичними рішеннями моделюючих рівнянь, що використовуються для розробки технології оцінювання потенційного територіального ризику ураження працівників.

3. Порівнянні та збігові отриманих результатів з відомими в науковій літературі даними.

4. Коректності постановки крайових задач при проведенні теоретичних досліджень на базі розроблених методів.

5. Використанні сучасних чисельних методів вирішення фундаментальних рівнянь механіки суцільного середовища.

Вх. № 37 - 05/80
14.04.2001

6. Коректності постановки задач дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна результатів, що отримані в дисертації така:

– вперше розроблено 2D-, 3D-методи просторово-часового оцінювання потенційного територіального ризику токсичного ураження працівників на хімічно небезпечних об'єктах, що дозволяють врахувати вплив наявності будівель, хімічної трансформації небезпечних речовин у повітрі, ймовірності різних погодних умов на формування зон ризику;

– вперше розроблено балансову модель для оцінювання потенційного територіального ризику токсичного ураження людей на хімічно небезпечних об'єктах при аварійних викидах небезпечних речовин, яка дозволяє враховувати ймовірність різних погодних умов, хімічну трансформацію небезпечних речовин у повітрі, їхнє сухе осадження та вимивання опадами, тип викиду хімічно небезпечної речовини;

– вперше розроблено методи просторово-часового оцінювання територіального ризику термічного ураження персоналу при виникненні екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах, що дозволяють враховувати наявність будівель, ймовірність різних погодних умов, ймовірність місця займання на формування зон ризику;

– дістав подальшого розвитку 2D-метод експрес-оцінювання безпечного місця розташування сховищ із хімічно небезпечними речовинами, який, на відміну від існуючих, враховує нестаціонарний викид хімічно небезпечних речовин. Цей метод також дозволяє оперативно визначати пояс безпеки для важливих об'єктів при терористичних актах із використанням хімічних агентів;

– дістав подальшого розвитку 3D-метод обґрунтування безпечного місця розташування сховищ із хімічно небезпечними речовинами, який, на відміну від існуючих, враховує вплив наявності будівель, метеорологічних умов, хімічної трансформації небезпечних речовин у повітрі. Цей метод також дозволяє визначати пояс безпеки для важливих об'єктів при терористичних актах із використанням хімічних агентів;

– удосконалено метод оцінювання ефективності використання повітряної завіси біля промислової будівлі для зниження ризику токсичного ураження персоналу на промисловому майданчику, який, на відміну від існуючих, враховує нестаціонарний просторовий розподіл концентрації хімічно небезпечної речовини біля будівлі;

– науково обґрунтовано ефективність використання екрану на промисловій будівлі для локального зниження ризику токсичного ураження персоналу на промисловому майданчику;

– вдосконалено метод оцінювання ефективності використання повітряного душу в промисловому приміщенні для зниження ризику токсичного ураження персоналу при виникненні екстремальної ситуації, який, на відміну від існуючих, враховує нестаціонарність процесу емісії хімічно небезпечної речовини та наявність перешкод у робочому приміщенні;

– дістав подальшого розвитку метод розрахунку руху небезпечних речовин у дихальних шляхах працівника при вдиханні ним забрудненого повітря, який, на відміну від існуючих, враховує геометричну форму дихальних шляхів та нестационарний процес руху хімічно небезпечних речовин у них.

Практична цінність дисертаційної роботи. Практичну цінність роботи можна сформулювати наступним чином.

Автор дисертаційної роботи розробив ефективні методи оцінювання ризику токсичного та термічного ураження працівників у випадку екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах. Важливою особливістю цих методів є те, що вони дозволяють визначати просторово-часовий розподіл територіального ризику на території промислового об'єкту, тобто користувач отримує мапу, що чітко показує, де є ризик ураження працівників, а де цей ризик є мінімальним, та як ці зони безпеки змінюються з часом на території підприємства. Раніше таку інформацію щодо формування зон безпеки отримати було неможливо, так як відсутні були методи розрахунку. Отримання такої інформації дозволяє на якісно новому рівні аналізувати рівень безпеки на підприємстві та розробляти адекватні захисні заходи з метою зниження ризику ураження працівників при екстремальних ситуаціях на хімічно небезпечних об'єктах. Дуже важливим є те, що ефективність розроблених методів оцінювання ризику не залежить від діяльності підприємства, що було показано автором на прикладі рішення різних задач. Особливо важливо підкреслити, що розроблені автором методи дозволяють вирішувати задачі, для яких неможливо поставити фізичний експеримент.

Для практики є важливим комплекс математичних моделей, що дозволяють оперативно оцінювати ефективність різних методів захисту робочих зон від хімічного забруднення при виникненні екстремальної ситуації на хімічно небезпечному об'єкті. Дані методи дозволяють зменшити частину експериментальних досліджень, що є дуже коштовними для задач даного класу.

Також потрібно вказати, що дослідження проводилися згідно з напрямом наукової роботи кафедри гідравліки та водопостачання Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, відповідно до програм науково-дослідних робіт: «Розробка методів аналізу та прогнозу якості повітряного середовища в робочих та цивільних приміщеннях» (№ держреєстрації 0115U007224, 2016-2018 рр.), «Захист інфраструктури при терористичних актах» (№ держреєстрації 0115U007228, 2016-2018 рр.), «Захист навколишнього середовища на об'єктах транспортної інфраструктури» (№ держреєстрації 0115U007227, 2016-2018 рр.), «Моделювання процесів забруднення навколишнього середовища при надзвичайних ситуаціях та організованих викидах забруднюючих речовин» (№ держреєстрації 0115U007226, 2016-2018 рр.), «Моделі та методи оцінки ризику, рівня забруднення навколишнього середовища при надзвичайних ситуаціях» (№ держреєстрації 0120U101078, 2020-2021 рр.).

Слід підкреслити, що наукові розробки автора, розроблені моделі та методи оцінювання ризику, комп'ютерні програми використовуються Державною

службою з надзвичайних ситуацій України (ДСНС України) та в навчальному процесі Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Повнота викладу результатів в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації.

Автор дисертації представив результати своїх досліджень в 45 наукових працях. В перелік цих праць входить: 1 колективна монографія, 27 статей, з яких 23 – статті у наукових фахових виданнях України (з них 9 – статті у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus), 2 – статті у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Scopus, 17 тез доповідей.

Вважаю, що матеріали наукових досліджень автора добре представлені в його наукових публікаціях.

Структура, оцінка мови, стилю та оформлення дисертації

В дисертацію входить: анотація, вступ, сім розділів, висновки, список використаних джерел, додатки. Загальний обсяг роботи становить 313 сторінок, містить 121 рисунок, 36 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 170 бібліографічних назв. Дисертація представлена на українській мові.

У *вступі* автор описав актуальність теми роботи, вказав мету, завдання дослідження. Автором визначено об'єкт, предмет та методи досліджень, сформульовано наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Далі автор зазначив свій особистий внесок.

У *першому розділі* наведено результати ретельного аналізу методів, моделей та підходів, що використовуються для оцінювання різного роду ризиків на потенційно небезпечних об'єктах. Звертає на себе увагу те, що автор системно проаналізував сучасні закордонні методи, що використовуються зараз для рішення задач даного класу. На останок, автором було сформульовано напрямки своїх наукових досліджень.

У *другому розділі* роботи наведено результати побудови комплексу математичних моделей, що створюють базис запропонованої в дисертації комп'ютерно-інформаційної системи аналізу та оцінювання потенційного територіального ризику при виникненні екстремальних ситуацій на підприємстві. Тут слід вказати, що матеріал цього розділу дуже добре структурований, що дає можливість аналізувати усі деталі авторського підходу щодо розробки нових методів оцінювання ризику. Дуже ретельно показано також деталі створення нових моделей, надано опис розроблених комп'ютерних кодів. Тобто матеріал розділу представлений у відповідності до сучасних вимог, що пред'являються при створенні нових методів оцінювання ризиків в галузі охорони праці. Особливо важливо відзначити, що розроблена автором методологія вперше дає можливість здійснити оцінювання просторово-часового розподілу територіального ризику на потенційно небезпечних об'єктах.

В *третьому розділі* наведено результати практичного застосування розроблених автором методів оцінювання просторово-часового розподілу

територіального ризику на потенційно небезпечних об'єктах. Зрозумілою є мета автора – проілюструвати високі можливості розроблених методів. Ця мета досягнута. Автор навів результати рішення нових актуальних задач в галузі охорони праці, що були отримані на принципово новому рівні. Показано, що запропоновані автором методи дозволяють отримати важливу інформацію, як то динаміка концентрації токсичної речовини в повітрі робочої зони, просторовий розподіл небезпеки та зміну його з часом, динаміка температури повітря в робочих зонах тощо. Дана інформація дає повну картину про можливість хімічного або термічного ураження працівників.

В *четвертому розділі* автор дає опис створеної технології та комп'ютерної системи, що дозволяє обґрунтувати безпечне місце розташування сховищ з небезпечними речовинами. Рішення цієї задачі дозволяє мінімізувати ризик токсичного ураження працівників при надзвичайній емісії на промисловому об'єкті. На відміну від відомих підходів, коли рішення задачі знаходилося методом перебору різних варіантів розташування об'єкта, тобто вирішувалася «пряма» задача, що потребувала значного часу на отримання рішення, в даній роботі застосовано більш ефективна методологія – методологія рішення суміжних рівнянь. На базі цієї технології розрахунок здійснюється тільки один раз, тобто рішення задачі знаходиться протягом 5-7сек. Зараз ця технологія рідко використовується в наукових дослідженнях внаслідок її логічної складності. В світі відомо лише декілька наукових шкіл, де розробляється такий науковий напрям. Але з іншого боку – це найбільш потужний метод рішення задачі. Автор розробив методологію, що дозволяє при рішенні задачі враховувати фактори, що раніше не враховувалися: будівлі, метеоумови, режим емісії хімічно небезпечної речовини. Таким чином, розроблена технологія має суттєві переваги перед існуючими методами. Для ілюстрації можливостей розробленої технології автор наводить приклад рішення декількох актуальних задач.

В *п'ятому розділі* роботи автор розглянув питання захисту від хімічного ураження працівників в робочих приміщеннях будівель, що розташовані на території потенційно небезпечних об'єктів. Розглядаються екстремальні ситуації, коли в робоче приміщення раптом потрапляє токсична речовина. Розроблено методи оцінювання ризику токсичного ураження працівників та їх захисту шляхом використання системи «Rain-System». Особливо важливо підкреслити, що рішення задач отримано в постановці, що раніше не розглядалася в наукових дослідженнях (нестационарний викид, наявність обладнання в приміщенні тощо). Результати проведених досліджень добре проілюстровані та наочно показують переваги розроблених методів.

В *шостому розділі* автор розглянув наукові підходи щодо створення систем захисту працівників від токсичного ураження на промислових майданчиках. Для захисту використовуються захисні екрани, що розташовуються на дахах промислових будівель та повітряна завіса. Представлено результати експериментальних досліджень та математичного моделювання на базі розроблених автором моделей. Показано, що створені автором моделі дозволяють

оперативно визначити ефективність запропонованих методів захисту для конкретних умов використання. Результати наукових досліджень підтверджують, що запропоновані методи дозволяють мінімізувати ризик токсичного ураження персоналу на промисловому об'єкті.

В *сьомому розділі* автор надає докладну інформацію про розроблену комп'ютерно-інформаційну систему, що дозволяє в рамках єдиного методологічного підходу здійснювати рішення задач оцінки потенційного територіального ризику хімічного, термічного ураження працівників та вирішення додаткових задач мінімізації ризику цього ураження. В даному розділі автор показав результати ретельного тестування запропонованих методів. Автор роботи здійснив тестування згідно з існуючими вимогами, а саме «validation» та «verification». Наведені результати підтверджують адекватність побудованих методів.

У *висновках* автор дисертації сформулював наукові та практичні результати, що були отримані в дисертації.

У *додатках* автор привів акти впровадження отриманих результатів дисертації та список публікацій за темою дисертації.

Автор дисертації використав сучасну загальнонавчальну наукову термінологію. Результати наукових положень, що сформульовані в дисертації, результати проведених автором досліджень, висновки викладено логічно та зручно для аналізу.

Аналіз тексту дисертації показує, що ознак порушення академічної доброчесності нема.

Зауваження до дисертації:

1. При аналізі існуючих методів оцінювання ризиків автор не приділив значної уваги існуючим статистичним моделям.

2. Для побудови моделей оцінювання потенційного територіального ризику автор використовував сучасні методи чисельного інтегрування, але відсутнє пояснення, чому саме ці методи були використані. В чому переваги цих методів?

3. Було б доцільно побудувати метод оцінювання ризику ураження персоналу на базі моделей, що враховують турбулентність потоку.

4. Автор дисертації здійснив побудову моделі для оцінювання ризику ураження персоналу в робочих приміщеннях на базі рівнянь Нав'є-Стокса. Але він використовував запис цих рівнянь в змінних Гельмгольца, що дуже рідко використовується на практиці. Тому не зрозуміло, чому був вибраний цей підхід.

5. Ряд ілюстративних матеріалів по тексту дисертації було б доцільно навести в додатках.

6. В розділі 3 слід було б більш детально надати опис рисунків де показані результати оцінювання зон небезпеки, що формуються на промисловому об'єкті при екстремальній ситуації.

7. Автор використовував «класичну» формулу для розрахунку токсодози в робочих зонах при оцінювання ризику токсичного ураження працівників. Бажано також було б використати інші формули для її розрахунку.

8. Бажано було б провести додаткові дослідження по оцінці ефективності використання захисних екранів на даху промислових будівель.

Дані зауваження не знижують рівень дисертації.

Загальні висновки

В цілому, можна вважати, що дисертація Калашнікова Івана Володимировича «Науково-методологічний інструментарій оцінки територіального ризику на хімічно небезпечних об'єктах» є закінченим науковим дослідженням, виконана автором самостійно на актуальну тему, що є присвяченою розв'язанню важливої проблеми в галузі охорони праці.

За метою, об'єктом, предметом, завданнями досліджень дисертація відповідає формулі та паспорту спеціальності 05.26.01 – охорона праці.

Наведені результати можна класифікувати як нові, науково-обґрунтовані, що мають наукове та практичне значення в галузі охорони праці.

За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем та обсягом проведених досліджень, якістю оформлення, дисертація відповідає вимогам пп. 9,10 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів» МОН України, а її автор Калашніков Іван Володимирович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці.

Офіційний опонент,
професор кафедри охорони праці,
цивільної та промислової безпеки
Кременчуцького національного
університету
ім. М. Остроградського Міністерства
освіти і науки України,
доктор технічних наук, доцент

С.В. Сукач

