

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Савченко Олесі Вікторівни

**«Удосконалення методу оцінювання індивідуального пожежного ризику
з урахуванням впливу систем протипожежного захисту»**,

подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» з галузі знань 26 «Цивільна безпека»

Актуальність вибраної теми дослідження.

Щороку в Україні реєструється близько 90 тис. пожеж. На таких пожежах гине близько 2 тис. людей, зокрема близько 100 дітей. Щорічно матеріальні втрати від пожеж складають понад 10 млрд грн. Щодня пожежі знищують або пошкоджують близько 70 будівель і споруд. За останні десять років в середньому загибель людей на пожежах в Україні перевищує показник таких країн, як Великобританія, Італія, Франція та Польща разом.

Одним із технічних засобів зменшення пожежного ризику є оснащення об'єктів системами протипожежного захисту. Такі системи впливають на рівень пожежного ризику як окремо, так і завдяки їхній взаємодії. Це підтверджується даними статистичних досліджень пожеж та наслідків, що з них випливають.

За підсумками аналізу літературних джерел та нормативних документів можна стверджувати, що на сьогодні вплив систем протипожежного захисту на величину пожежного ризику досліджено не повністю. Зокрема, відсутнє належне наукове обґрунтування та системне вивчення закономірностей впливу ефективного спрацювання таких систем на наслідки пожеж. Це обумовлює актуальність подальших досліджень у зазначеному напрямі, що є необхідною передумовою для удосконалення методів оцінювання індивідуального пожежного ризику.

У результаті сучасна практика застосування систем протипожежного захисту як засобу забезпечення пожежної безпеки об'єктів визнається ефективним рішенням і регламентується низкою нормативних документів. Водночас під час оцінювання індивідуального пожежного ризику їхня

ефективність враховується опосередковано і фактично не дозволяє відобразити специфіку конкретного виду системи або випадки одночасного функціонування кількох систем. На сьогодні для оцінювання ефективності технічних систем широко застосовуються методи теорії ймовірності. У європейських країнах ці підходи розвинулися до практики поділу системи на елементарні компоненти з їх подальшою оцінкою та прогнозуванням ефективності функціонування всієї технічної системи загалом.

Отже, дослідження впливу систем протипожежного захисту на розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику є актуальним науковим завданням. Розв'язання цієї задачі дозволить удосконалити методи оцінювання індивідуального пожежного ризику. До того ж доцільним є застосування підходів, заснованих на теорії ймовірності, з використанням статистичних даних.

Формулювання наукової задачі, нове вирішення якої одержано в дисертації.

Метою роботи є виявлення закономірності впливу систем протипожежного захисту на розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику як наукового підґрунтя для удосконалення методу оцінювання індивідуального пожежного ризику.

Сформульовані та розв'язано такі **завдання дослідження**:

1. Проаналізувати сучасний стан щодо впливу систем протипожежного захисту на розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику;
2. Обґрунтувати критерії впливу систем протипожежного захисту на розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику;
3. Обґрунтувати математичні моделі для дослідження закономірності впливу ефективності функціонування систем протипожежного захисту на розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику та здійснити їх перевірку;
4. Обґрунтувати вплив систем протипожежного захисту на розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику;
5. Дослідити закономірності впливу систем протипожежного захисту на

розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику;

6. Розробити пропозиції щодо удосконалення методу оцінювання індивідуального пожежного ризику.

Об'єктом дослідження є функціонування систем протипожежного захисту в умовах пожежі.

У роботі здійснено комплексний аналіз і узагальнення попередніх досліджень щодо оцінювання пожежних ризиків; проведено математичне моделювання процесів поширення пожежі та її небезпечних факторів із застосуванням систем диференціальних рівнянь Нав'є-Стокса для неперервних середовищ; використано методи кінцевих різниць за схемою «предиктор-коректор» та методи кінцевих об'ємів для розв'язання диференціальних рівнянь. Застосовано метод наявності викидів та квазівикидів у результатах досліджень (метод Грабса); метод перевірки належності дисперсій результатів до однієї генеральної сукупності (метод Фішера); метод Брукса; дихотомічний метод для обґрунтування розміру розрахункової сітки комп'ютерних моделей. Для визначення ймовірності ефективного спрацювання систем протипожежного захисту використано методи теорії ймовірності та математичної статистики. До того ж застосовано метод оцінювання індивідуального пожежного ризику відповідно до ДСТУ 8828, загальний метод оцінювання ризиків, а також метод експериментальних досліджень згідно з розробленою програмою та методикою експериментальних досліджень.

Наукова новизна представлених теоретичних та експериментальних результатів проведених досліджень.

Серед найбільш значущих наукових результатів, що мають наукову новизну, в роботі можна визначити такі:

1. Вперше:

- встановлено, що значення ймовірності ефективного спрацювання систем протипожежного захисту становлять для систем пожежної сигналізації та оповіщення про пожежу – 0,61, для системи автоматичного пожежогасіння – 0,87, для систем протидимного захисту, внутрішнього та зовнішнього протипожежного водопроводу – 0,5;

- встановлено залежність величини індивідуального пожежного ризику від ймовірності спрацювання систем протипожежного захисту, яка дозволяє врахувати наявність систем пожежної сигналізації, автоматичних систем пожежогасіння та систем протидимного захисту, як у спільній дії, так і індивідуально.

2. Удосконалено:

- метод оцінювання індивідуального пожежного ризику з урахуванням впливу систем протипожежного захисту.

3. Набуло подальшого розвитку:

- застосування даних про системи протипожежного захисту під час проведення інженерних розрахунків щодо оцінки рівня пожежної безпеки об'єктів.

Практичне значення одержаних результатів.

Практична цінність полягає у застосуванні результатів роботи під час оцінювання рівня пожежної безпеки об'єктів та індивідуального пожежного ризику, що дасть змогу оцінювати необхідність оснащення об'єктів будівництва відповідними системами протипожежного захисту, чим забезпечити баланс між достатнім рівнем пожежної безпеки та мінімальними витратами на проектування та будівництво відповідних систем протипожежного захисту.

Отримані в процесі дослідження результати знайшли практичне застосування у діяльності Міністерства розвитку громад та територій України, базової організації Міністерства розвитку громад та територій України – «Українського союзу пожежної та техногенної безпеки», а також у роботі ТОВ «Флагман систем безпеки», зокрема під час використання запропонованого підходу до оцінювання індивідуального пожежного ризику для об'єктів будівництва. До того ж напрацювання дисертації інтегровані в освітній процес кафедри державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки Національного університету цивільного захисту України. Практична реалізація результатів дослідження також забезпечена шляхом внесення зміни № 1 до

національного стандарту ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Основні положення».

Результати дисертаційної роботи можливо та доцільно використовувати під час розроблення розділу «Пожежна безпека» проєкту будинків в частині Планувальних рішень, пов'язаних зі шляхами евакуації та системами протипожежного захисту.

Особистий внесок здобувача.

Всі результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, є результатом самостійної праці автора. Робота є завершеним науковим дослідженням, яке чітко відповідає поставленим цілям та завданням. Основний внесок автора полягає у формулюванні мети й завдань дослідження, аналізі літературних джерел, вивченні впливу систем протипожежного захисту на значення індивідуального пожежного ризику, розробленні математичних моделей та проведенні розрахунків і моделювання із використанням цих моделей, організації та проведенні натурних експериментів, а також аналізі отриманих даних експериментальних та розрахункових досліджень. Результати роботи впроваджені дисертантом особисто з дотриманням академічної доброчесності.

Апробація результатів дисертації та публікації.

Основні положення дисертаційного дослідження опубліковано в 23 статтях, 7 з яких надруковано у фахових наукових журналах України, 1 стаття надрукована в міжнародному виданні та 5 в інших виданнях. Також результати досліджень висвітлено в 9 тезах доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, одна з яких у науково-метричній базі Scopus.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається з анотації, змісту, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 233 сторінки, містить 37 рисунків, 27 таблиць та 2 додатки. Список використаних джерел складається зі 197 найменувань.

Вступ відображає теоретичне та практичне значення роботи, основний внесок здобувача, відомості про публікації та апробацію дисертаційного дослідження.

У першому розділі здійснено аналіз сучасного стану ефективності функціонування систем протипожежного захисту та оцінено характер їх впливу на величину індивідуального пожежного ризику. Встановлено, що на теперішній час механізми впливу зазначених систем на рівень пожежного ризику залишаються недостатньо вивченими. Зокрема, відсутнє належне наукове обґрунтування та комплексне дослідження закономірностей впливу результативності спрацювання систем протипожежного захисту на масштаби та наслідки пожеж, що зумовлює актуальність подальших досліджень у цьому напрямі як необхідної умови для вдосконалення методів оцінювання індивідуального пожежного ризику.

Визначено, що для оцінювання впливу ефективного функціонування систем протипожежного захисту на індивідуальний пожежний ризик доцільно використовувати такі детерміністичні методи, що ґрунтуються на теорії ймовірності (статистичні методи) або польові методи із використанням сучасних комп'ютерних розрахункових комплексів та подальшою верифікацією отриманих розрахункових даних шляхом проведення натурного експерименту.

У другому розділі запропоновано структурну схему дослідження ймовірності ефективного спрацювання систем протипожежного захисту. У межах цієї схеми насамперед визначається сукупність параметрів, що характеризують вплив відповідної системи протипожежного захисту на рівень індивідуального пожежного ризику. Далі обґрунтовується вибір математичного апарату дослідження, зокрема застосування методів теорії ймовірностей на основі статистичних даних або підходів, заснованих на польовому моделюванні з використанням засобів обчислювальної газогідродинаміки. На наступному етапі формуються розрахункові моделі із заданням граничних умов і визначенням сценаріїв пожежі, після чого організовується ітераційний цикл, у межах якого змінюються фактори, що відображають вплив систем

протипожежного захисту на величину індивідуального пожежного ризику. У процесі аналізу різних сценаріїв фіксується наявність або відсутність впливу конкретної системи протипожежного захисту, здійснюється оброблення отриманих даних та порівняння наслідків пожежі з урахуванням дії відповідної системи і без її врахування, що дає змогу дослідити вплив систем протипожежного захисту на індивідуальний пожежний ризик. Як основні критерії подальших досліджень обґрунтовано доцільність використання температури та диму, які найшвидше досягають критичних для життя і здоров'я людини значень.

У третьому розділі наведено результати щодо дослідження впливу систем протипожежного захисту на значення індивідуального пожежного ризику із використанням польових моделей. Побудовано відповідні розрахункові моделі та проведено розрахунки за такими сценаріями: розвиток пожежі без функціонування систем протипожежного захисту, розвиток пожежі при функціонуванні систем протипожежного захисту.

Наведено результати щодо дослідження впливу систем протипожежного захисту на значення індивідуального пожежного ризику із використанням теорії ймовірності на основі зібраних відповідних статистичних даних.

Визначено перше наукове положення, а саме встановлено, що значення ймовірності ефективного спрацювання систем протипожежного захисту становлять: для систем пожежної сигналізації та оповіщення про пожежу – 0,61, для системи автоматичного пожежогасіння – 0,87, для систем протидимного захисту, внутрішнього та зовнішнього протипожежного водопроводу – 0,5.

У четвертому розділі обґрунтовано доцільність застосування методів теорії ймовірності, що базуються на статистичних даних, а також підходів, заснованих на польових комп'ютерних моделях і засобах обчислювальної газогідродинаміки, для дослідження впливу систем протипожежного захисту на рівень індивідуального пожежного ризику. Порівняння результатів розрахунків, отриманих із використанням зазначених методів, з даними експериментальних

досліджень підтвердило їхню адекватність і прийнятну точність, оскільки відносні відхилення не перевищували приблизно 14 % для систем пожежної сигналізації, близько 20 % для систем протидимного захисту та близько 7 % для автоматичних систем пожежогасіння.

У п'ятому розділі розроблено удосконалений метод оцінювання індивідуального пожежного ризику з урахуванням впливу систем протипожежного захисту, який впроваджено шляхом внесення зміни № 1 до ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Основні положення». Затверджено наказом ДП «УкрНДНЦ» від 20.04.2023 № 77, надання чинності зміні № 1 до національного стандарту з 2023-06-01.

Розроблено алгоритм обґрунтування оснащеності об'єкта відповідними системами протипожежного захисту на основі управління пожежним ризиком. Саме цим зумовлена економічна ефективність роботи, що дозволяє на основі ризик-орієнтованого підходу оцінювати необхідність оснащення об'єктів будівництва відповідними системами протипожежного захисту. Зазначене дасть змогу знайти баланс між достатнім рівнем пожежної безпеки та мінімальними витратами на проектування та будівництво відповідних систем протипожежного захисту.

Загальні висновки цілком відповідають сформульованим задачам дослідження та є стислим висвітленням одержаних здобувачем результатів. Текст не містить запозичень, щодо яких не було б зроблено посилань на першоджерела.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому й оформлення.

Дисертаційне дослідження проведене на високому науковому рівні та є завершеною науковою роботою, яка повною мірою відповідає поставленим меті та завданням. У ньому розв'язано важливе науково-технічне завдання в галузі пожежної безпеки – вплив систем протипожежного захисту на розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику, що дозволило удосконалити методи оцінювання індивідуального пожежного ризику з використанням підходів, заснованих на теорії ймовірності та статистичних даних.

Оформлення дисертаційної роботи відповідає всім затвердженим вимогам.

Рівень виконання поставленого наукового завдання, оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Дисертаційна робота виконана державною мовою. Розділи роботи містять достатній обсяг матеріалу, що підтверджує розв'язання поставлених завдань, і завершуються відповідними висновками. Вважаю, що здобувач Савченко Олеся Вікторівна продемонструвала високий рівень володіння необхідними для здобуття наукового ступеня доктора філософії компетенціями та методологією проведення наукових досліджень.

Дотримання академічної доброчесності.

Перевірка дисертаційної роботи та публікацій автора не виявила порушень академічної доброчесності.

Зауваження та дискусійні питання щодо положень дисертації.

1. В дисертаційній роботі критерій по траті видимості представлений в одиницях вимірювання м/м, а в експериментальних дослідженнях в дБ. Отже, не зрозуміло яким чином зроблений перехід.

2. Не зрозуміло результати повнофакторного експерименту отримані на підставі теоретичних чи експериментальних досліджень.

3. У дослідженнях прийняті розрахункові сценарії виникнення та розвитку пожежі ці сценарії є універсальним, чи вони можуть мати специфіку для кожної окремої системи протипожежного захисту.

4. Під час теоретичних досліджень із використанням теорії ймовірності визначені деякі стадії пожежі за її наслідками. Разом із цим не зрозуміло де в подальшій роботі зазначені стадії використані.

5. Під час створення моделі дослідного зразка в експериментальних дослідженнях не враховано теплофізичні властивості матеріалів пожежного навантаження та огорожувальних конструкцій.

Проте вказані зауваження та дискусійні питання не знижують загальної позитивної оцінки проведеного дослідження і не впливають на наукове та практичне значення отриманих результатів дисертаційної роботи.

Вважаю, що робота повністю відповідає вимогам до наукових робіт освітньо-кваліфікаційного рівня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Загальний висновок.

Отже, з огляду на актуальність, наукову новизну, достовірність та обґрунтованість отриманих результатів, відповідність науковому рівню та вірогідність висновків, дисертаційна робота Савченко Олесі Вікторівни «Удосконалення методу оцінювання індивідуального пожежного ризику з урахуванням впливу систем протипожежного захисту» відповідає встановленим вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» (зі змінами) та постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р. «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор, Савченко Олеся Вікторівна, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Рецензент:

Провідний науковий співробітник
науково-дослідного відділу дослідження
речовин, матеріалів та виробів науково-
дослідного центру досліджень та випробувань
Інституту наукових досліджень з цивільного
захисту Національного університету
цивільного захисту України,
доктор технічних наук, с.н.с.

Сергій ЖАРТОВСЬКИЙ

Підпис

ЗАСВІДЧУЮ

Начальник сектору персоналу
ІНДЦЗ НУЦЗ України
полковник с.п.з.

Богдан КОВАЛИШИН

