

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, старшого наукового співробітника,
заступника директора навчально-наукового інституту будівництва,
землеустрою та цивільної інженерії

Харківського національного університету міського господарства
ім. О.М. Бекетова Міністерства освіти і науки України

КЛЮЧКИ Юрія Павловича

на дисертаційну роботу **СЕРЕДИ Дмитра Володимировича**
«Удосконалення методу оцінювання небезпеки поширення пожежі
від вітрових електроустановок»

Актуальність дисертаційного дослідження та зв'язок з науковими програмами.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливого науково-практичного завдання, пов'язаного з удосконаленням методів оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрових електроустановок та обґрунтуванням безпечних протипожежних відстаней між об'єктами захисту. Необхідність проведення таких досліджень обумовлена активним розвитком вітроенергетики, збільшенням кількості вітрових електроустановок та відсутністю достатнього нормативного і методичного забезпечення щодо оцінювання пожежної небезпеки зазначених об'єктів. Результати дослідження мають важливе значення для підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів енергетичної інфраструктури та вдосконалення чинної нормативно-технічної бази.

Тематика дисертаційної роботи повністю відповідає пріоритетним напрямкам державної політики у сфері пожежної безпеки та цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, а також сучасним напрямкам розвитку наукової та науково-технічної діяльності у галузі безпеки об'єктів будівництва. Дослідження спрямоване на вирішення актуальних завдань щодо зменшення ризику поширення пожежі між об'єктами та технологічними спорудами в енергетичній і цивільній сферах та узгоджується з положеннями Стратегії розвитку системи технічного регулювання на період до 2025 року, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2021 р. № 1145-р.

Отримані автором результати є закономірним продовженням наукових досліджень, спрямованих на вдосконалення методичного забезпечення визначення безпечних протипожежних відстаней між будівлями, спорудами та іншими об'єктами захисту, підвищення достовірності оцінювання ризиків поширення пожежі та обґрунтування вимог пожежної безпеки під час проектування, будівництва й експлуатації об'єктів різного функціонального призначення.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження галузі знань та паспорту спеціальності. Метою дисертаційного дослідження є удосконалення розрахункового методу оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрових електроустановок на суміжні об'єкти як наукове підґрунтя для встановлення безпечних протипожежних відстаней.

Отримані результати створюють наукове підґрунтя для розроблення більш точного розрахункового методу оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрових електроустановок та вдосконалення нормативної бази у сфері пожежної безпеки. Практична реалізація запропонованих рішень сприятиме підвищенню рівня захисту об'єктів енергетичної інфраструктури, зменшенню ризику виникнення вторинних надзвичайних ситуацій та забезпеченню розвитку вітроенергетики в Україні.

Для реалізації поставленої мети в дисертаційній роботі сформульовано та розв'язано такі завдання:

1. Провести аналіз пожеж на вітрових електроустановках, що супроводжувалися поширенням вогню, зокрема на суміжні об'єкти, найбільш небезпечні аварійні ситуації та визначити недоліки наявних методів оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрових електроустановок на суміжні об'єкти.

2. Розробити математичну модель, яка дозволяє врахувати визначені пожежонебезпечні сценарії поширення пожежі на суміжні об'єкти та дослідити умови, які характеризують небезпеку поширення пожежі для такого типу споруд.

3. Розробити програму-методику натурних вогневих експериментальних досліджень розвитку пожежі під час аварійного падіння вітрової електроустановки, дослідити найбільш небезпечні фази горіння та систематизувати виявлені залежності.

4. Провести комп'ютерне моделювання процесів розвитку та поширення пожежі на суміжні об'єкти у разі падіння вітрової електроустановки, що супроводжується аварійним виливом оливи, з метою встановлення закономірностей теплового впливу за визначеними критеріями оцінювання. Здійснити оцінку теплової потужності осередку пожежі та визначити радіуси температурного впливу з урахуванням дії вітру, турбулентності повітряного потоку та висотного розподілу теплових потоків.

5. На основі отриманих закономірностей розробити удосконалений метод оцінювання безпечних протипожежних відстаней від вітрових електроустановок до суміжних об'єктів.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями дослідження дисертаційна робота відповідає галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Аналіз змісту дисертації.

Дисертаційна робота характеризується логічною структурою, послідовністю викладення матеріалу та цілісністю наукового дослідження. Зміст кожного розділу є взаємопов'язаним і підпорядкований досягненню поставленої мети та вирішенню визначених завдань. Теоретичні положення, результати натурних експериментальних досліджень і комп'ютерного моделювання органічно поєднані та взаємно доповнюють один одного, що забезпечує належний рівень обґрунтованості отриманих наукових результатів. Висновки до розділів та загальні висновки повністю відповідають наведеним результатам досліджень, відображають наукову новизну та практичне значення роботи. Загалом зміст дисертації свідчить про комплексний підхід автора до вирішення актуального науково-технічного завдання щодо удосконалення методу оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрових електроустановок.

Дисертація складається з анотації, змісту, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та 2 додатків. Загальний об'єм дисертації становить 148 сторінок та включає 46 рисунків, 9 таблиць та 117 джерел використаної літератури.

У першому розділі дисертації здійснено аналіз сучасного стану проблеми забезпечення пожежної безпеки вітрових електроустановок та визначення безпечних протипожежних відстаней між об'єктами захисту. Досліджено статистику пожеж і аварій на вітрових електроустановках, причини їх виникнення та особливості розвитку. Проаналізовано вітчизняні та зарубіжні нормативні документи і наукові підходи до визначення протипожежних відстаней. За результатами аналізу встановлено, що існуючі методи не враховують особливості сценарію «руйнування–пожежа» вітрових електроустановок та вплив конструктивних і метеорологічних чинників, що стало підґрунтям для формулювання мети та завдань дослідження.

У другому розділі розроблено теоретичні засади оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрових електроустановок. Автором запропоновано математичну модель визначення безпечної протипожежної відстані, яка, на відміну від існуючих підходів, враховує сценарій аварійного руйнування вітрової електроустановки, розлив горючої рідини, параметри теплового випромінювання та вплив зовнішніх чинників. Отримані наукові результати стали основою для подальшого удосконалення методу визначення протипожежних відстаней.

У третьому розділі наведено програму та методику експериментальних досліджень, результати натурних випробувань і чисельного моделювання процесів розвитку пожежі. Встановлено закономірності формування зони пожежі внаслідок розгерметизації оливовмісного корпусу вітрової електроустановки та визначено параметри теплового впливу на суміжні об'єкти. Результати експериментальних досліджень підтвердили адекватність запропонованих математичних моделей і стали підставою для обґрунтування розрахункових залежностей щодо визначення безпечних протипожежних відстаней.

У четвертому розділі на основі отриманих теоретичних та експериментальних результатів удосконалено метод оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрових електроустановок і визначення безпечних протипожежних відстаней між об'єктами захисту. Розроблено практичні рекомендації щодо його застосування, обґрунтовано пропозиції щодо внесення змін до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» та удосконалення методу визначення протипожежних відстаней за ДСТУ 9058:2020 «Пожежна безпека. Визначення протипожежних відстаней між об'єктами розрахунковими методами. Основні положення». Наведені результати впровадження підтверджують практичну цінність і можливість використання розроблених наукових результатів у нормативно-технічному забезпеченні пожежної безпеки.

Загальні висновки чітко структуровані, повністю відповідають сформульованим завданням і змісту роботи та впливають з її основних положень, що дає підстави зробити висновок, що мета роботи досягнута і всі поставлені завдання виконано.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечується: системним підходом до вирішення поставленого науково-технічного завдання, що базується на якісному та ґрунтовному аналізі

сучасного стану пожежної безпеки об'єктів вітроенергетики та існуючих нормативно-правових актів; використанням сучасних методів наукового дослідження, зокрема методів математичного моделювання процесів тепломасообміну, теорії пожежовибухонебезпеки, а також методів обчислювальної газо-гідродинаміки (CFD) для прогнозування поширення пожежі за аварійними сценаріями «руйнування–пожежа» та «пожежа–руйнування»; достовірністю вхідних даних, верифікованих під час проведення серії натурних вогневих експериментів з використанням імітаційних моделей вітрових електроустановок, що дозволило відтворити найбільш несприятливі умови розвитку пожежонебезпечних ситуацій; застосуванням каліброваного вимірювального обладнання та сучасних засобів реєстрації фізичних параметрів пожежі, що підтверджується коректністю статистичної обробки результатів експериментальних досліджень; узгодженістю отриманих теоретичних результатів із даними натурних вогневих досліджень, що підтверджується високою збіжністю результатів та публікацією основних положень роботи у фахових вітчизняних та наукометричних виданнях; апробацією результатів досліджень на міжнародних науково-практичних конференціях та їх практичним впровадженням у діяльність Інституту наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, що свідчить про їх прикладну цінність та актуальність.

Наукова новизна роботи. Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у одержанні нових науково обґрунтованих результатів, які в сукупності забезпечують удосконалення методу прогнозування небезпеки поширення пожежі на суміжні об'єкти від вітрових електроустановок з урахуванням їх конструктивних параметрів та аварійних сценаріїв, при цьому розвинено експериментальний метод визначення параметрів утворення зони пожежі та теплообміну з використанням імітаційного зразка об'єкта.

Основні наукові результати:

Вперше:

- розроблено математичну модель визначення безпечної протипожежної відстані для вітрових електроустановок, яка відрізняється від існуючих урахуванням сценарію «руйнування – пожежа» та впливу вітрового навантаження на поширення теплового поля пожежі, що дало змогу встановити перевищення радіуса зони температур для суміжних об'єктів понад 250 °C над радіусом розливу оливи до 45 % за швидкості вітру понад 10 м/с та забезпечити підвищення точності визначення безпечних протипожежних відстаней для об'єктів вітроенергетики.

- встановлено закономірність формування зони пожежі під час аварійного падіння та розгерметизації оливовмісного корпусу вітрової електроустановки, яка на відміну від існуючих підходів, враховує сукупний вплив конструктивних параметрів установки та вітрового навантаження на геометричні характеристики зони пожежі, що дало змогу встановити перевищення відстані до найбільш віддаленого краю зони пожежі над геометричною висотою опори до 56 % та підвищити достовірність оцінювання небезпеки поширення пожежі.

Удосконалено:

- метод оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрової електроустановки, відмінністю якого є врахування фактичних конструктивних

параметрів об'єкта, кількості пожежної навантаги та найбільш несприятливих умов розвитку пожежонебезпечної ситуації, зокрема аварійних сценаріїв «руйнування – пожежа» та «пожежа – руйнування», що дало змогу підвищити точність визначення безпечних протипожежних відстаней для вітрових електроустановок в умовах аварійного розвитку пожежі.

Набула подальшого розвитку:

– методика експериментального визначення параметрів теплообміну під час пожежі у відкритому просторі, яка, на відміну від існуючих, передбачає використання імітаційного зразка об'єкта, що піддається впливу найбільш несприятливих умов розвитку пожежонебезпечної ситуації.

Практичне значення отриманих результатів.

Практична цінність дисертаційних досліджень полягає у визначенні нових експериментальних закономірностей поширення пожежі між суміжними об'єктами з урахуванням їхніх конструктивно-технологічних параметрів та розробленні умов забезпечення пожежної безпеки, спрямованих на запобігання розвитку надзвичайних ситуацій. Результати дисертаційного дослідження впроваджено у навчальний процес на кафедрі державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки національного університету цивільного захисту України при викладанні навчальної дисципліни «Системи забезпечення пожежної безпеки об'єктів». У матеріалах лекцій приведено методику оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрової електроустановки. Також отримані результати дисертаційної роботи дозволили підвищити точність розрахунків, що проводяться Всеукраїнською громадською організацією «Український союз пожежної та техногенної безпеки» при визначенні протипожежних відстаней від вітрових електроустановок до суміжних об'єктів. Крім того, Міністерством розвитку громади та територій України під час розроблення подальших необхідних змін до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» в частині удосконалення вимог щодо протипожежних відстаней під час влаштування вітрових електроустановок відносно суміжних об'єктів будуть враховані результати дисертаційних досліджень.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. За результатами досліджень опубліковано 7 наукових праць, у виданнях, включених МОН України до переліку фахових, а також 6 тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Загальні зауваження до дисертаційної роботи. Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, слід зазначити деякі окремі зауваження, що потребують уточнення або додаткового обґрунтування.

1. В роботі не в повній мірі висвітлено, які чинники можуть призвести до найбільшої похибки при практичному використанні запропонованого методу визначення протипожежних відстаней проєктними організаціями.

2. Здобувачеві варто було б надати теоретичне обґрунтування використання емпіричної кореляції Томаса, (рівняння (2.7)) для визначення висоти полум'я дифузійного горіння оливи. Дана залежність спочатку була отримана для дерев'яних штабелів та твердих горючих матеріалів в умовах вітру, тому її пряме застосування до дифузійного горіння розливу рідкої оливи на поверхні ґрунту

вимагає додаткового порівняння з кореляціями, спеціально розробленими для пожеж рідких вуглеводнів у басейнах.

3. У роботі запропоновано емпіричні коефіцієнти R_1 та R_2 . Чи можна надати їм універсального фізичного змісту, чи вони залишаються емпіричними лише для досліджених умов?

4. В роботі автор відзначає, що при визначенні протипожежних відстаней необхідно враховувати лише конструктивні характеристики вітрової електроустановки. Разом із тим постає питання, чи доцільно додатково враховувати кліматичні особливості району будівництва (розу вітрів, температуру, вологість, тип рослинного покриву)?

5. В таблицях 3.2 та 3.4 розділу 3 некоректно відображений масштаб термокарт, які візуалізують площі розливу для трьох експериментів.

6. У дисертації запропоновано універсальний підхід до оцінювання небезпеки поширення пожежі. Наскільки він буде придатним для перспективних конструкцій вітрових електроустановок, у яких використовуватимуться нові матеріали, інші типи мастильних рідин або безредукторні генератори?

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.

Висновки

Розглянута дисертаційна робота за темою «Удосконалення методу оцінювання небезпеки поширення пожежі від вітрових електроустановок» є закінченою науковою роботою, у якій вирішено актуальне наукове завдання у галузі пожежної безпеки. Дисертаційна робота відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» від 12.01.2017 № 40 (зі змінами) та постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 № 44 (зі змінами). А її автор СЕРЕДА Дмитро Володимирович заслуговує присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Офіційний опонент:

заступник директора навчально-наукового інституту
будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
Харківського національного університету
міського господарства ім. О.М. Бекетова
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

Юрій КЛЮЧКА

«16» 04 2026 року

Підпис *Ю. Ключка*

Засвідчую:

нагороджені відд. кадрів

"16" 04 2026 р.



Романенко