

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів дисертації ПУРДЕНКА Романа Руслановича на тему «Оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до аварійних впливів пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

1. Обґрунтування вибору теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт університету.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки Національного університету цивільного захисту України за напрямами та тематикою, затвердженими постановою КМУ від 01.03.2024 № 220 «Середньострокові пріоритетні напрями інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні», наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 «Про затвердження тематики наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки» та в межах науково-дослідної роботи кафедри державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки Національного університету цивільного захисту України № ДР 0123U100665 «Підвищення надійності захисних споруд цивільного захисту», в якій автор брав участь як виконавець.

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Збройна агресія російської федерації проти України супроводжується ураженням значної кількості об'єктів критичної інфраструктури. Повномасштабне вторгнення характеризується застосуванням високоточних засобів повітряного нападу, зокрема ракет та безпілотних літальних апаратів. Їх використання, у тому числі в комбінованих варіантах, обумовлює вплив на критичні елементи інфраструктурних об'єктів. Забезпечення захисту об'єктів критичної інфраструктури розглядається як комплексне завдання, одним із напрямів якого є застосування засобів пасивного інженерного захисту.

У сучасних умовах **актуальним є питання** забезпечення пожежної безпеки об'єктів критичної інфраструктури. Одним із суттєвих чинників небезпечного впливу є застосування безпілотних літальних апаратів як засобів ураження, наслідком чого може бути пошкодження конструктивних елементів будівель і споруд, розвиток локальних руйнувань внаслідок вибуху та виникнення пожеж.

Вразливість об'єктів критичної інфраструктури до таких атак обумовлена тим, що більшість із них проєктувались без урахування цілеспрямованого повітряного ураження. У зв'язку з цим виникає необхідність оціню-

вання ефективності конструктивних рішень або інженерно-технічних заходів, удосконалення підходів задля забезпечення стійкості об'єктів до впливів зовнішніх вибухів та пожеж.

В умовах воєнного стану при оцінці надійності будівель необхідно враховувати не лише традиційні навантаження (власну вагу конструкцій, снігові та вітрові впливи), а й додаткові динамічні впливи, зокрема дію вибухових хвиль. Це обумовлює необхідність удосконалення підходів до проєктування та оцінки надійності споруд, насамперед промислових будівель із металевим каркасом.

Ідея роботи полягає у вирішенні важливого науково-практичного завдання в галузі пожежної безпеки, а саме: забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахищених каркасів до комбінованого впливу вибухових навантажень та пожежі.

Разом із тим встановлено, що невирішеним залишається питання розроблення адекватних комп'ютерних моделей для визначення меж вогнестійкості вогнезахищених сталевих конструкцій, які б дозволяли моделювати їх нестаціонарний прогрів, математичних моделей прогнозування напружено-деформованого стану несучих сталевих конструкцій в умовах вибуху з врахуванням динаміки відшарування вогнезахистного шару, методик оцінювання.

Для України в умовах повномасштабної війни актуальним завданням є оцінювання стійкості сталевих конструкцій до впливу вибуху та пожежі, оскільки значна кількість об'єктів енергетики, логістики, нафтогазового сектору та складської інфраструктури зазнає такого типу ураження.

Метою роботи є розробка методики оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до впливу аварійних навантажень пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасний стан досліджень щодо оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до надлишкового тиску вибуху та високотемпературних впливів пожежі, поведінки вогнезахисного покриття будівельних конструкцій.
2. Розробити моделі, що дозволяють прогнозувати напружено-деформований стан будівельних конструкцій та відшарування вогнезахисного покриття в умовах зовнішнього вибуху.
3. Розробити методику оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до аварійних впливів пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею, виконати програмну реалізацію методики.
4. Розробити підходи щодо забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до впливу зовнішнього вибуху та пожежі й оцінити ефективність запропонованої методики.

Об'єкт дослідження. Вплив вибуху та високотемпературний вплив пожежі на стійкість несучих сталевих вогнезахищених конструкцій.

Предмет дослідження. Параметри напружено-деформованого стану несучих сталевих вогнезахищених конструкцій та вогнезахисного покриття в умовах динамічного навантаження від вибуху та високотемпературного впливу пожежі.

Методи дослідження.

У роботі використано такі методи дослідження: методи експериментального дослідження поведінки зразків при нагріванні та впливу вибуху, метод скінченних елементів; математичне та комп'ютерне моделювання процесів нестационарного теплообміну між факелом пожежі та будівельними конструкціями шляхом використання методу нестационарної теплопровідності; для обробки експериментальних даних та верифікації результатів теоретичних досліджень застосовано методи математичної статистики.

Достовірність та обґрунтованість результатів підтверджуються розв'язанням поставленої задачі з використанням результатів чисельних досліджень; використанням у розрахунках фундаментальних закономірностей будівельної механіки, опору матеріалів, методів розрахунку будівельних конструкцій за допомогою сучасних розрахункових комплексів на основі методу скінченних елементів; задовільною збіжністю власних результатів комп'ютерного моделювання з експериментальними результатами натурних випробувань (похибка до 12%), у тому числі закордонних, даними комп'ютерного моделювання роботи конструкцій та матеріалу, а також статистичною обробкою отриманих результатів.

Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх новизна полягає в наступному:

1. **Вперше** розроблено математичну модель прогнозування напружено-деформованого стану несучих сталевих вогнезахищених конструкцій та динаміки відшарування вогнезахисного покриття в умовах вибуху, яка на відміну від існуючих, враховує сумісну роботу сталевих конструкцій й вогнезахисного покриття в умовах впливу вибуху та дозволяє визначати зони відшарування вогнезахисного покриття.

2. **Вперше** розроблено методику оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до впливу аварійних навантажень пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею, яка дозволяє визначати напружено-деформований стан конструктивної системи будівлі в умовах зовнішнього вибухового навантаження з урахуванням можливого відшарування вогнезахисного покриття несучих сталевих конструкцій, яка базується на розробленій математичній моделі прогнозування напружено-деформованого стану несучих сталевих вогнезахищених конструкцій та

відшарування вогнезахисного покриття в умовах вибуху та подальшого температурного впливу від пожежі, виявлення найбільш уразливих несучих конструкцій будівлі, вжиття конструктивних рішень або інженерно-технічних заходів задля недопущення руйнувань.

3. Удосконалено комп'ютерну модель поведінки несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до впливу зовнішніх вибухів та пожеж, яка забезпечує програмну реалізацію розробленої методики.

4. Набули подальшого розвитку підходи до забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до зовнішнього вибуху та пожежі.

Рівень теоретичної підготовки здобувача, рівень обізнаності дисертанта з результатами наукових досліджень інших учених.

Здобувач володіє високим рівнем теоретичної підготовки та вміння опановувати сучасні інформаційні технології. Здобувач добре орієнтується в сучасних досягненнях вітчизняних та закордонних вчених за напрямом роботи.

Практичне значення отриманих результатів.

Практична цінність дисертаційних досліджень полягає у можливості використання результатів роботи під час розробки проектної документації на нове будівництво, реконструкцію, технічне переоснащення та капітальний ремонт, для оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до впливу аварійних навантажень пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею та у разі необхідності розробляти відповідні конструктивні рішення або інженерно-технічні заходи з метою недопущення руйнувань.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в наступному:

1. Розроблена методика оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до впливу аварійних навантажень пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею застосовується в межах повноважень практичними підрозділами ГУ ДСНС України у Дніпропетровській області (Акт впровадження від 11.05.2026).

2. Розроблена методика оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахисних конструкцій до впливу аварійних навантажень пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею, математична модель прогнозування напружено-деформованого стану несучих сталевих вогнезахисних конструкцій та динаміки відшарування вогнезахисного покриття в умовах вибуху, використовуються ТОВ «КОВЛАР ГРУП» при оцінюванні та розробленні заходів з підвищення стійкості до відшарування вогнезахисних покриттів від сталевих конструкцій в умовах вибуху (Акт впровадження б/н).

3. Теоретичні положення роботи використані в навчальному процесі для підготовки здобувачів за другим (магістерським) рівнем вищої освіти галузь знань К Безпека та оборона, спеціальність К8 Пожежна безпека (Акт впровадження від 04.05.2026).

Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувача в публікації.

Особистий внесок здобувача та результати дисертації повною мірою викладені в зазначених публікаціях.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації.

Публікації в наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз:

1. Ковальов А. І., Пурденко Р. Р., Отрош Ю. А., Томенко В. І., Качкар Є. В., Майборода Р. І. Оцінювання вогнестійкості вогнезахищених сталевих балок. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2022. № 2(51). С. 43–53. URL: <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2022-2-43-53>

Особистий внесок – огляд проблематики, аналіз досліджень та публікацій, участь у проведенні чисельних розрахунків.

2. Ковальов А. І., Отрош Ю. А., Пурденко Р. Р., Томенко В. І. Дослідження вогнестійкості захищених реактивною вогнезахисною речовиною сталевих будівельних конструкцій. *Пожарна безпека*. 2022. № 41. С. 57–66. DOI: 10.32447/20786662.41.2022.07

Особистий внесок – огляд проблематики, аналіз досліджень та публікацій, участь у проведенні чисельних розрахунків.

3. Пурденко Р. Р., Отрош Ю. А., Рашкевич Н. В., Сур'янінов В. М. Моделювання стійкості та надійності системи ґрунт-фундамент-будівля при дії силових та високотемпературних впливів. *Механіка та математичні методи*. VI/1/2024. С. 36–48. URL: <https://doi.org/10.31650/2618-0650-2024-6-1-36-48>

Особистий внесок – постановка завдання, аналіз наукових праць, розробка чисельної моделі в ПК «САПФІР 3Д», проведення чисельного моделювання впливу пожежі на конструктивну систему будівлі з врахуванням сумісної роботи конструкцій та масиву ґрунту.

4. Ковальов А. І., Пурденко Р. Р. Розрахунково-експериментальний метод оцінювання вогнестійкості вогнезахищених сталевих конструкцій. *«Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація»*. Том 9 № 1 (2025). С. 57–66. DOI: <https://doi.org/10.52363/2524-2636.2025.9.1.5>

Особистий внесок – огляд проблематики, аналіз досліджень та публікацій, участь в удосконаленні математичної моделі оцінювання вогнестійкості вогнезахищених сталевих конструкцій, розробка комп'ютерної моделі для проведення чисельних розрахунків.

5. Пурденко Р. Р., Отрош Ю. А., Рашкевич Н. В. Оцінка надійності будівельних конструкцій під впливом вибухових навантажень. *Механіка та математичні методи*. 2026. Т. VIII. № 1. С. 28–40. DOI: <https://doi.org/10.31650/2618-0650-2026-8-1-28-40>

Особистий внесок – постановка завдання, огляд проблематики, аналіз літературних джерел, розробка чисельної моделі оцінювання надійності будівельних конструкцій під дією вибухових навантажень, визначення параметрів вибухового впливу, аналіз напружено-деформованого стану.

6. Пурденко Р. Р., Рашкевич Н. В. Моделювання напружено-деформованого стану сталевих двотаврових колон за умов вибухового навантаження. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2026. Вип. 2. Частина 2. С. 414–426. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.2.2.43>

Особистий внесок – огляд проблематики, аналіз досліджень та публікацій, розробка скінченно-елементної моделі сталевій двотавровій колоні за умов вибухового навантаження, визначення її напружено-деформованого стану, аналіз зон концентрації напружень, деформацій та можливого зниження стійкості конструктивного елемента, порівняння експериментальних даних та чисельних результатів.

7. Пурденко Р. Р., Рашкевич Н. В. Моделювання динамічної поведінки залізобетонних плит перекриття під імпульсним вибуховим навантаженням. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2026. № 1(21). С. 17–26. <https://doi.org/10.52363/2518-1777-2026-21-2>

Особистий внесок – постановка проблеми, аналіз останніх досліджень, розробка комп'ютерної моделі прогнозування напружено-деформованого стану залізобетонної плити перекриття при дії імпульсного вибухового навантаження, перевірка достовірності моделі.

Публікації у закордонних фахових виданнях:

8. Purdenko R., Maiboroda R., Rashkevich N., Otrosh Y. (2024). Development of a Numerical Model of the “Soil-Foundation-Building” System. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 924, pp. 191–199). Trans Tech Publications, Ltd. DOI: <https://doi.org/10.4028/p-5oeggb>.

Особистий внесок – розробка чисельної моделі паркінгу для автомобілів та моделювання впливу пожежі (вибуху) на стійкість будівлі, формування наукового завдання щодо необхідності забезпечення стійкості будівель в умовах пожежі.

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Ковальов А. І., Otrosh Ю. А., Пурденко Р. Р. Дослідження вогнестійкості вогнезахисних сталевих будівельних конструкцій. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення». Львів: ЛДУБЖД, 12-13 жовтня 2022 року. С. 36–39. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/27982>

Особистий внесок – участь в розробці 3D-моделі вогнезахисної реактивним вогнезахисним покриттям сталевій колоні двотаврового перерізу в програмному комплексі ЛІРА-САПР.

10. Ковальов А. І., Пурденко Р. Р., Otrosh Ю. А. Моделювання оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій. Матеріали круглого столу (вебінару) «Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків». Харків: НУЦЗ України, 23 лютого 2023 року. С. 38–39. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/21742>

Особистий внесок – участь в розробці підходу до моделювання оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій, формування розрахункової схеми конструктивного елемента та аналіз впливу вогнезахисного покриття на зміну його температурного стану за умов пожежі.

11. Ковальов А. І., **Пурденко Р. Р.**, Качкар Є. В. Методологія оцінювання вогнестійкості вогнезахисних будівельних конструкцій будівлі. Проблеми пожежної безпеки 2024 («Fire Safety Issues 2024»): Матеріали 3-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: НУЦЗ України, 2024. С. 89–91. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/23617>

Особистий внесок – участь в апробації методики при оцінюванні вогнестійкості вогнезахисних будівельних конструкцій будівлі.

12. **Пурденко Р. Р.**, Рашкевич Н. В., Отрош Ю. А. Оцінка стійкості будівельних конструкцій на основі моделювання взаємодії системи ґрунт-фундамент-будівля. Матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист». Черкаси: 2024. С. 184–186. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/22211>

Особистий внесок – розробка розрахункової моделі взаємодії системи «ґрунт – фундамент – будівля», аналіз напружено-деформованого стану будівельних конструкцій з урахуванням основи та оцінювання впливу такої взаємодії на стійкість конструктивної системи будівлі.

13. **Пурденко Р. Р.**, Отрош Ю. А. Критерії втрати несучої здатності та стійкості сталевих конструкцій. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Технології безпеки: сучасні виклики та перспективи». Черкаси : ЧДТУ, 2026. С. 95–98. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/28280>

Особистий внесок – обґрунтування критеріїв втрати несучої здатності та стійкості сталевих конструкцій, аналіз впливу вибухових навантажень і пожежі на формування граничних станів та систематизація показників для оцінювання технічного стану конструктивної системи.

14. **Пурденко Р. Р.**, Майборода Р. І., Отрош Ю. А., Фігулі Л. І. Необхідність дослідження механізмів відшарування вогнезахисних покриттів під дією вибухових навантажень. Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси: НУЦЗ України, 2026. С. 125–126. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/28271>

Особистий внесок – обґрунтування необхідності дослідження механізмів відшарування вогнезахисних покриттів під дією вибухових навантажень, аналіз впливу інтенсивних деформацій сталевих конструкцій на порушення зчеплення між сталевим елементом і вогнезахисним шаром, а також визначення передумов для подальшого моделювання цього процесу з урахуванням короточасної імпульсної дії вибуху.

2. Оцінка мови і стилю дисертації.

Мова та стиль викладення відповідає критеріям науковості: логічність викладення положень, об'єктивність, послідовність. Структуру роботи загалом можна схарактеризувати як таку, що логічно підпорядковується поставленій меті. Структура розділів відповідає послідовності конкретних завдань, що успішно вирішуються.

Основні теоретичні положення та висновки роботи не є суперечливими, оскільки вони аргументовані й підкріплені доречними прикладами.

Дисертацію заслухано та обговорено на розширеному засіданні кафедри державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки Національного університету цивільного захисту України (протокол № 61 від 18 червня 2026 року). У ході обговорення дисертації суттєвих зауважень, які стосуються суті роботи, не було висунуто.

3. Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.

Робота повністю відповідає вимогам, що ставляться до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека», а саме: вона виконана на актуальну тему, сформульовані в ній наукові положення, висновки та рекомендації є обґрунтованими, достовірними, містять наукову новизну та мають практичну значущість.

4. Дотримання нормативних вимог щодо оформлення дисертації.

Дисертаційна робота подана за традиційною схемою, викладена українською мовою загальним об'ємом 232 сторінки, складається з анотації, змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 164 найменувань і 3 додатків, містить 74 рисунки та 22 таблиці, що дозволило автору запропонувати ряд наукових положень, висновків і рекомендацій, отриманих на основі вивчення цієї значної кількості наукової літератури з даної проблематики.

5. Рекомендації дисертації до захисту.

Дисертаційна робота ПУРДЕНКА Романа Руслановича на тему «Оцінювання стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до аварійних впливів пов'язаних із зовнішнім вибухом та пожежею» є завершеним науковим дослідженням, виконаним самостійно автором на актуальну тему.

Робота містить теоретичні розробки та практичні пропозиції, спрямовані на вирішення важливої науково-практичної задачі в галузі пожежної безпеки — забезпечення стійкості несучих сталевих вогнезахищених конструкцій до комбінованого впливу вибухових

навантажень та пожежі за рахунок використання розробленої методики, яка дозволяє визначати напружено-деформований стан конструктивної системи будівлі в умовах зовнішнього вибухового навантаження з урахуванням можливого відшарування вогнезахисного покриття несучих сталевих конструкцій, виявлення найбільш уразливих несучих конструкцій будівлі, вжиття конструктивних рішень або інженерно-технічних заходів задля недопущення руйнувань.

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 261 «Пожежна безпека» та відповідає вимогам 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 року № 44 та може бути рекомендована для захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Головуючий на розширеному засіданні
кафедри державного нагляду у сфері пожежної
та техногенної безпеки доцент кафедри
державного нагляду у сфері пожежної та
техногенної безпеки навчально-наукового
інституту пожежної та техногенної безпеки
Національного університету
цивільного захисту України, к.т.н, доцент

Олександр ПИРОГОВ

Підпис доцента кафедри
Олександра ПИРОГОВА засвідчую
Вчений секретар Національного
університету цивільного захисту України
кандидат психологічних наук,
старший науковий співробітник



Андрій ПОБІДАШ