

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор Львівського державного

університету безпеки життєдіяльності,
генерал-майор служби цивільного захисту,
кандидат наук з державного управління



Дмитро БОНДАР

2024 року

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації заступника начальника відділу нормативно-технічного забезпечення науково-дослідного центру протипожежного захисту Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, кандидата технічних наук, старшого дослідника БАЛЛЮ Ярослава В'ячеславовича на тему:
«Розвиток наукових основ запобігання поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Призначені рішенням Вченої ради Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (протокол № 7 від 28 лютого 2024 року) рецензенти, а саме:

- **КУЗИК Андрій Данилович**, завідувач кафедри екологічної безпеки навчально-наукового інституту цивільного захисту, доктор сільськогосподарських наук, професор;

- **БАЛАНЮК Володимир Мірчович**, професор кафедри фізики та хімії горіння навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, доктор технічних наук, доцент;

- **ЛАВРЕНЮК Олена Іванівна**, доцент кафедри фізики та хімії горіння навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, доктор технічних наук, доцент,

розглянувши докторську дисертацію БАЛЛЮ Ярослава В'ячеславовича «Розвиток наукових основ запобігання поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель» (тему дисертації затверджено рішенням Вченої ради Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, протокол № 7 від 28 лютого 2024 року), наукові публікації, в яких висвітлено основні наукові результати, а також за результатами фахового семінару на кафедрі наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (протокол № 8 від 27 березня 2024 року), підготували висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації:

1. Дисертаційна робота БАЛЛО Ярослава В'ячеславовича, представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека, є кваліфікаційною науковою працею, підготовленою у вигляді рукопису. За обсягом, актуальністю, рівнем наукової новизни та практичної цінності робота відповідає вимогам п. 7–9 “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року.

2. **Актуальність теми дослідження.** Запобігання поширення пожежі по зовнішніх огорожувальних конструкціях є однією із основних вимог пожежної безпеки для будівель і споруд, пов'язаних із їх суттєвими експлуатаційними характеристиками, а також дана характеристика впливає на забезпечення вимог по обмеженню поширення вогню і диму всередині об'єкту. Поширення пожежі між поверхами будівлі ззовні її фасаду є одним з найнебезпечніших типів пожеж, особливо для висотних будівель та споруд. Складність доступу до висотної частини фасаду для пожежно-рятувальних підрозділів, а також обмежені характеристики пожежної техніки, призначеної для рятування людей, локалізації та ліквідації пожеж, обумовлюють постійний процес підвищення пожежної безпеки будівель на етапі їх проектування. В Україні за період 2016-2023 років кількість фасадних пожеж у будинках підвищеної поверховості та висотних будинках з умовною висотою вище 47 м збільшилася фактично вдвічі, при цьому майже в половині випадків фасад будинків був виконаний з негорючих матеріалів.

Таким чином, статистика пожеж свідчить, що наявність негорючого фасаду не може гарантувати забезпечення обмеження поширення пожежі по фасадах будівель, а є лише одним із чинників, який може знижувати таку ймовірність. Даний підхід обумовлений тим, що використання негорючих матеріалів в структурі зовнішніх огорожувальних конструкцій не може забезпечити обмеження поширення пожежі на вище розташовані поверхи, і є лише вторинним чинником, який в більшій мірі впливає на швидкість можливого поширення пожежі на вище розташовані поверхи.

Окрім цього, значна висота будинків та різнотипність форм їх фасадних конструкцій негативно впливають на процес організації гасіння таких пожеж та проведення рятувальних робіт для пожежних підрозділів.

На сьогоднішній день вітчизняні та зарубіжні вимоги будівельних норм не містять умов, яких слід досягти проектувальнику задля недопущення поширення пожежі ззовні фасаду або зниження такої ймовірності.

Існуючі методи визначення ефективності обмеження поширення пожежі по зовнішніх огорожувальних конструкціях будівель та обґрунтування безпечності застосування матеріалів для їх облицювання показав, що на сьогоднішній день в світі існує близько 14 методик, включаючи вітчизняний ДСТУ 9072:2021, які стандартизовані та використовуються в 29 країнах Європи, 6 країнах Азії, а також в США та Австралії. Існуючі методики та відповідні випробувальні установки відрізняються як за масштабом, так і за конструктивним виконанням, що значно впливає на точність результатів випробувань фасадних систем щодо

пожежної небезпеки, при цьому застосовність даних методів в ряді науково-дослідних робіт є предметом дискусії, що обумовлює їх постійний процес удосконалення.

Існуючі методи натурних випробувань щодо пожежної небезпеки фасадних систем не передбачають можливість проводити оцінювання забезпечення обмеження поширення пожежі для фасадних систем комбінованого типу та не враховують їх конструктивні параметри. Окрім цього, відсутня можливість оцінювання ефективності фасадних протипожежних перешкод різного типу для обмеження поширення пожежі. Відсутність обґрунтованих критеріїв, які характеризують небезпеку поширення пожежі по фасадах будівель, та зазначені недоліки не дозволяли проводити комплексне оцінювання можливості поширення пожежі по зовнішніх огорожувальних конструкціях із врахуванням взаємозв'язків найбільш значущих чинників, що впливають на поширення пожежі по фасадах будівель або на її обмеження.

Аналіз можливості оцінювання заходів з обмеження поширення пожежі за допомогою обчислювальних методів, а також комп'ютерних математичних комплексів показав, що недоліком основних існуючих теоретичних методів прогнозування поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель можливо відзначити слабку адаптацію задач теплообміну між факелом пожежі та будівлі із складними геометричними формами фасаду. Здійснений аналіз рівнянь з визначення впливу температури факелу пожежі на вище розташований фрагмент фасаду демонструє, що вони не в повній мірі враховують кути прилягання суміжно розташованих площин фасадів. Окрім цього, не враховується можливість знаходження основної площини фасаду під певним вертикальним нахилом, що в умовах сучасної архітектури є актуальним. На основі вищевикладеного, зроблено припущення щодо необхідності використання удосконаленого підходу з визначення температури полум'я на поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій заснованого на застосуванні уточнюючих емпіричних коефіцієнтів.

Враховуючи вищевикладене, дослідження спрямовані на розкриття закономірностей впливу конструктивних параметрів зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель та фасадних протипожежних перешкод на процеси поширення пожежі по їх поверхні, як теоретична база для можливості запобігання поширення пожежі по негорючих фасадах будівель, є актуальною науковою проблемою. Це дозволило розробити науково-методичний апарат, який є системою, що об'єднує створений метод натурних випробувань, спрощений метод розрахунку температури полум'я вздовж висоти фасаду, а також табличний метод визначення температури полум'я вздовж висоти фасаду, що спільно з обґрунтованими критеріями, які характеризують умови поширення пожежі по фасаду, дозволяє визначити умови запобігання поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель з негорючим облицюванням та

реалізувати параметричний метод нормування вимог пожежної безпеки до будівель.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до основних напрямів наукової діяльності ІДУ НД ЦЗ в рамках Переліку розробок на створення науково-технічної продукції з нормування у сферах будівництва та житлової політики на 2022 рік за бюджетною програмою КПКВК 2751030 затвердженого наказом Мінрегіону № 20 від 31.01.2022, Програми робіт з національної стандартизації на 2021 рік затвердженої наказом ДП «УкрНДНЦ» від 18 березня 2021 року № 91, Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Стратегії розвитку системи технічного регулювання на період до 2025 року затвердженої Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17.11.2020 № 443, замовленням Департаменту запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України на науково-дослідні роботи, які виконано в УкрНДНЦ та ІДУ НД ЦЗ за участю здобувача у якості керівника роботи, результати яких використано в дисертації: «Провести дослідження та встановити загальні положення системи управління пожежною безпекою об'єкта» (ДР № 0118U003463), «Обґрунтування вимог щодо оцінки стану пожежної безпеки об'єкта захисту» (ДР № 0119U102482), «Наукове обґрунтування вимог пожежної безпеки для громадських будинків з умовною висотою від 100 до 150 м» (ДР № 0120U101693), «Обґрунтування параметрів прогнозування можливості запобігання поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель» (ДР № 0122U200790).

4. Особистий внесок здобувача в одержанні наукових результатів.

Особистий внесок аргументований обґрунтованою актуалізацією науково-прикладної проблеми у сфері пожежної безпеки, самостійним формулюванням мети й завдань, об'єкта та предмета дослідження, аналізом літературних джерел, удосконаленням та розробленням дослідницьких методів і методик, проведенням експериментальних досліджень, а також обробленням отриманих результатів, систематизованим підбиттям підсумків. Дисертація є самостійною роботою автора.

5. Ступінь використання у дисертації матеріалів і висновків кандидатської дисертації здобувача. У докторській дисертації кандидата технічних наук, старшого дослідника Балло Ярослава В'ячеславовича відсутні матеріали його кандидатської дисертації.

6. Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків, які сформульовані в дисертації. Обґрунтованість та достовірність наукових положень і результатів підтверджується використанням відомих систем диференційних рівнянь тепломасообміну; методів стаціонарної і нестаціонарної теплопровідності, а також задовільною збіжністю розрахункових

й експериментальних даних, отриманих під час дослідження процесів поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями.

7. **Наукова новизна отриманих результатів.** У роботі одержані нові науково обґрунтовані результати, які в сукупності забезпечують вирішення актуальної науково-прикладної проблеми у сфері пожежної безпеки, що полягає у розкритті закономірностей впливу конструктивних параметрів зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель на зміну температур на їх поверхні під час пожежі, як підґрунтя для запобігання поширення пожежі ззовні будівлі з негорючим облицюванням.

Уперше отримані наступні наукові результати:

1. Науково обґрунтовано та розроблено новий механізм комплексного оцінювання поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель з негорючим облицюванням, який дозволяє відтворювати реальні конструктивні параметри фрагменту фасаду та найбільш несприятливі умови поширення пожежі без застосування адаптації фасадних систем та будівельних матеріалів їх облицювання до існуючих стандартизованих випробувальних установок та фрагментів будинків для проведення імітаційних випробувань.

2. На основі дослідження наслідків реальних пожеж та аналізу сучасних технологій будівництва фасадних систем обґрунтовано критерії, що характеризують умови поширення пожежі у будівлі з негорючим облицюванням, які відповідають величині тривалості температурного впливу на них не менше 30 хвилин та руйнуванню заповнення світлових прорізів фасадних конструкцій при досягненні значення температури вище 250°C.

3. Розрахунковим методом доведено та експериментально підтверджено, що під час 30 хвилинного впливу вогнища пожежі класу В з питомою пожежною навантагою до 2300 МДж/м² значення температури на поверхні зовнішньої огорожувальної конструкції від впливу факелу пожежі може змінюватися:

- лінійно з 210 °С до 600 °С для фасаду будівлі, який знаходиться під кутами нахилу відносно вертикалі від -20° до +20° відповідно;

- лінійно з 440 °С до 90 °С при застосуванні протипожежного карнизу шириною від 0,3 м до 1,5 м;

- зменшуватися до 1,6 разів при застосуванні протипожежних карнизів обладнаних дренчерною системою із мінімальною інтенсивністю зрошення водою 0,083 л/с·м².

4. Методами комп'ютерного моделювання виявлено закономірність, яка полягає в тому, що протипожежний карниз влаштований на зовнішній огорожувальній конструкції дозволяє знизити значення площі розподілів критичної температури на поверхні фасаду вище розташованого поверху на 8-15% для кожного кроку збільшення в 0,1 м ширини протипожежного карнизу від 0,3 м до 1,5 м.

Удосконалено:

1. Методи оцінки запобігання поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями, а саме метод натурних випробувань, який дозволяє враховувати реальні конструктивні параметри фасаду будівлі та спрощений метод розрахунку температури полум'я вздовж висоти фасаду, які спільно з обґрунтованими критеріями, що характеризують умови поширення пожежі по фасаді, дозволяють визначити умови запобігання поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель з негорючим облицюванням.

2. Науково-методичну та експериментальну базу дослідження процесів обмеження поширення пожежі по зовнішніх огорожувальних конструкціях будівель, відмінною рисою якої є врахування реальних конструктивних параметрів фасаду будівлі.

Набули подальшого розвитку:

1. Підходи до підвищення достовірності прогнозування поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель або її обмеження фасадними протипожежними перешкодами.

2. Експериментально-розрахункові принципи забезпечення точності оцінювання динаміки зміни температур та характеру температурних розподілів від пожежі на поверхні вище розташованих зовнішніх огорожувальних конструкцій в залежності від кутів нахилу основної фасадної площини та куту прилягання бокової площини фасаду до основної частини фасаду, та забезпечено відтворюваність результатів експериментальних досліджень, при яких значення абсолютних відхилень між усередненими експериментальними дослідженнями не перевищують 10%.

8. Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність досліджень полягає у створенні науково-методичного апарату, що включає створений метод натурних випробувань, спрощений метод розрахунку температури полум'я вздовж висоти фасаду, а також табличний метод визначення температури полум'я вздовж висоти фасаду, що спільно з обґрунтованими критеріями, які характеризують умови поширення пожежі по фасаді, дозволяє визначити умови запобігання поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель з негорючим облицюванням та реалізувати параметричний метод нормування вимог пожежної безпеки до будівель.

Систематизовано фасадні протипожежні перешкоди, як елемент зовнішньої огорожувальної конструкції для забезпечення обмеження поширення пожежі по фасаді будівлі, при цьому визначено їх пасивний тип (протипожежні карнизи, евакуаційні балкони, міжповерхові віконні простінки, протипожежні фасадні віконні карнизи), активний тип (дренчерні зрошувачі, протипожежні карнизи обладнані дренчерними зрошувачами, кінетичні фасадні системи) та комбінований тип (протипожежні карнизи або протипожежні віконні штори обладнані дренчерними зрошувачами) для запобігання поширення пожежі.

Розроблено обладнання для проведення натурних вогневих досліджень, а саме установку для прогнозування поширення пожежі по фасадах будівель, що дозволяє забезпечити комплексне оцінювання можливості поширення пожежі для

досліджуваного типу фасаду з врахуванням його об'ємно-конструктивних особливостей та матеріалів, які використані в його конструкції.

Розроблена науково-методична та експериментальна база стала підґрунтям для створення нормативного забезпечення щодо оцінювання процесів поширення пожежі по зовнішніх огорожувальних конструкціях будівель і впроваджена при розробці державних будівельних норм ДБН В.2.2-41:2019 «Висотні будівлі. Основні положення»; національного стандарту ДСТУ 9192:2022 «Пожежна безпека. Проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м».

9. Повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях. Дисертаційна робота Ярослава БАЛЛО містить особисто отримані здобувачем науково обґрунтовані результати, а кількість та якість наукових праць, опублікованих за її матеріалами, відповідають Наказу МОН України № 1220 від 23 вересня 2019 року «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук». Основні положення й наукові результати дисертації викладено в 39 опублікованих працях, серед яких: 3 статті, проіндексовані у базах даних Scopus та/або Web of Science Core Collection; 1 статті в наукових періодичних виданнях інших держав (1 стаття, яка додатково відображає результати); 15 статей, що входять до переліку наукових фахових видань України; 1 патент на корисну модель; 18 матеріалів конференцій різного рівня та наукової специфіки.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті, проіндексовані в базах даних

«Web of Science Core Collection» та / або «Scopus»

1. Ballo Y., Yakovchuk R., Nizhnyk V., Borysova A. Determining the effect of fire from external air conditioning units on buildings' facades *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 3, 10 (117). P. 72–79. (Scopus Q3). (Здобувачем проведено дослідження впливу пожежі зовнішньої інженерної установки та оцінено ризик розвитку поширення пожежі по фасаду будівлі. Відтворено газо-гідродинамічну модель пожежі та здійснено її верифікацію).

2. Gavryliuk A., Yakovchuk, R., Ballo Y., Rudyk Y. Thermal Modeling of the Electric Vehicle Fire Hazard Effects on Parking Building *SAE International Journal of Transportation Safety*. 2023. Т. 11(3). P. 421–434 (Scopus Q3). (Здобувачем проведено моделювання зовнішньої пожежі на прикладі електромобілю та здійснено дослідження можливих теплових розподілів на фасаді будівлі і потенційних наслідків від її дії).

3. Ballo Y., Nizhnyk, V., Veselivskyu R., Kagitin O. Influence of the facade slope on fire propagation processes on higher floors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol.5 10 (125). P. 43–52. (Scopus Q3). (Здобувачем

проведено серію натурних вогневих досліджень, за результатами яких виявлено вплив нахилів фасаду на процеси поширення фасадної пожежі. Проведено оцінку розбіжності за кожною із серій проведених експериментальних досліджень визначено абсолютні, відносні та середньоквадратичні відхилення усереднених експериментальних досліджень, а також належність дисперсій до однієї генеральної сукупності результатів).

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав

4. Pozdieiev S. V., Nizhnyk V. V., Ballo Y. V., Nuianzin O. M., Uhanskyu R. V., Kropyvnytskiy V. S. Обґрунтування безпечної протипожежної відстані між ферментаторами для виробництва біогазу. *Safety & Fire Technology*. Poland, 2018. Т. 51 (3). С. 60-67. (Здобувачем проведено дослідження процесів поширення пожежі по зовнішній огорожувальній конструкції будівлі в результаті пожежі на суміжно розташованій технологічній установці).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

5. Сізіков О. О., Балло Я. В., Добряк Д. О. та ін. До питань розрахунку протипожежного водозабезпечення об'єкта після реконструкції. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека УкрНДЦЗ*. Київ, 2018. 1 (5). С. 26-31. (Здобувачем описано етапи оцінювання необхідної кількості води на потреби гасіння зовнішньої пожежі)

6. Сізіков О. О., Ніжник В. В., Балло Я. В. та ін. Систематизація процесу управління пожежною безпекою об'єкта захисту. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека УкрНДЦЗ*. Київ, 2019. 2 (8). С. 41-49. (Здобувачем здійснено аналіз та систематизовано експлуатаційні вимоги пожежної безпеки для об'єктів будівництва різного функціонального призначення).

7. Ніжник В. В., Балло Я. В., Поздєєв С. В., Некора В. С. Оцінка обмеження поширення пожежі між житловим будинком та автозаправною станцією. *Науково-технічний збірник Містобудування та територіальне планування КНУБА*. Київ, 2019. №69. С. 278-290. (Здобувачем проведено дослідження щодо потенційних загроз поширення пожежі на суміжні будівлі. Оцінено характер температурного режиму пожежі класу В та досліджено процеси поширення теплового потоку на суміжні об'єкти).

8. Сізіков О. О., Балло Я. В., Голікова С. Ю., Жихарєв О. П. Визначення процедури проведення суб'єктом управління пожежною безпекою внутрішнього аудиту з оцінки протипожежного стану об'єкта захисту *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека УкрНДЦЗ*. Київ, 2020. №1(9). С. 84-93. (Здобувачем проведено аналіз літературних джерел та обґрунтовано нові

методичні підходи процедури проведення оцінки стану об'єкту з питань пожежної безпеки та потенційних ризиків в разі її виникнення).

9. Фещук Ю. Л., Ніжник В. В., **Балло Я. В.** Аналіз закордонних нормативних документів щодо вимог пожежної безпеки під час проектування висотних громадських будинків *Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація*. Черкаси, 2020. Т. 4, №2. С. 77-88. (Здобувачем проведено аналіз вітчизняних та закордонних будівельних норм в частині сучасних підходів протипожежного захисту висотних будівель та споруд від фасадних пожеж. Узагальнено вимоги різних країн, щодо забезпечення обмеження поширення пожеж по фасадах будівель).

10. Одинець А. В., **Балло Я. В.**, Голікова С. Ю., Несенюк Л. П. Аналіз стану з пожежами та їх наслідками у висотних громадських будинках в Україні *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. Київ. 2020. №2 (10). С. 91 – 102. (Здобувачем проведено дослідження щодо основних причин пожеж, в тому числі які поширювалися по фасаду будівель та систематизовано типи наслідків, які вони спричинили).

11. **Балло Я. В.**, Яковчук Р. С., Ніжник В. В. та ін. Дослідження конструктивних параметрів протипожежних карнизів для запобігання поширенню пожежі фасадними конструкціями висотних будинків. *Пожежна безпека*. Львів, 2020. №37. С. 16-23. (Здобувачем досліджено потенційний вплив конструктивних параметрів протипожежних карнизів на процеси ефективності обмеження поширення пожежі по фасадах будівель та виявлено шляхи їх можливого удосконалення).

12. Фещук Ю. Л., Ніжник В. В., **Балло Я. В.**, Циганков А. О. Аналіз європейського досвіду нормування вимог до конструкцій фасадної теплоізоляції в будівлях. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. Київ, 2021. №1 (11). С. 11-21. (Здобувачем узагальнено та систематизовано вимоги країн Європи щодо забезпечення пожежної безпеки до фасадних систем будівель різного функціонального призначення. Обґрунтовано основні показники, які характеризують небезпеку фасадних пожеж).

13. Яковчук Р. С., **Балло Я. В.**, та ін. FDS моделювання ефективності протипожежних карнизів на запобігання поширенню пожежі фасадними конструкціями висотних будівель *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. Львів. 2021. №23, С. 39-45. (Здобувачем проведено дослідження за допомогою комп'ютерного моделювання та виявлено залежності впливу конструктивних параметрів протипожежних карнизів на температурні розподіли від дії пожежі на поверхні вище розташованого фасаду будівлі).

14. **Балло Я. В.,** Голікова С. Ю., Сізіков О.О. та ін. Вимоги пожежної безпеки до висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. Київ, 2021. №2 (12). С. 30-42. (Здобувачем обґрунтовано основні вимоги пожежної безпеки до фасадів висотних будівель та запропоновано нові підходи щодо обмеження розвитку фасадних пожеж, які впроваджено у вимогах ДСТУ 9192).

15. **Балло Я. В.,** Яковчук Р. С., Ніжник В. В., Кагітін О.І. Аналіз та систематизація типів фасадних систем будівель як передумова удосконалення протипожежних заходів. *Пожежна безпека*. Львів, 2022. №40, С. 5-15. (Здобувачем проведено аналітичні дослідження та систематизовано основні чинники, які впливають на розвиток фасадної пожежі або навпаки на її обмеження).

16. Ніжник В. В., Сізіков О. О., Фещук Ю. Л., **Балло Я. В.** та ін. Актуальні питання розроблення вимог протипожежного захисту зарядних станцій для електромобілів. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. Київ, 2022. №1 (13). С. 15-23. (Здобувачем обґрунтовано вимоги пожежної безпеки до фасадів будівель на яких улаштовується станція зарядки електромобілів та біля яких облаштовуються місця їх паркування).

17. **Балло Я. В.,** Яковчук Р. С., Кагітін О. І., Стилик І. Г. Аналіз основних методів оцінювання поширення пожежі по фасадам будівель. *Пожежна безпека*. Львів, 2022. №41, С. 20-30. (Здобувачем здійснено аналіз, досліджено та систематизовано недоліки основних методів оцінювання пожежної небезпеки фасадних систем та матеріалів їх облицювання).

18. **Балло Я. В.** Створення експериментального випробувального стенду в рамках досліджень обмеження поширення пожежі по фасадам будівель. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. Київ, 2022. №2 (13). С. 21-34.

19. **Балло Я. В.** Вплив нахилу фасаду на поширення пожежі по зовнішніми огорожувальними конструкціями. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. Київ, 2023. №1 (15). С. 32-40.

Патенти на корисну модель

20. **Балло Я. В.,** Сізіков О. О., Циганков А. О., Яковчук Р. С., Некора В. С. Установка для прогнозування поширення пожежі по фасадам будівель. *Патент України на корисну модель № 153464*, опубл. 12.07.2023, Бюл. № 28. (Здобувачем здійснено представлення результатів конфігурації установки для прогнозування поширення пожежі по фасадам будівель).

Статті, які додатково відображають наукові результати дисертації

21. Nizhnyk V., Ballo Y., Pozdieiev S., Borovykov V., Feshchuk Y. Simulation of thermal impact of flames coming from class “B” test fire on the elements of the adjacent facilities *International Scientific Journal «Internauka»*. Київ, 2019. №14 (76). С. 39-44. (Здобувачем створено газо-гідродинамічну модель тепломасообміну в разі пожежі класу В та проведено розрахункові дії щодо моделювання пожежі та оцінки потенційних наслідків).

Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації

22. Балло Я. В., Ніжник В. В., Сізіков О. О., Голікова С. Ю., Довгошеєва Н. М. Застосування FDS моделювання для дослідження наслідків розвиненої стадії пожежі *Матеріали 20 Всеукраїнської науково-практичної конференції*, м. Київ, 2018. С. 29-30.

23. Ніжник В. В. Фещук Ю. Л., Балло Я. В., Голікова С. Ю. Наукові дослідження теплового впливу факелу модельного вогнища пожежі класу В на сусідні об'єкти *Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист»*, м. Черкаси, 2019. С. 98-101.

24. Сізіков О.О., Ніжник В. В., Балло Я. В. Реалізація концептуальних вимог забезпечення техногенної та пожежної безпеки при експлуатації нового безпечного конфайнмента ДСП «Чорнобильська АЕС» *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика»*, м. Харків, 2019. С. 57-59.

25. Балло Я. В., Сізіков О. О., Голікова С. Ю., Гордєєв П. М. Вплив конструктивних параметрів фасадних протипожежних карнизів на запобігання поширення пожежі в висотних будинках. *Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*, м. Черкаси, 2020. С. 139-141.

26. Балло Я.В., Балло В. П., Голікова С. Ю., Скоробагатько Т. М. Проблемні питання протипожежного водопостачання висотних будинків *Матеріали «Міжнародна науково-практична конференція Проблеми надзвичайних ситуацій»*, м. Харків, 2020, С. 15-17.

27. Сізіков О. О. Балло Я. В., Ніжник В. В., Жихарев О. П., Фещук Ю. Л. Удосконалення вимог протипожежного захисту висотних громадських будинків. *Матеріали «Міжнародна науково-практична конференція Проблеми надзвичайних ситуацій»*, м. Харків, 2021, С. 95-97.

28. Кагітін О. І., Яковчук Р. С., Балло Я. В. Чисельне моделювання впливу конструктивних параметрів протипожежних карнизів на поширення пожежі фасадом висотних будинків. *Матеріали «Міжнародної науково-практичної*

конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту», м. Харків, 2021, С. 34 – 35.

29. **Балло Я. В.**, Яковчук Р. С., Ковальчук В. М., Ніжник В. В., Веселівський Р. Б., Дослідження ефективності протипожежних карнизів на запобігання поширення пожежі вертикальними будівельними конструкціями висотних будівель. *9-та міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті»*, м. Харків, 2021, С.89-90.

30. Borysova A., Nizhnyk V., **Ballo Ya**, Kyrychenko O. Justification of reference table data of dependence of wind effect on critical surface density heat flux for corrugated cardboard. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering «International Scientific Conference Energy Efficiency in Transport » (Scopus)*, Kharkiv, 2021. С. 1-7.

31. **Балло Я. В.** Сізіков О. О., Борисова А. С., Одинець А. В. Пожежна небезпека зовнішніх блоків кондиціонерів встановлених на фасадах будівель. *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції*, Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. С. 110-111.

32. **Балло Я. В.** Сізіков О. О., Ніжник В. В., Жихарев О. П. Критерії оцінювання впливу висхідного теплового потоку на поширення пожежі по фасадним системам. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2022. С. 6-7.

33. **Балло Я. В.**, Балло В. П., Савченко О. В., Циганков А. О. До питань вітрового впливу на ефективність застосування активних водяних вогнеперешкоджувачів для обмеження поширення пожеж по фасадам будівель. *Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XII Всеукраїнської науковопрактичної конференції з міжнародною участю. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. С. 7- 9.*

34. **Балло Я. В.**, Нікулін О. Ф., Уханський Р. В., Яковчук Р. С. Удосконалення вимог пожежної безпеки в рамках закону України «про надання будівельної продукції на ринку» *Зб. наук. праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю*. Львів: ЛДУ БЖД, 2022. С.188-190.

35. **Ballo Ya**. Justification of the type of the fire model within the framework of fire spread limitation research building facades. *Science and innovation of modern world. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference. Cognum Publishing House*. London, United Kingdom. 2022. P. 146-152.

36. **Балло Я. В.** Створення математичної моделі дослідження поширення пожежі по зовнішнім огорожувальним конструкціям. *Зб. наук. Праць*

Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2023. С. 129-130.

37. Кагітін О., Яковчук Р., Балло Я., Основні методи оцінювання поширення пожежі по фасадах будівель. *Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності»*. Львів: ЛДУ БЖД, 2023. С.44-47.

38. Nizhnyk V., Savchenko O., **Ballo Y.**, Nekora V. Theoretical Approaches to Justify the Coefficients of Influence of Fire Protection Systems on Individual Fire Risk. *International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering (Scopus)*. 2023. Vol. 1, no. 290. P. 299–306.

39. **Ballo Y.**, Yakovchuk R., Kovalchuk V., Nizhnyk V., Veselivskiy R. Investigation of the fire-preventing eaves effectiveness to prevent the fire spreading by vertical building structures of high-rise buildings. *AIP Conference Proceedings*. (Scopus). 2023. Vol. 2684 (1), p. 1-9.

10. Впровадження наукових досліджень в практику. Результати досліджень впроваджено у:

- навчальний процес Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України при підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» на кафедрі пожежно-профілактичної роботи за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» під час вивчення дисципліни «Пожежна безпека територій, будівель та споруд» та при підготовці фахівців освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» під час вивчення дисципліни «Пожежна профілактика в населених пунктах» (акт упровадження від 23.01.2024 року);

- діяльність Департаменту запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України під час оцінювання ефективності заходів щодо обмеження поширення пожежі по зовнішніх огорожувальних конструкціях та встановлення вимог пожежної безпеки для фасадів будівель (акт упровадження від 09.01.2024 року);

- діяльність ПАТ «ПОЗНЯКИ-ЖИЛ-БУД» під час проектування висотних будинків «TARYAN TOWERS» (вул. Іоана Павла II, 12, м. Київ), «JACK HOUSE» (вул. Леоніда Первомайського, 8, м. Київ) для забезпечення основних вимог пожежної безпеки даних об'єктів, а також під час здійснення прогнозування поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель і проведення оцінювання ефективності заходів щодо її обмеження (акт упровадження від 18.01.2024 року);

- діяльність ПАТ «Український зональний науково-дослідний і проектний інститут по цивільному будівництву» під час розроблення Зміни № 1 ДБН В.2.2-15-2019 "Житлові будинки. Основні положення" (дата набрання чинності 01.09.2022); Зміни № 1 ДБН В.2.2-9:2018 "Громадські будинки та

споруди. Основні положення" (дата набрання чинності 01.09.2022); Зміни № 3 ДБН В.2.3-15:2007 "Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів" (дата набрання чинності 01.09.2022), (акт упровадження від 11.01.2024 року);

- наукову діяльність Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту під час розробки:

- ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення» в частині розроблення вимог до способів забезпечення пожежної безпеки комплексом протипожежного захисту;

- ДСТУ 9058:2020 «Пожежна безпека. Визначення протипожежних відстаней між об'єктами розрахунковими методами. Основні положення» в частині розроблення критеріальної бази, що характеризує небезпеку поширення пожежі на суміжні об'єкти та яка враховує конструктивні параметри будівель та споруд, властивості матеріалів та сценарії пожежі;

- ДСТУ 9115:2021 «Система управління пожежною безпекою об'єкта захисту. Внутрішній аудит з оцінки протипожежного стану. Загальні положення» в частині визначення переліку потенційних небезпек, які впливають на поширення небезпечних чинників пожежі в середині об'єму приміщень об'єкту захисту, а також на вище розташовані поверхи через зовнішні огорожувальні конструкції;

- ДСТУ 9192:2022 «Пожежна безпека. Проектування висотних громадських будівель з умовною висотою від 100 м до 150 м» в частині визначення вимог пожежної безпеки до систем протипожежного захисту висотних будівель, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень висотних будівель та вимог пожежної безпеки до фасадів висотних будівель;

- ДСТУ 9222:2023 «Пожежна безпека. Протипожежний захист систем зарядки електромобілів. Основні положення» в частині розробки протипожежних вимог під час встановлення систем зарядки електромобілів на фасадах будівель та встановлення вимог до параметрів безпеки під час проектування місця для паркування електромобілів біля стін будівель та споруд;

Також, результати роботи впроваджено у наукову діяльність науково-випробувального центру Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту шляхом застосування отриманої науково-методичної та експериментальної бази під час дослідження процесів поширення пожежі по зовнішніх огорожувальних конструкціях та оцінювання ефективності заходів щодо її обмеження (акт упровадження від 05.12.2023 року).

11. Апробація результатів роботи. Основні результати досліджень представлено й успішно обговорено на міжнародних і національних науково-практичних конференціях: 20 Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку» (м. Київ, 2018 р.); XI Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист» (м. Черкаси, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми техногенної та екологічної безпеки: освіта, наука, практика» (м. Харків, 2019 р.); Львівському

науковому форумі міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрямки досліджень в науковій та освітній діяльності» (м. Львів, 2019 р.); XI Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» (м. Черкаси, 2020 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» (м. Харків, 2020 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» (м. Харків, 2021 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» (м. Харків, 2021 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» (м. Харків, 2021 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» (м. Харків, 2021 р.); 9-тій міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті» (м. Харків, 2021 р.); XIII Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» (м. Черкаси, 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» (м. Харків, 2022 р.); XII Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист» (м. Черкаси, 2022 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення» (м. Львів, 2022 р.); 3rd International scientific and practical conference (м. Лондон, 2023); Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» (м. Черкаси, 2023 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності» (м. Львів, 2023 р.).

12. Відповідність дисертації паспорту спеціальності. Дисертація має визначену наукову новизну та практичну цінність, відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 – пожежна безпека, а саме п. 2 «Напрямків досліджень» – Дослідження можливостей і шляхів удосконалення методології і методів оцінки пожежної небезпеки будівель і споруд, протипожежного нормування. Теоретичні основи і методи обґрунтування протипожежного нормування, протипожежних вимог щодо планування та забудови промислових об'єктів і населених пунктів, експлуатації будівель і споруд, протидимного захисту будівель, споруд і інших об'єктів протипожежного захисту, дослідження вогнестійкості будівельних конструкцій.

13. Характеристика здобувача, його шлях у науці, ступінь наукової зрілості. Проведені дослідження та опубліковані наукові праці характеризують БАЛЛО Ярослава В'ячеславовича як кваліфікованого фахівця, дослідника та науковця. Здобувач на високому рівні володіє методологією наукових досліджень. Йому притаманне логічне мислення, вміння ставити завдання та пропонувати раціональні і ефективні шляхи їх вирішення, виділяти головні та

вторинні аспекти. БАЛЛО Ярослав В'ячеславович є сформованим, кваліфікованим науковцем з глибоким теоретичним та практичним рівнем підготовки за спеціальністю 21.06.02 - пожежна безпека.

Висновок

Враховуючи актуальність теми дослідження, наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, впровадження їх у практику, достатню повноту викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях, дотримання принципів академічної доброчесності, відповідність роботи вимогам п. 6, 7, 8, 9 “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2021 року №1197, рекомендувати дисертаційну роботу БАЛЛО Ярослава В'ячеславовича на тему «Розвиток наукових основ запобігання поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями будівель» до розгляду у спеціалізованій вченій раді на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Рецензенти:

Завідувач кафедри екологічної безпеки
навчально-наукового інституту цивільного захисту,
доктор сільськогосподарських наук, професор



Андрій КУЗИК

Професор кафедри фізики та хімії горіння
навчально-наукового інституту
пожежної та техногенної безпеки,
доктор технічних наук, доцент



Володимир БАЛАНЮК

Доцент кафедри фізики та хімії горіння
навчально-наукового інституту
пожежної та техногенної безпеки,
доктор технічних наук, доцент



Олена ЛАВРЕНЮК