

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента**  
**НІЖНИКА Вадима Васильовича**  
**на дисертацію ГАПАЛА Андрія Ігоровича за темою**  
**«Вплив небезпечних чинників лучних пожеж на довкілля»,**  
**подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії**  
**за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»**

**1. Актуальність теми дослідження**

Дисертаційна робота ГАПАЛА Андрія Ігоровича за темою «Вплив небезпечних чинників лучних пожеж на довкілля» присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання, а саме дослідженню процесів розвитку лучних пожеж в природних екосистемах та вплив їх небезпечних чинників на довкілля і біоту.

Лісові пожежі є надзвичайно великою проблемою сьогодення. Згідно статистичних даних, щороку у світі виникає близько 400 тис. лісових пожеж, які призводять до пошкодження усіх типів лісів та викиду в атмосферу небезпечних продуктів горіння. Особливу увагу необхідно приділити лучним пожежам, оскільки вони виникають внаслідок умисного підпалу сухої рослинності, стерні чи порубкових решток та є чинником додаткового техногенного навантаження на довкілля та здоров'я людей. Лучні пожежі спричиняють вигорання значної кількості лісових культур, зміну фізико-хімічних властивостей ґрунтових генетичних і водоносних горизонтів, міграцію радіонуклідів і важких металів у довкілля, виділення продуктів горіння у вигляді диму і утворення смогу в населених пунктах.

Це підтверджує необхідність проведення досліджень, спрямованих на дослідження чинників впливу на виникнення і ліквідацію лучних пожеж в залежності від видового складу лучної рослинності природно-кліматичних і погодних умов та географічного розташування, а також вплив такого роду пожеж на зміну фізико-хімічних властивостей ґрунтових генетичних горизонтів, міграцію радіонуклідів і важких металів.

## **2. Ступінь обґрунтованості і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, які сформульовано у дисертації**

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій сформульованих у дисертаційній роботі, підтверджується результатами аналізу літературних джерел, відповідністю методів дослідження поставленим в роботі меті та завданням, задовільною збіжністю результатів теоретичних та експериментальних досліджень, а також апробацією та практичним впровадженням результатів роботи.

Здобувачем використано сучасні методи експериментальних досліджень та моделювання поширення лучних пожеж. Лабораторні методи визначення пожежонебезпечних властивостей горючих матеріалів, що використані у роботі є стандартизованими та проведені на повіреному обладнанні. Виконано експериментальні дослідження протипожежних бар'єрів у вигляді мінералізованих смуг. Для оброблення результатів досліджень використано регресійний аналіз та математичної обробку даних. Узагальнення, що використовуються автором, належним чином аргументовано.

## **3. Основні наукові положення, які сформульовані у дисертації**

Наукова значимість дисертаційної роботи Гапала А.І. полягає у дослідженні небезпечних чинників лучних пожеж та розроблення заходів із підвищення ефективності щодо їх локалізації та ліквідації. При цьому здобувачем отримано такі наукові результати:

- вперше встановлено видовий склад пірогенної сукцесії лучних екосистем та досліджено вплив високих температур на міграцію радіонуклідів, важких металів, мінеральних речовин едафотопів і відновлення ґрунтів за давністю виникнення лучної пожежі;

- вперше експериментально встановлено вплив лучних пожеж на обвуглювання стовбурів деревних порід, які розвиваються в лучних екосистемах та досліджено температури займання та самозаймання деревних порід у залежності від умов місцезростань в досліджуваному регіоні;

- вперше за результатами експериментальних, польових досліджень та математичних розрахунків встановлено ширину протипожежного бар'єру, відстань від фронту лучної пожежі до місця створення перешкоди, дальність розлітання іскор та продуктів піролізу від осередку горіння лучної рослинності, кількість особового складу для гасіння іскор, час рятування людини (групи людей) під час лучних пожеж;

- удосконалено конструкцію «Приладу для визначення пожежної небезпеки в лісових масивах та природних екосистемах за умовами погоди» і встановлено співвідносність із розрахунками комплексного показника пожежної небезпеки;

- удосконалено методику розрахунку сил і засобів шляхом моделювання швидкості поширення фронту лучної пожежі та моделювання часу гасіння крайки лучної пожежі за заданими параметрами;

- набув подальшого розвитку спосіб влаштування протипожежного бар'єру у вигляді мінералізованої смуги в залежності від висоти полум'я лучної рослинності;

- набули подальшого розвитку критерії вибору та алгоритм експлуатації протипожежної техніки під час гасіння пожеж у природних екосистемах шляхом врахування техніко-експлуатаційних показників.

#### **4. Практичне значення результатів дослідження**

Практична цінність отриманих результатів досліджень підтверджується актами впровадження, які наведено в додатку до дисертації.

Так, результати досліджень та інженерно-технічні рішення, впроваджені у практичну діяльність аварійно-рятувального загону спеціального призначення Головного управління ДСНС України у Львівській області, зокрема: геометричні параметри протипожежних бар'єрів; значення відстані від фронту лучної пожежі до місця їх створення; дальність розлітання іскор та продуктів піролізу від осередку горіння лучної рослинності; кількість особового складу пожежно-рятувального підрозділу необхідного для гасіння лучної пожежі; час рятування людей.

Також результати досліджень впроваджено в освітній процес Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, при підготовці фахівців

освітнього рівня «бакалавр» на кафедрі екологічної безпеки за спеціальністю 101 «Екологія» під час вивчення дисципліни «Пожежі в природних екосистемах».

#### **5. Оцінка змісту дисертації, мови, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам до оформлення**

Дисертаційна робота ГАПАЛА Андрія Ігоровича складається з анотації, переліку умовних позначень та скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (188 найменувань) та 9-ти додатків. Загальний обсяг дисертації становить 214 сторінок, із них 194 сторінки основного тексту.

У вступі роботи представлено: обґрунтування вибору теми дослідження та її актуальність, зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, методи досліджень, основні наукові положення, практичне значення одержаних результатів. Наведено особистий внесок здобувача, дані про апробацію роботи, наукові публікації, структуру та обсяг дисертації.

У 1-у розділі представлено аналіз сучасного стану пожеж у природних екосистемах та їх вплив на довкілля. За результатами аналізу, стверджується, що навмисні підпали лучної рослинності призводять до виникнення значних пожеж в природних екосистемах, для гасіння яких залучається велика кількість сил і засобів пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України. Встановлено, що найбільш вагомими чинниками впливу на виникнення та поширення пожеж у природних екосистемах (лучних пожеж) є кліматоп і мікрокліматоп, рельєф земної поверхні та фізико-хімічні властивості лісових горючих матеріалів чи порубкових решток, способи та методи гасіння.

На підставі аналізу моделей виникнення та поширення пожеж у природних екосистемах (лучних пожеж) зроблено висновок, що системність їхнього використання у всіх країнах, де вони виникають, практично, відсутня.

У 2-у розділі представлено досліджувані ділянки, які розташовані в межах Українського Розточчя на рівнинній території та у місцях, де проходили лучні пожежі, причиною яких був антропогенний чинник (вмисний підпал з метою

знищення сухої рослинності). Наведено програму, об'єкти та методи досліджень. Розрахунково встановлено, що ймовірне виникнення найбільшої кількості пожеж у природних екосистемах в межах західних областей України (Західного Лісостепу) характерне для Львівської (178,72 пожеж на 1 млн. га).

У 3-у розділі представлено результати досліджень впливу небезпечних чинників лучних пожеж на біоту. Дослідженнями встановлено температуру полум'я під час горіння лучної рослинності в початковий момент часу, у процесі горіння та її максимальне значення. Встановлено вплив низових лісових пожеж на концентрацію рухомих форм важких металів у різних ґрунтових генетичних горизонтах. На підставі проведених досліджень, обґрунтовано влаштування протипожежних бар'єрів та розробки низки пожежно-профілактичних заходів щодо недопущення лучних пожеж. З використанням програмного середовища WFDS встановлено параметри пожежонебезпечності горючого матеріалу (трави), зокрема температури полум'я та потужності тепловиділення від пожежі.

У 4-у розділі запропоновано заходи протипожежної профілактики та підвищення ефективності локалізації та ліквідації лучних пожеж. Встановлено мінімальну та максимальну ширину протипожежного бар'єру (мінералізованої смуги) для обмеження поширення лучних пожеж, при цьому обґрунтовано відстань від фронту лучної пожежі до місця створення перешкоди для безпеки особового складу пожежників. На підставі проведених лабораторних досліджень температури займання та самозаймання зразків деревини, встановлено, що найменш термостійкою є сосна звичайна, а найвищими показниками температурами займання і самозаймання деревини охарактеризовано граб звичайний. У результаті створення логістичних ланцюгів залучення протипожежної техніки для гасіння пожеж у природних екосистемах (лісових і лучних пожеж) запропоновано три варіанти: гасіння торфовищ, гасіння верхових пожеж, гасіння низових пожеж.

У додатках дисертації представлено фізико-хімічні показники та протокол результатів визначення вмісту токсичних елементів, радіологічних та мікробіологічних показників відібраних проб едафічних горизонтів постпірогенних ґрунтів, результати моделювання вологості, кислотності та температури ґрунту



після проходження фронту лучної пожежі, протоколи визначення температури займання та температури самозаймання деревних порід, список публікацій здобувача та акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Розділи дисертації в повній мірі розкривають зазначені положення у роботі. Робота характеризується цілісністю та логічністю викладеного матеріалу.

Зміст роботи відповідає чинним вимогам до оформлення дисертацій. Мова викладення роботи відповідає науковому стилю. Структура роботи має логічну послідовність. Результати, що отримані здобувачем мають практичну цінність, що свідчить про завершеність наукової праці.

#### **6. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертація виконана у відповідності до завдань Державної служби України з надзвичайних ситуацій, які визначені Постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. № 1052 "Про затвердження Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій", а саме – реалізація державної політики у сфері цивільного захисту, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, запобігання їх виникненню, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, рятувальної справи, гасіння пожеж, пожежної та техногенної безпеки, діяльності аварійно-рятувальних служб, а також гідрометеорологічної діяльності та в межах науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності «Техногенно-екологічна безпека породних відвалів вугільних шахт, полігонів твердих побутових відходів та пірогенно трансформованих територій» №0121U113363, де здобувач був виконавцем.

#### **7. Повнота викладу основних результатів дисертації у наукових фахових виданнях**

Основні результати дисертаційної роботи отримано здобувачем самостійно. Наукові положення та висновки дисертації належать автору.

Результати досліджень опубліковано у 14 наукових праць, з яких: 6 – наукові праці в яких опубліковані основні наукові результати дисертації (3 з них

опубліковані в наукометричних журналах бази даних Scopus); 8 – наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації (1 з них проіндексована базою даних Scopus), а саме:

1. Попович В. В., Гапало А. І. Температурний вплив ландшафтних пожеж на екологічний стан едафотопу. *Zeszyty Naukowe SGSP*, 2020, Nr. 76/4/2020. 29-45. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.5977> (індексується в Index Copernicus International).

Здобувачем сформульовано актуальність проблеми та завдання дослідження, закладено експериментальну досліджувану ділянку, здійснено вимірювання температури поверхні ґрунту після підпалу, проведено аналіз отриманих показників температури поверхні ґрунту.

2. Попович В. В., Гапало А. І. Засоленість постпірогенних ґрунтів Українського Розточчя. *Вісник ЛДУБЖД*, №22, 2020. 12-17. <https://doi.org/10.32447/20784643.22.2020.02>.

Здобувачем складено програму дослідження, відібрано проби ґрунтів з досліджуваної ділянки (згарища) та передано для аналізу засоленості в лабораторію медичної токсикології, сформульовано висновки.

3. Попович В. В., Гапало А. І., Башинський О. І. Обвуглювання стовбурів листяних дерев під час лісових пожеж в межах Українського Розточчя. *Пожежна безпека*, №37, 2020. 58-63. <https://doi.org/10.32447/20786662.37.2020.09>.

Здобувачем сформульовано проблему щодо пожежної небезпеки деревно-чагарникової рослинності, проведено вимірювання ступеня обвуглення зразків деревини, сформульовано висновки.

4. Popovych, V., Gapalo, A. Monitoring of Ground Forest Fire Impact on Heavy Metals Content in Edafic Horizons. *Journal of Ecological Engineering*, 22(5), 2021. 96-103. <https://doi.org/10.12911/22998993/135872> (індексується в Scopus).

Здобувачем сформульовано мету дослідження, відібрано проби ґрунтів з досліджуваної ділянки (згарища) та передано в лабораторію медичної токсикології для аналізу в них важких металів, сформульовано висновки.

5. Popovych, V., Непук, Y., Gapalo, A., Bosak, P., Popovych, N. Specific Activity of Radionuclides in Soils Disturbed by Forest Fires. *Journal of Ecological Engineering*, 23(6), 2022. 265–270. <https://doi.org/10.12911/22998993/148191> (індексується в Scopus).

Здобувачем сформульовано актуальність проведення досліджень, відібрано проби ґрунтів з досліджуваної ділянки (згарища) та передано в лабораторію медичної токсикології для аналізу в них радіонуклідів, сформульовано висновки.

6. Popovych, V., Gapalo, A., Tovarianskyi, V. Investigation of Fires in Natural Ecosystems of the Ukrainian Roztochchiya by Wildland Fire Dynamics Simulator Model. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 24(3), 2023. 36-42. <https://doi.org/10.12912/27197050/159576> (індексується в Scopus).

Здобувачем сформульовано мету дослідження, здійснено аналіз літературних джерел щодо моделювання у WFDS, сформульовано висновки

Результати роботи висвітлені та оприлюднені у 8-и тезах доповідей на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях.

Аналіз публікацій Гапала А.І. свідчить про достатню повноту висвітлених у них змісту роботи та отриманих наукових результатів.

## **8. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності**

За результатами перевірки дисертаційної роботи Гапала А.І. та представлених публікацій, порушень академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації текстів в роботі відсутні.

## **9. Зауваження до дисертації**

Незважаючи на високий науковий та практичний рівень, дисертація має ряд недоліків.

1. У розділі 2 доцільно було б зробити посилання на відповідні стандарти щодо методу експериментального визначення температур займання та самозаймання твердих речовин і матеріалів, оскільки ці методи стандартизовані.



2. На рисунку 3.1 та далі по тексту дисертаційної роботи не вдало використано термін «модельне вогнище», оскільки модельні вогнища мають чітко визначені параметри та пожежне навантаження. Також із зазначеного рисунку не зрозуміло, яким чином встановлено потужність еквівалентної дози фотонного іонізуючого випромінювання.

3. Із таблиці 3.2 не зрозуміло звідки взяті дані щодо критичного (табличного) значення густини теплового потоку.

4. Рисунок 3.5 названо не вдало оскільки на ньому зображено не результати моделювання, а температурна поверхня, яка визначена за допомогою тепловізора.

5. Із дисертаційної роботи не зрозуміло, яким чином здійснено перевірку адекватності результатів моделювання.

6. Із розділу 4 не зрозуміло яким методом встановлено коефіцієнт кореляції між значеннями комплексного показника пожежної небезпеки із показником вологості.

7. Під час розрахунку ширини протипожежного бар'єру використано один випадок, при якому висота полум'я становить 1,6 м, а глибина полум'я становить 1 м. При цьому отримані результати інтерпретуються для використання як узагальнені для всіх можливих випадків.

Вказані недоліки ніякою мірою не зменшують наукову та практичну цінність роботи.

## **10. Загальні висновки та оцінка дисертації**

Дисертація ГАПАЛА Андрія Ігоровича на тему «Вплив небезпечних чинників лучних пожеж на довкілля» подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 26 Цивільна безпека, спеціальності 261 Пожежна безпека є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково-обґрунтовані результати. Робота відповідає вимогам наказу МОН України від 12.01.2017 року № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) та постанови КМУ від 12.01.2022 року № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (зі змінами).

За рівнем наукової новизни, якістю проведених досліджень, обґрунтованістю отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю дисертаційна робота рекомендується для офіційного захисту в разовій спеціалізованій вченій раді, а її автор ГАПАЛО Андрій Ігорович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Офіційний опонент

Начальник науково-дослідного центру  
протипожежного захисту

Інституту державного управління  
та наукових досліджень з цивільного захисту  
доктор технічних наук, професор



Вадим НІЖНИК

**Підпис Ніжника В.В. засвідчую:**

Заступник начальника ІДУ НД ЦЗ  
з наукової роботи,  
канд. техн. наук, с.н.с.



Віталій КОВАЛЕНКО