

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Гапала Андрія Ігоровича «Вплив небезпечних чинників лучних пожеж на довкілля» подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

### **Актуальність теми дисертаційної роботи.**

Лучні пожежі, які виникають внаслідок умисного підпалу сухої рослинності, стерні чи порубкових решток є чинником додаткового техногенного навантаження на довкілля та здоров'я людей. Як різновид пожеж у природних екологічних системах, 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. Надзвичайно небезпечними є лучні пожежі у Чорнобильській зоні відчуження, внаслідок яких утворюється, так званий, радіоактивний дим, який піднімається на декілька кілометрів у радіусі до 30 км, що створює радіаційну небезпеку для населення. Загалом в Україні частка лучних пожеж від решти в екосистемах становить 10%, однією з основних причин яких є антропогенний чинник: навмисний підпал – 47%, необережне поводження з вогнем – 26%, спалювання сухої рослинності – 3%.

В Україні та за кордоном (США, Канада, Мексика, Бразилія, Чилі, Австралія, Китай, Іспанія, Греція, Туреччина і ін.) проводяться численні дослідження чинників виникнення, поширення, локалізації та ліквідації пожеж у природних екосистемах, у тому числі лучних. Проте, 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 у довкілля здійснено не у повній мірі. Наукові дослідження лучних пожеж та їх наслідків в межах Українського Розточчя потребують детальних досліджень з метою оцінки техногенного впливу на довкілля та розробки заходів щодо їх попередження, локалізації та ліквідації.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення.**

Дисертаційна робота складається з української та англійської анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 11 додатків. Загальний об'єм дисертації складає 214 сторінок та включає 73 рисунки, 18 таблиць та 188 джерел використаної літератури.

У роботі розглядаються лучні пожежі, які спричиняють значне техногенне навантаження на всі компоненти біосфери. Температура полум'я під час горіння лучної рослинності досягає максимальних значень після вигорання всього горючого матеріалу. Найвища питома активність радіонуклідів притаманна ділянці, де процеси горіння спостерігалися за 1,5 року до початку проведення експерименту і на досліджуваній ділянці з модельним вогнищем. Низові лісові пожежі підвищують концентрацію рухомих форм важких металів у верхніх шарах ґрунтів, окрім ділянки, яка зазнала давнього пірогенного впливу, більше 3,5 років. На ділянках, які зазнали впливу вогню давніше, показники кислотності та засоленості відповідають фоновим значенням та є значно нижчими від тих же значень для модельного вогнища. Здобувачем розрахована густина теплового потоку, яка є значно вищою за табличне значення критичної густини теплового потоку для досліджуваного матеріалу. Для встановлення деяких параметрів пожежонебезпечності, зокрема температури полум'я та потужності тепловиділення від пожежі використано програмне середовище WFDS.

Здобувачем встановлено, що коефіцієнт кореляції між значеннями комплексного показника пожежної небезпеки Нестерова із показниками вологості брусків удосконаленого «Приладу для визначення пожежної небезпеки в лісових масивах та природних екосистемах за умовами погоди» високий від'ємний. Зі збільшенням комплексного показника – вологість знижується. Встановлено мінімальну та максимальну ширини протипожежного бар'єру (мінералізованої смуги) для обмеження поширення лучних пожеж і відстань від фронту лучної пожежі до місця створення перешкоди. Результати експериментальних досліджень температури займання та самозаймання брусків деревних видів показали, що найменш термостійкою є сосна звичайна, найбільш – граб звичайний та середні значення – береза повисла і клен гостролистий. Найнижчий ступінь обуглювання має дуб звичайний. В умовах Українського Розточчя формування пожежостійких узлісь слід передбачити за участю дуба звичайного і граба звичайного. Здобувачем здійснено моделювання швидкості поширення фронту лучної пожежі в досліджуваному регіоні з врахуванням різної вологості горючого матеріалу (лучної рослинності), швидкості вітру та часу гасіння (хв) крайки лучної пожежі. Створено логістичні ланцюги залучення протипожежної техніки для гасіння пожеж у природних екосистемах (лісових і лучних пожеж).

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

Дисертація виконана в контексті одного із основних завдань Державної служби з надзвичайних ситуацій України, 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» (державний реєстраційний номер №0121U113363), у якій здобувач був виконавцем.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків.**

Обґрунтованість наукових положень, рекомендацій та висновків базується на застосуванні автором аналізу результатів наукових досліджень, які стосуються лучних пожеж та пожеж в природних екосистемах і пожежонебезпечних властивостей речовин і матеріалів. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації повністю обґрунтовані експериментальними дослідженнями, їх аналізом та обробкою, використанням методів комп'ютерного моделювання, а також результати досліджень впроваджені у практичну діяльність. В роботі використано: лабораторні методи визначення пожежонебезпечних властивостей горючих матеріалів, зокрема стандартні методи визначення температур займання, самозаймання; експериментальні методи дослідження лучних пожеж; методи визначення метеорологічних показників в польових умовах; методи статистичного, кластерного, регресійного аналізу та математичної обробки результатів досліджень; методи комп'ютерного моделювання процесів займання та поширення лучної пожежі; статистичні методи обробки отриманих результатів досліджень.

Достовірність отриманих результатів забезпечується:

апробацією отриманих наукових результатів у 8 наукових конференціях (1 з них проіндексована наукометричною базою даних Scopus);

публікацією шести наукових статей, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації, з них 3 опубліковані у наукових журналах, що входять до наукометричної бази даних Scopus;

експериментальними, польовими дослідженнями та математичними розрахунками на основі яких визначено 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;

впровадженням отриманих результатів в навчальний процес Львівського державного університету безпеки життєдіяльності під час вивчення дисципліни «Пожежі в природних екосистемах»;

впровадженням отриманих результатів у практичну діяльність АРЗ СП ГУ ДСНС України у Львівській області при гасінні лучних пожеж в природних екосистемах;

### **Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна.**

Дисертація є завершеною науковою працею, в якій розв'язане актуальне науково-технічне завдання – досліджено процеси розвитку лучних пожеж в природних екосистемах та встановлено вплив їх небезпечних чинників на довкілля і біоту, а також розроблено параметри протипожежних перешкод у вигляді мінералізованих смуг. Основні наукові положення дисертації, висновки та рекомендації в повній мірі опубліковані у 14 наукових працях. З них: 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).

Дисертація містить наукову новизну, що зокрема, полягає: у дослідженні небезпечних чинників лучних пожеж та розробленні заходів із підвищення ефективності щодо їх локалізації та ліквідації 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;

- 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;

- 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;

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

набули подальшого розвитку:

- спосіб влаштування протипожежного бар'єру у вигляді мінералізованої смуги в залежності від висоти полум'я лучної рослинності;
- критерії вибору та алгоритм експлуатації протипожежної техніки під час гасіння пожеж у природних екосистемах шляхом врахування техніко-експлуатаційних показників.

### **Практичне значення одержаних результатів.**

Встановлено геометричні параметри протипожежних бар'єрів для локалізації лучних пожеж та відстань від фронту лучної пожежі до місця їх створення. Розрахунково встановлено дальність розлітання іскор та продуктів піролізу від осередку горіння лучної рослинності, кількість особового складу пожежно-рятувального підрозділу для гасіння іскор, які розлітаються від лучної пожежі, а також час рятування людей у залежності від початкових умов. Теоретично обумовлено параметри формування пожежостійких узлісь та логістичні ланцюги експлуатації протипожежної техніки під час гасіння пожеж у природних екосистемах.

Результати досліджень використовують: Загін технічної служби ГУ ДСНС України у Львівській області – для оптимізації залучення особового складу пожежно-рятувальних підрозділів для гасіння лучних пожеж; Львівський державний університет безпеки життєдіяльності в навчальному процесі.

### **Зауваження до дисертації.**

1. У другому розділі доцільно б було додати більш детальний опис приладів, які використовували в роботі для зняття різних показників та величин, зокрема можна навести характеристики тепловізора, пірометра і т. п.

2. У третьому розділі необхідно було додати позначення осей координат на графіках 3.5-3.11 для кращого розуміння. На рисунках 3.15-3.17, 3.23-3.25 забрати розмірність у підписах, а на рисунках 3.29-3.31 відповідно додати розмірність осей координат.

3. Не до кінця зрозуміло, у четвертому розділі, як отримано відстань  $\geq 286$  м від фронту лучної пожежі до місця створення перешкоди.

4. У четвертому розділі неточно вказана інформація про свідоцтво науково-дослідної лабораторії пожежної безпеки.

5. У цьому ж розділі необхідно було вказати на рисунках 4.20-4.25 розмірність по осях координат для кращого їх сприйняття.

6. Як недолік слід відмітити кількість та обсяг загальних висновків, так як вони дуже деталізовані і громіздкі.

7. В роботі зустрічаються редакційні і орфографічні помилки.

Зауваження, які зроблені до дисертації не впливають на загальну позитивну оцінку роботи, оскільки вони не спростовують основних висновків.

## Висновки щодо дисертаційної роботи.

Загалом дисертаційна робота Гапала Андрія Ігоровича є завершеною науковою роботою у якій отримані нові науково-обґрунтовані результати, які в сукупності забезпечують вирішення актуальної науково-практичної задачі щодо вивчення впливу небезпечних чинників лучних пожеж на довкілля.

Враховуючи актуальність роботи, наукову новизну та практичне значенням отриманих результатів, вважаю, що подана до захисту дисертаційна робота відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України №44 від 12.01.2022 р. «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» зі змінами внесеними згідно Постанови Кабінету Міністрів України №341 від 21.03.2022р, а її автор Гапало Андрій Ігорович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Рецензент:

старший науковий співробітник відділу  
організації науково-дослідної діяльності  
Львівського державного університету  
безпеки життєдіяльності,  
кандидат технічних наук, старший  
науковий співробітник



Ярослав КИРИЛІВ

