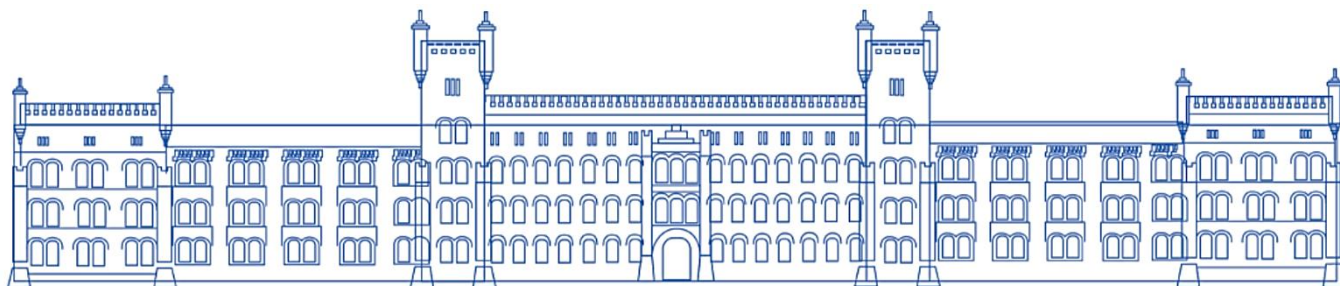




ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ В УМОВАХ ВІЙНИ

*Збірник тез доповідей
I Міжнародної науково-практичної конференції*

17-18 квітня 2025 року

Цивільний захист в умовах війни : збірник тез доповідей I Міжнародної науково-практичної конференції, м. Львів, 17-18 квітня 2025 року. Львів: ЛДУ БЖД, 2025. 298 с.

РЕДКОЛЕГІЯ:

Василь ЛОЇК	кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Роман ЯКОВЧУК	доктор технічних наук, доцент, начальник факультету цивільного захисту ЛДУБЖД
Ольга МЕНЬШИКОВА	кандидат фізико-математичних наук, доцент, заступник начальника факультету цивільного захисту, ЛДУБЖД
Андрій ГАВРИСЬ	кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Олександр СИНЕЛЬНИКОВ	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Андрій ГАВРИЛЮК	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Павло БОСАК	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Андрій ТАРНАВСЬКИЙ	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Мар'ян ЛАВРІВСЬКИЙ	старший викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Олександр ЛЮБОВЕЦЬКИЙ	старший викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Володимир РИХВА	викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Олександра ПЕКАРСЬКА	викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Максим ДОВГАНОВСЬКИЙ	викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Вікторія ФІЛІПОВА	викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД

У збірнику тез I Міжнародної науково-практичної конференції «Цивільний захист в умовах війни» висвітлено досвід сучасних тенденцій й викликів в організації цивільного захисту в умовах війни, а також формування основних напрямків вдосконалення та розвитку системи цивільного захисту.

Для наукових, науково-педагогічних та педагогічних працівників закладів освіти, працівників наукових, виробничих установ, підрозділів ДСНС України, представників державних та місцевих органів влади, громадських і професійних організацій та здобувачів освіти.

Автори несуть особисту відповідальність за зміст представлених публікацій, достовірність результатів і дотримання вимог академічної доброчесності. Оргкомітет не несе відповідальності за порушення правил написання в друкованих авторських матеріалах.

Така система не лише економить час, а й сприяє підвищенню точності, прозорості та об'єктивності планування та звітності в академічному середовищі. В перспективі, розширення подібних рішень може стати важливим етапом у цифровій трансформації системи вищої освіти України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Головатий Р. Р., Кобилкін Д. С., Зачко О. Б. Моделі управління безпекою інфраструктурних проєктів на стадії планування // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. – 2019. – № 2 (1327). – С. 43–49. DOI: 10.20998/2413-3000.2019.1327.7.
2. Стратегія цифрової трансформації освіти і науки України на 2022–2026 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/tsifrova-transformatsiya/2022/06/21/strategiya-tsyfrovoyi-transformatsiyi-osvity.pdf>

УДК 630*232:551.435.61

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ІНТЕНСИФІКАЦІЮ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ

*О. О. Карабин, к.ф.-м.н., доцент, В. В. Карабин, д.т.н., професор, І. М. Кордіяка
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Надзвичайні ситуації можуть мати як прямі, так і опосередковані наслідки. Прямі наслідки включають негайну шкоду, завдану екосистемам, інфраструктурі та здоров'ю людей. Опосередковані наслідки можуть проявлятися через певний час після події та впливати на різні аспекти навколишнього середовища та суспільства. Зокрема, забруднення вод нафтопродуктами може спричинити надзвичайну ситуацію пов'язану з 100 кратним перевищенням ГДК концентрації фенолів [1], горіння вугільних териконів до забруднення компонентів довкілля [2], землетруси можуть інтенсифікувати гравітаційно-схилкові процеси.

Лісові пожежі призводять до зниження водорегулюючої, ґрунтозахисної та протиерозійної ролі лісів у природних екосистемах. Крім того, пожежі можуть призвести до втрати біорізноманіття, оскільки лісові екосистеми є домом для різноманітних видів флори та фауни. Знищення цих середовищ існування може призвести до локального вимирання видів. Опосередковані наслідки лісових пожеж можуть бути тривалими та комплексними, впливаючи на екологічну рівновагу, водні ресурси та стабільність ґрунтів [3].

За даними The International Disaster Database [4] внаслідок наймасштабніших лісових пожеж у період 2000-2024 рр. загинуло 1074 особи, втратили помешкання понад 58 тис. осіб, кількість постраждалих перевищило 13 млн осіб, загальні збитки сягнули 84 млрд. доларів США. Особливо катастрофічними лісові пожежі були у 2019-2021 роках (рис. 1).

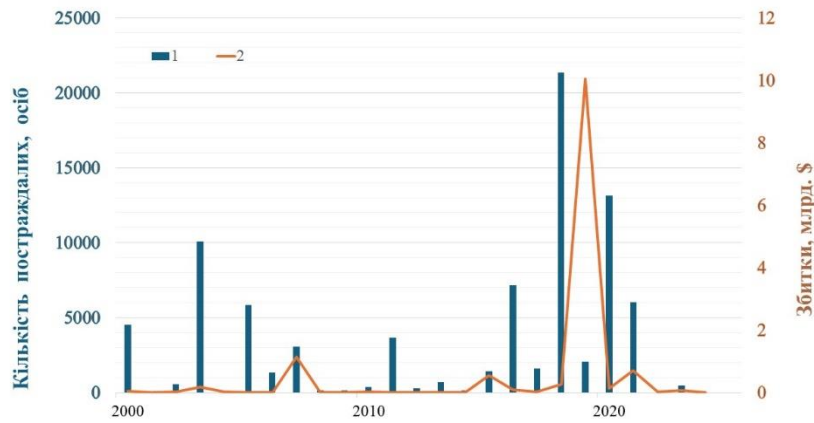


Рисунок 1 – Динаміка кількості постраждалих осіб та загальних збитків внаслідок лісових пожеж за даними [4]: 1 – кількість постраждалих осіб (ліва вісь), загальні збитки, млрд доларів США (права вісь).

Після лісових пожеж відбуваються значні зміни у фізико-механічних властивостях ґрунту та гідрологічних процесах, що сприяють розвитку зсувних процесів. Основним чинником є втрата рослинного покриву та кореневої системи, які забезпечують механічну стабільність ґрунту. Дослідження показали, що після пожеж коефіцієнт безпеки схилів зменшується на 20–30%, а зчеплення частинок ґрунту може знижуватися до 25%. Особливо вразливими є ділянки з крутизною понад 25° та тонким шаром ґрунту (менше 30 см), де ризик зсувів підвищується у п'ять разів. Крім того, вогонь впливає на гідрологічні властивості ґрунту: у деяких регіонах Італії та Греції було зафіксовано зменшення водопроникності на 40–60%, що збільшує поверхневий стік на 30–50% і підвищує ймовірність раптових зсувів після опадів. Інтенсивні дощі є ключовим тригером зсувних процесів у постпожежних ландшафтах. У Каліфорнії встановлено, що після пожеж рівень опадів, необхідний для ініціації зсуву, зменшується на 35%. Аналіз випадків у США виявив, що близько 70% зсувів сталися в районах, які зазнали пожеж упродовж попередніх 3–10 років. Це пов'язано із деградацією корневих систем та порушенням водного балансу, що триває протягом кількох років після пожежі. Крім того, дослідження у Південній Італії показали, що високі температури горіння можуть спричинити спікання верхніх шарів ґрунту, що додатково знижує його здатність до інфільтрації води, збільшуючи ризик поверхневого стоку та ерозійних процесів [5].

Довгостроковий вплив пожеж на стабільність схилів може зберігатися до 15 років, оскільки кореневі системи відновлюються повільно. Втрата механічної підтримки з боку рослинності, зміни у структурі ґрунту та підвищення водного навантаження призводять до того, що навіть через роки після пожеж схили залишаються вразливими до зсувних процесів. Сукупність цих факторів вимагає розробки детальних карт ризику, впровадження стратегій стабілізації та використання сучасних методів моніторингу, таких як аерофотозйомка та машинне навчання, для оцінки ймовірності зсувів у пожежонебезпечних регіонах.

Підвищення ефективності заходів цивільного захисту та запобігання прямим і віддаленим наслідкам лісових пожеж неможливе без розробки математичних моделей температурних режимів лісових пожеж. Процеси теплообміну під час пожежі є складними та включають багато факторів, що ускладнює їх моделювання. Розв'язання рівнянь теплопередачі також є складним і потребує аналітичних підходів.

Львівським державним університетом безпеки життєдіяльності створено математичну модель займання хвої від полум'я низової пожежі. Розв'язання поставлених задач здійснювалося методом прямої інтеграції. Запропонована модель процесу нагрівання нижньої частини крони дерева внаслідок рухомої низової пожежі має перевагу, оскільки

базується на математичних розрахунках, які можна легко виконати за допомогою програмного пакету Maple. Програма в пакеті Maple, залежно від вхідних даних (розмір площі пожежі, швидкість поширення вогню, відстань від землі до нижньої частини крони), обчислює температуру повітря. Отримані результати моделювання можуть бути використані для оцінки та прогнозування ситуації під час лісових пожеж, що сприятиме розробці ефективних протипожежних заходів [6].

ЛІТЕРАТУРА

1. Карабин В.В. Закономірності зміни макрокомпонентного хімічного складу вод ріки Білий Черемош // Збірник наукових праць УкрДГПІ. – 2015. – №1. – С. 114-121.
2. Kochmar, I., Karabyn, V., Stepova, K., Stadnik, V. & Sozanskyi, M. (2024). Thermal Impact on Heavy Metal Bioavailability in Burnt Rocks of Waste Heap of Chervonohradska Coal-preparation Plant (Lviv Region, Ukraine). *Geomatics and Environmental Engineering*, 18(1), 117–133. <https://doi.org/10.7494/geom.2024.18.1.117>
3. Кузик А.Д. Про взаємний вплив лісових пожеж і ґрунтів // *Науковий вісник НЛТУ України*, 2009, 19.4. С. 106-110.
4. The International Disaster Database. URL <https://public.emdat.be/>
5. Akosah, S.; Gratchev, I. Systematic Review of Post-Wildfire Landslides. *GeoHazards* 2025, 6, 12. <https://doi.org/10.3390/geohazards6010012>
6. Karabyn O., Smotr O., Kuzyk A., Malets I., Karabyn V. (2023). Mathematical and Computer Model of the Tree Crown Ignition Process from a Mobile Grassroots Fire. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. 148-159. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-16203-9>

УДК 351

ВАЖЛИВІСТЬ МАТЕМАТИКИ У ЦИВІЛЬНОМУ ЗАХИСТІ

О. М. Трусевич, к.ф.-м.н., доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Війна, розпочата Росією, ще більш ускладнила роботу працівників цивільного захисту. Відомо, [1]- [4], що «цивільний захист є системою заходів, спрямованих на захист населення, майна та довкілля від небезпеки надзвичайних ситуацій. Виконання основних завдань цивільного захисту допомагає забезпечити безпеку та добробут громадян у разі виникнення надзвичайних ситуацій...». Війна - це розруха, постійна загроза людським життям, навколишньому середовищу, великі матеріальні втрати, знищені будівлі, екологія тощо.

Як можна, використовуючи наукові дисципліни, а саме математику, мінімізувати та прогнозувати наслідки надзвичайних ситуацій, в тому числі, що стосується війни. Математика в цивільному захисті має критичне значення, оскільки дозволяє ефективно аналізувати, прогнозувати, оптимізувати та вирішувати завдання, пов'язані з безпекою населення і територій у надзвичайних ситуаціях.

Зупинимось на основних показниках, де використовуються математичні методи та операції, що дозволяють значно зменшити наслідки надзвичайних ситуацій. Ось детальний розгляд цього питання за ключовими напрямками:

Моделювання надзвичайних ситуацій. Математика забезпечує створення моделей надзвичайних ситуацій для прогнозування їх перебігу та наслідків, як висновок – мінімізація втрат. Мова йде про:

- *моделювання розповсюдження шкідливих речовин* у повітрі чи воді, використовуючи рівняння дифузії, що надалі дозволяє визначати зони ураження, час поширення та необхідні заходи для ліквідації наслідків;