

Міністерство освіти і науки України
Черкаський державний технологічний університет
Черкаська обласна державна адміністрація
Департамент цивільного захисту, оборонної роботи та взаємодії з правоохоронними
органами Черкаської обласної державної адміністрації
Національний університет цивільного захисту України
Національний університет «Чернігівська політехніка»
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Український державний університет науки і технологій
Черкаська медична академія
Черкаський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
Черкаська обласна організація Товариства Червоного Хреста України
Громадська організація «Асоціація цивільного захисту»
Громадська спілка «Пожежні-рятувальники України»
ТОВ «ЦЕНТР СЛУЖБИ КРОВІ «БІОФАРМА ПЛАЗМА»»
Німецьке товариство міжнародного співробітництва (GIZ), Федеративна
Республіка Німеччина
Пожежна рада міста Гамбург, Федеративна Республіка Німеччина
Об'єднана платформа «Пошук, рятування, медична та гуманітарна допомога», Турецька
Республіка
Університет Східного Лондона, Сполучене Королівство Великої Британії
і Північної Ірландії
Жилінський університет, Словацька Республіка
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, Литовська Республіка
Габровський технічний університет, Республіка Болгарія
Центр австрійсько-українських культурних досліджень, Австрійська Республіка

МАТЕРІАЛИ

I Міжнародної

науково-практичної конференції

«ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПЕКИ:

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ»

12–13 березня 2026 року, м. Черкаси

Том 1
ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ, ПОЖЕЖНА І ТЕХНОГЕННА
БЕЗПЕКА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Черкаси



2026

УДК 614.8:351.86:004:502.1](036)
Т38

*Рекомендовано вченою радою
Черкаського державного
технологічного університету,
протокол № 11 від 16 березня 2026 р.*

Відповідальний за випуск: *Цікановський В. Л.*

Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції
Т38 «Технології безпеки: сучасні виклики та перспективи» :
12–13 березня 2026 року, м. Черкаси [Електронний ресурс] :
у 2-х томах / упоряд. : І. Г. Маладика В. Л. Цікановський ; М-во
освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Т. 1. –
Черкаси : ЧДТУ, 2026. – 397 с.

Обговорення концептуальних засад і стратегічних питань врегулювання безпекової складової у сучасних умовах. Підвищення ефективності заходів цивільного захисту територіальних громад. Розгляд наукових досліджень і розробок, пов'язаних із забезпеченням цивільної, пожежної, техногенної, екологічної безпеки, створенням і підтриманням безпечних умов праці, здоров'я та життєдіяльності людини. Розгляд нових безпекових рішень у суспільно-політичній, гуманітарно-правовій та інформаційній сферах. Перспективи застосування інформаційних та геоінформаційних систем і технологій; безпілотних літальних апаратів; робототехніки; захисту об'єктів енергетики та транспорту. Технології захисту у будівництві та відновленні інфраструктури в умовах глобальних викликів.

Для науковців, студентів, аспірантів та фахівців галузі.

УДК 614.8:351.86:004:502.1](036)

ТЕМАТИЧНІ СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ:

- Секція 1 Цивільний захист, пожежна і техногенна безпека та охорона праці.
- Секція 2 Технології захисту у будівництві та відновленні інфраструктури.
- Секція 3 Суспільно-політична, гуманітарно-правова та інформаційна безпека.
- Секція 4 Екологічна безпека. Захист довкілля та здоров'я людини.

Матеріали збірника представлені мовою оригіналу. Кожен автор несе повну відповідальність за зміст своїх публікацій, достовірність фактів, цитат, власних імен та інших даних, точність і коректність посилань, дотримання засад академічної доброчесності.

© Авторські тексти, 2026

ОЦІНКА МЕТОДУ РОЗМІЩЕННЯ РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ РІЗНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

*Максим КУСТОВ, д-р техн. наук, проф.,
Олександр САВЧЕНКО, канд. техн. наук,
старший науковий співробітник
Національний університет цивільного захисту України*

Забезпечення пожежної безпеки населених пунктів є складним інженерно-технічним завданням, критичним елементом якого виступає мінімальний час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП) на місце виклику. Нормативи прибуття рятувальних підрозділів різняться залежно від нормативно-правової бази конкретної країни та рівня пожежної небезпеки в регіоні, але в середньому час прибуття не повинен перевищувати: 10 хвилин у містах; 20 хвилин у населених пунктах за межами міста. Радіус обслуговування одним ПРП не повинен перевищувати 3 кілометри за наявності доріг загального користування. Схожі вимоги і в інших країнах світу. Вимоги Американської Національної асоціації пожежної безпеки (NFPA) щодо часу реагування на пожежі фактично збігаються з українськими стандартами. у Сполучених Штатах основою для визначення місць розташування ПРП на місцевості, є моделі Threshold Coverage, MCLP, MEXCLP, MALP, Гіперкубічна модель чергового обслуговування [1]. Останнім часом за кордоном активно поширюється моделювання зон обслуговування за допомогою ГІС.

У розвинених країнах спостерігається зростаюча тенденція до оцінки рівня ризику району під час планування розміщення ПРП. Основна концепція полягає в тому, що реагування на надзвичайні ситуації в районах з вищим ступенем ризику вимагає залучення більшої кількості персоналу та обладнання.

У роботі [2] представлено математичну модель територіального розміщення пожежних підрозділів з різними функціональними можливостями та програмну реалізацію Fire Emergency Department Direction (FEDDIR). За допомогою цього програмного комплексу можна оптимізувати місця розташування пожежних підрозділів з різними функціональними можливостями та визначити найшвидший маршрут до місця пожежі, враховуючи щільність руху на дорогах.

Метою даної роботи є оцінка ефективності та надійності запропонованого методу просторового розміщення пожежних частин, який враховує їх функціональні можливості та реальні ризики на території, а також обґрунтування його екологічної та економічної доцільності.

Перевірка надійності методу здійснювалася на прикладі реальної інфраструктури Новобаварського району міста Харків. Цей район було обрано як полігон через наявність складної комбінації житлових масивів та об'єктів промислової інфраструктури (Завод ім. Шевченка, Новожанівський м'ясокомбінат та ін.).

Для оцінки ефективності методу було проведено порівняльний аналіз із відомим методом просторового калібрування територій (прототипом) [3]. Порівняння проводилося шляхом розрахунку коефіцієнта покриття території $K_{\text{покр.}}$ для чотирьох типів населених пунктів, що відрізняються масштабом, щільністю населення та характером забудови:

найбільше місто (мегаполіс) – на прикладі м. Київ (населення понад 2 млн осіб);

обласний центр – на прикладі м. Харків (населення близько 1,5 млн осіб);

місто районного значення (територіальна громада) – на прикладі м. Чугуїв;

селищна громада – на прикладі смт Солоницівка.

Економічна та екологічна оцінка проводилась відповідно методики [4], розраховувались збитки від забруднення атмосферного повітря під час масштабної пожежі на нафтобазі,

Перший етап дослідження був спрямований на визначення чутливості математичної моделі до зміни вхідних координат. Було проведено серію чисельних експериментів, у яких розташування ПРП штучно зміщувалося відносно розрахованого оптимуму.

Результати розрахунків свідчать, що переміщення одного ПРП на 1 км від оптимального положення збільшує час руху на 7%, а при збільшенні відстані до 2 км час збільшується на 15%. Водночас, якщо два пожежні підрозділи змістити на 1 км від визначеного оптимального положення, збільшення часу руху досягає 16%, а переміщення трьох підрозділів на однакову відстань призводить до збільшення часу руху на 24%.

Перевірка ефективності запропонованого методу показала наступне: у великих містах (Київ, Харків) використання класичних методів забезпечує коефіцієнт покриття на рівні 0,87–0,88. Застосування запропонованого методу з урахуванням функціональної спроможності підрозділів дозволяє підвищити цей показник до 0,92, що в масштабах мегаполісу еквівалентно забезпеченню своєчасної допомоги для десятків тисяч мешканців додатково без будівництва нових депо, лише за рахунок оптимізації. Для міст районного значення (Чугуїв) приріст ефективності склав близько 7%. У малих населених пунктах (Солоницівка) різниця знову зростає, досягаючи понад 15%. Це пояснюється тим, що в малих громадах ціна помилки при розміщенні єдиного або двох депо є значно вищою, і математична оптимізація тут відіграє вирішальну роль (Табл. 1).

Таблиця 1 - Коефіцієнти покриття за методами [3] та [2]

Локальна територія	Варіанти функціональної спроможності різних пожежних підрозділів	$k_{\text{покр. за [3]}}$	$k_{\text{покр. за [2]}}$
м. Київ	Однакова	0,87	0,88
	Різна	0,87	0,92
м. Харків	Однакова	0,81	0,83
	Різна	0,81	0,9
Чугуївська міська територіальна громада	Однакова	0,69	0,7
	Різна	0,69	0,76
Солоницівська селищна територіальна громада	Однакова	0,53	0,55
	Різна	0,53	0,65

Слід відмітити, що тип населеного пункту та час доби мають великий вплив на швидкість прибуття пожежних машин до місця виклику. Після обробки статистичних даних щодо середньої швидкості пожежних автомобілів у різних населених пунктах встановлено: в обласних центрах спостерігається значна амплітуда коливань швидкості, денна швидкість руху пожежних автомобілів на 35–40% нижча за нічну через затори. Це вимагає закладання менших радіусів обслуговування при проектуванні. У містах районного значення (типу Чугуєва) відмічено, що денна швидкість руху там є максимальною і перевищує швидкість у мегаполісах на 45–50%. Це зумовлено меншою щільністю трафіку при достатньо високій якості магістральних доріг.

Практична цінність будь-якої інженерної методики вимірюється її економічною ефективністю. Для розрахунку було опрацьовано обставини та наслідки ліквідації масштабної пожежі на нафтобазі в м. Харків (лютий 2024 року).

Згідно з даними, під час пожежі згоріло 3,5 тисячі тонн нафтопродуктів. Розрахунок викидів показав потрапляння в атмосферу 3320 т оксиду вуглецю, 220 т діоксиду азоту, 280 т сажі та інших небезпечних сполук. Загальний розрахований екологічний збиток від забруднення повітря склав 132,6 млн грн.

Застосування оптимізованого розміщення підрозділів дозволяє скоротити час початку гасіння на 7–15%. Оскільки маса викидів прямо пропорційна часу вільного горіння, скорочення часу прибуття зменшує кількість нафти, що згоріла та, відповідно, викидів.

При консервативній оцінці скорочення часу реагування на 7% (обрано найменшу різницю ефективності), економічний ефект від відвернених екологічних збитків становить 9,28 млн грн. Ця сума є економічним ефектом лише від одного випадку реагування на велику пожежу. Враховуючи кількість виїздів за рік, інтегральний економічний ефект від впровадження методу буде значно вищим.

Перевірка надійності математичної моделі розміщення ПРП різних функціональних можливостей дозволяє зробити висновок про її надійність. Усі випадково вибрані варіанти розподілу ПРП, порівняно з оптимізованим, збільшують час руху до місця виклику від 7% до 400%. Використання запропонованої математичної моделі дозволяє скоротити час прибуття пожежних підрозділів до місця виклику на 24% (за умов оптимізації розміщення більше 3 пожежних підрозділів). Перевірка ефективності запропонованого методу свідчить, що його застосування дозволяє розміщувати ПРП з більшою ефективністю. Коефіцієнт охоплення локальної території з населенням ≥ 1 млн осіб збільшується на 15%; з населенням від 50 000 до 1 000 000 осіб – до 7%; з населенням ≤ 50 000 осіб – понад 15%. На прикладі реальної пожежі на нафтобазі розраховано, що збитки від впливу на навколишнє середовище зменшаться на 9,28 млн гривень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Benson C.M., Elsmore S. (2022). Reducing fire risk in buildings: the role of fire safety expertise and governance in building and planning approval. *J Hous and the Built Environ* 37, 927–950. doi:10.1007/s10901-021-09870-9.
2. Kustov M., Fedoryaka O., Kononovych V., Khalmuradov B., Borodych P., Kurtseitov T., Veretennikova J. (2023). Level Of Fire Danger Of The Local Territory. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 122(10). doi:10.15587/1729-4061.2023.276653.
3. Da Silva Romero C.W., Miyazaki M.R., Berni M.D., Figueiredo G.K., Lamparelli R.A. (2023). A spatial approach for integrating GIS and fuzzy logic in multicriteria problem solving to support the definition of ideal areas for biorefinery deployment, *Journal of Cleaner Production*, 390, 135886. doi: 10.1016/j.jclepro.2023.135886
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 15.02.2002 № 175 «Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру».