



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

**Черкаський інститут пожежної безпеки  
імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України**



***«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»***

***Матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної  
конференції з міжнародною участю***

***24 – 25 жовтня 2024 року***

Черкаси – 2024

УДК 543.051

Н 17

Рекомендовано до друку вченою радою факультету пожежної безпеки  
Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
(протокол № 1 від 24 вересня 2024 р.)

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі  
експертною комісією інституту з питань таємниці  
(протокол № 11 від 17 жовтня 2024 р.)

Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XIV Всеукраїнської науково-  
практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля  
НУЦЗ України, 2024. – 230 с.

### Редакційна колегія

**Ігор ТОЛОК** – к. пед. н., доцент, Заслужений працівник освіти України, ректор НУЦЗ  
України;

**Дмитро ЛЕСЕЧКО** – к. т. н., т. в. о. начальника ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ  
України;

**Віталій КОВАЛЕНКО** – к. т. н., с. н. с., заступник начальника Інституту державного  
управління та наукових досліджень з цивільного захисту з наукової роботи;

**Олександр ЗЕМЛЯНСЬКИЙ** – начальник науково-дослідного центру ЧІПБ ім. Героїв  
Чорнобиля НУЦЗ України;

**Валентин МЕЛЬНИК** – к. т. н., доцент, начальник факультету пожежної безпеки НУЦЗ  
України;

**Сергій ЦВІРКУН** – к. т. н., доцент, начальник факультету пожежної безпеки ЧІПБ  
ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, **відповідальний секретар конференції**;

**Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ** – к. т. н., доцент, начальник кафедри безпеки об'єктів  
будівництва та охорони праці ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, **секретар  
конференції**;

**Костянтин МИГАЛЕНКО** – к. т. н., доцент, начальник кафедри автоматичних систем  
безпеки та електроустановок ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України;

**Сергій КАСЯРУМ** – к. пед. н., доцент, начальник кафедри вищої математики та  
інформаційних технологій ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України.

У збірнику подані матеріали доповідей за такими тематичними напрямками: прикладні  
наукові аспекти прогнозування та запобігання надзвичайним ситуаціям; технології пожежної та  
техногенної безпеки; інформаційні технології в попередженні та ліквідації надзвичайних ситуацій;  
теоретичні та практичні аспекти охорони праці в галузі цивільної безпеки.

© Факультет ПБ  
© ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024

небезпек і їх використання для оцінки ризиків та загроз на об'єктах критичної інфраструктури;

- широке впровадження систем оповіщення реального часу на об'єктах критичної інфраструктури і їх поєднання з ГІС;

- моделювання НС на об'єктах критичної інфраструктури і розробка заходів з нейтралізації наслідків;

- планування розвитку інфраструктури територій і регіонів з врахуванням ризиків виникнення НС на об'єктах критичної інфраструктури.

Дані тенденції обумовлені впровадженням та популяризацією геоінформаційних технологій через Інтернет та розвитком можливостей широкого використання їх у сучасних мобільних додатках. Цей прогрес може призвести до появи різноманітних можливостей для залучення населення до оцінки ризиків та загроз, переважно використовуючи їхні інформаційні ресурси на місця, що дозволить значному прискоренню доступу до інформації, її якісному аналізу та наданню результатів для прийняття рішень в реальному часі.

Впровадження цієї системи сприятиме покращенню процесів оцінки та моніторингу ризиків і забезпечить зручний доступ до важливої інформації для служб цивільного захисту та інших учасників управління ризиками та прийняття рішень.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2013.

2. Наказ МНС України № 659 від 24.09.2007 «Про удосконалення паспортизації територій щодо ризиків виникнення НС».

3. Збірник нормативно-правових актів з питань надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. К-2001 – с. 531.

4. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т. 2. Організація управління в надзвичайних ситуаціях / За загальною редакцією В.М. Антонця.- К.: Купріянова, 2007.- 636 с.

5. Постанова КМУ від 29.03.2001 N 308 „Про Порядок створення і використання матеріальних резервів для запобігання, ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та їх наслідків”.

**УДК 614**

#### **ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ПОЖЕЖІ У ПРИМІЩЕННІ**

*В. ХРИСТИЧ, канд. техн. наук, доцент, заступник начальника кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій*

*М. МАЛЯРОВ, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій*

*М. ВАСИЛЕНКО, курсант факультету № 4*

*Національний університет цивільного захисту України*

Для цілей моделювання пожежі загальноприйнятним є швидкість тепловиділення, як вхідний параметр. Такі проекти вимагають використання моделі пожежі для підтвердження зроблених висновків. Базою є швидкість тепловиділення для типового паливного завантаження, що є відомими показниками і зазвичай вимірюються під час випробувань конусним калориметром.

У кількох дослідженнях були спроби визначити швидкість виділення тепла та/або місцезнаходження пожежі за допомогою зворотного моделювання пожежі [1-4]. Ці дослідження в першу чергу були зосереджені на використанні датчиків усередині будівлі та значною мірою засновані на використанні теоретичних кореляцій швидкості та температури.

Модель Девіса-Форні використовує алгоритми стельового струменя для визначення температури та концентрації диму для перетворення аналогових даних від детектора тепла або диму (на стелі). Згідно з цим, основне рівняння, яке пов'язує швидкість конвективного тепловиділення з температурою стельового струменя та радіальною відстанню від вогню, має вигляд [2]:

$$Q_c = 0,172^5 \sqrt{H} \left( \frac{r}{0,18H} \right)^{0,345} \left( \frac{\sqrt[3]{\Delta T_{cj}}}{\sqrt{T_\infty}} \right) 0,172 \quad (1)$$

$Q_c$  – швидкість конвективного тепловиділення;

$H$  – висота стелі над поверхнею пожежі;

$r$  – радіальне відхилення від шлейфової центральної лінії;

$\Delta T_{cj}$  – перевищення температури потоку під стелею;

$T_\infty$  – температура навколишнього середовища.

Використовуючи детектори тепла або диму, розташовані на стелі, можна отримати оцінку температури стельового струменя. При цьому повинна бути відома калібрувальна крива аналогового сигналу, створюваного детектором, залежно від температури/концентрації газу. Використовуючи цю інформацію, можна дати оцінку параметрів пожежі на основі температури або концентрації диму за допомогою використання кореляцій моделювання, що потім використовується як вхідні дані в зональну модель для прогнозування температури верхнього шару, висоти шару та визначення ймовірності поширення та зростання пожежі [3].

Після того, як сталося загоряння, розвиток пожежі в першу чергу обумовлений поширенням полум'я, а саме приміщення мало впливає на цей процес. Після того, як виникло полум'яне горіння, у повітря виділяються продукти горіння ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ , сажа). Ці продукти згоряння більш гарячі та менш щільні, ніж навколишнє повітря та піднімаються до стелі. В результаті холодніше повітря захоплюється через різницю тисків і змішується з продуктами згоряння. Підйом продуктів згоряння та залучення повітря утворюють вогненний шлейф. Коли вогненний шлейф досягає стелі, гази рухаються по стелі, доки не стикаються зі стіною.

У більшості моделей площа джерела пожежі задається таким чином, щоб максимальна швидкість тепловиділення на одиниці площі джерела пожежі становила  $500 \text{ кВт/м}^2$ . Наприклад, стандарт NFPA92B рекомендує, щоб типовий коефіцієнт тепловиділення на одиницю площі офісів становив  $290 \text{ кВт/м}^2$ . Всі ці значення аналогічні, тому в якості розумної і репрезентативної оцінки було вибрано значення  $500 \text{ кВт/м}^2$ . А масова швидкість горіння є функцією коефіцієнта еквівалентності.

Аналіз даних є важливим етапом у дослідженні інформації та вимагає глибокого розуміння структури та змісту даних. Він допомагає виявити закономірності та тенденції, а також ухвалити обґрунтовані рішення на основі отриманої інформації. Структурування, систематизація даних дозволяє організувати їх таким чином, щоб можна було ефективно працювати з нею та отримувати необхідну для аналізу інформацію.

У ході дослідження було використано та проаналізовано зворотну модель пожежі, де програмний пакет IFM об'єднав селективний алгоритм зі стандартною зональною моделлю у спробі оцінити середній розмір пожежі у квазістаціонарних умовах або у відомий період часу, використовуючи профіль температури верхнього шару, що виходить із відкритих вікон.

У подальшому необхідно провести додатковий практичний аналіз та порівняти із реальним сценарієм пожежі за відомими експериментальними даними та знайти рішення, що радикально скорочує час практичного моделювання для швидкого опрацювання режимів пожежі в реальному часі.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Estimation of fire location and heat release rate by using sequential inverse method. Woei Shyan Lee, Shin Ku Lee. Department of Mechanical Engineering, Research Center for Energy Technology and Strategy, V. 26, № 1-2. 2005. - С. 201-207.
2. Davis, W. and Forney, G. (2001), Sensor-Driven Fire Model Version 1.1 (NISTIR 6705), NIST Interagency/Internal Report (NISTIR), National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, [online] <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.6705>.
3. Berry Dave, Usmani Asif, Torero Jose L, Tate, Austin et. all. FireGrid: Integrated emergency response and fire safety engineering for the future built environment, [online] <https://era.ed.ac.uk/handle/1842/1169>.
4. Signal processing algorithms for fire localization using temperature sensor arrays. Shu Wang, Martin Berentsen, Thomas Kaiser. 2005. [online] <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2005.06.004>.

#### УДК 614

### ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ЕВАКУАЦІЇ З ОБ'ЄКТІВ З МАСОВИМ ПЕРЕБУВАННЯМ ЛЮДЕЙ

*В. ХРИСТИЧ, канд. техн. наук, доцент, заступник начальника кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій*

*М. МАЛЯРОВ, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій*

*Р. ВЕРЕЩАК, курсант факультету пожежної безпеки  
Національний університет цивільного захисту України*

Розуміння евакуації з багатолюдних будівель є серйозною проблемою в науці про пожежну безпеку. Загальний час, необхідний людям для виходу з будівлі, включає час, необхідний їм для того, щоб відреагувати на сигнал тривоги та прийняти рішення про евакуацію, і час, необхідний щоб пройти вибраним ними маршрут виходу. Зміна часу перед переміщенням призводить до суттєвих затримок евакуації, але контрольованих експериментів із цього приводу було мало.

Метою дослідження є отримання даних для перевірки моделювання евакуації та розрахунку часу евакуації шляхом аналізу поведінки евакуйованих з театру, що було досягнуто за допомогою навчань з евакуації під час пожежі з використанням методу вилучення докладних траєкторій евакуації. В роботі ми провели віртуальний експеримент, який досліджує рівень ризику, якому зазнають люди під час евакуації. Результати показали потенціал віртуальних експериментів для безпечного, швидкого та дешевого масштабування процесів, що спричиняють затримки під час евакуації натовпу перед переміщенням. Однією з цілей є перевірка, яка може спричинити краще розуміння ризиків на етапі евакуації перед переміщенням, зокрема, пов'язаного зі збиранням речей. Основну увагу було приділено пересуванню відвідувачів об'єкта з масовим перебуванням людей, саме вибору маршруту і пішохідному потоку, а не поведінці людей на етапі перед переміщенням чи ситуації паніки.

Важливим аспектом практики пожежної безпеки є сприяння швидкій та безпечній евакуації з багатолюдних будівель. Це потребує інфраструктурних рішень, як-от