

УДК 358.31, 358.238, 629.122, 629.1.03, 629.1.07

doi:10.20998/2413-4295.2023.03.07

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖ У БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЛЯХ У МІСТАХ УКРАЇНИ

О. Г. ПОЛІВАНОВ

кафедра інженерної та аварійно-рятувальної техніки, Національний університет цивільного захисту, м. Харків, УКРАЇНА
e-mail: nuczu.iart.polivanov@gmail.com

АНОТАЦІЯ Ефективність гасіння пожежі залежить від швидкості прибуття на місце пожежно-рятувальних підрозділів та часу, який буде затрачено на подачу "першого" ствола (вогнегасної речовини) на локалізацію. Швидка подача вогнегасної речовини дає шанс локалізувати, а потім ліквідувати пожежу у початковій фазі, адже результат суттєво залежить від дій в «перші хвилини пожежі». Проведено поділ міських населених пунктів на відповідні групи за чисельністю населення та площею території із використанням методів кластерного аналізу. З кожної групи міст було відібрано по одному населеному пункту і далі по ним опрацьовані дані щодо пожеж за період 2020 року. Проаналізовано статистичні дані, які були отримані від оперативно-координаційних центрів ДСНС України в містах Київ, Харків, Полтава, Бердянськ, що характеризують процес гасіння пожеж, а саме час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця пожежі, час локалізації пожежі та площу пожежі. Статистичні дані обирались тільки для багатоповерхових будівель. Встановлено взаємозв'язок наступних параметрів: площа горіння, поверх будівлі, час локалізації пожежі. Отримані статичні дані свідчать, що площа пожежі та час локалізації збільшується у середньому від 3,5 до 6 разів. Результат аналізу даних надає наочне розуміння необхідності удосконалення наявних засобів і способів (тактики) гасіння пожеж у багатоповерхових будівлях. Запропоновано в основу тактики гасіння пожеж у багатоповерхових будинках використовувати імпульсний вогнегасник Тайфун-10, який перероблено у пневматичну гармату для дискретної доставки вогнегасних речовин, поміщених у спеціальний контейнер. Дискретна доставка вогнегасних речовин у контейнері дозволяє скоротити час локалізації пожеж у багатоповерхових будівлях за рахунок оперативності розгортання установки та точної подачі в віконний отвір безпосередньо в осередок пожежі.

Ключові слова: багатоповерхові будівлі; пожежогасіння; вогнегасні речовини; дискретна подача вогнегасних речовин.

STUDY OF FIRE LOCATION TIME IN HIGH-STORY BUILDINGS IN CITIES OF UKRAINE

O. POLIVANOV

department of engineering and emergency rescue equipment, National University of Civil Defence, Kharkiv, UKRAINE

ABSTRACT The effectiveness of extinguishing a fire depends on the speed of arrival of fire and rescue units at the scene and the time it will take to deliver the "first" barrel (extinguishing agent) to the location. The rapid supply of fire extinguishing agent gives a chance to localize and then eliminate the fire in the initial phase, although the result depends significantly on the action in the "first minutes of the fire". The urban settlements into appropriate groups based on population and territory using methods of cluster analysis were divided. One settlement was selected from each group of cities, and then data on fires for the period of 2020 was processed. The statistical data obtained from the operational coordination centers of the State Emergency Service of Ukraine in the cities of Kyiv, Kharkiv, Poltava, and Berdyansk, which characterize the process of extinguishing fires, namely the time of arrival of fire and rescue units at the scene of the fire, the time of localization of the fire and the area of the fire, were analyzed. Statistical data were selected only for high-rise buildings. The interrelationship of the following parameters was established: burning area, building floor, time of fire localization. The obtained static data indicate that the area of fire and the time of localization increases on average from 3.5 to 6 times. The result of the data analysis provides a clear understanding of the need to improve the available means and methods (tactics) of extinguishing fires in multi-story buildings. We proposed to use the Typhoon-10 impulse fire extinguisher, which has been converted into a pneumatic gun for the discrete delivery of fire extinguishing substances placed in a special container, as the basis of firefighting tactics in multi-story buildings. Discrete delivery of fire-extinguishing substances in a container allows to reduce the time of localization of fires in multi-story buildings due to the efficiency of deployment of the installation and accurate delivery through the window opening directly to the center of the fire.

Keywords: high-rise buildings; fire extinguishing; fire extinguishing substances; discrete supply of fire extinguishing substances.

Вступ

З розвитком технологій та устаткування, що використовується у будівництві, щорічно зростає кількість висотних будівель. Багатоповерхові будівлі належать до об'єктів з масовим перебуванням людей.

Крім того там знаходяться великі матеріальні цінності. Виникнення пожеж та надзвичайних ситуацій у цих будівлях може призвести до великих матеріальних збитків та загибелі людей. Саме цим і обумовлено особливу увагу до проблеми забезпечення безпеки людей в багатоповерхових

будівлях при виникненні пожежі. Масштабні пожежі, що сталися в останні роки довели необхідність переозброєння оперативно-рятувальних підрозділів новою технікою та засобами пожежогасіння. Одним з перспективних напрямків пожежогасіння у багатоповерхових будівлях [1] є застосування дискретної подачі вогнегасних речовин до осередку пожежі. Завдяки цьому способу, можливо знизити час локалізації пожежі, за рахунок подачі вогнегасних речовин у контейнерах з зовні будівлі через віконні отвори.

Мета роботи

Відомо, що чим більша площа пожежі, тим більше необхідно засобів пожежогасіння для успішної локалізації та ліквідації горіння. Але на сьогодні невідомі дані або статистика, завдяки яким можливо розрахувати кількість вогнегасних речовин для успішної локалізації пожежі. Отже невирішеною частиною проблеми гасіння пожеж у багатоповерхових будинках є встановлення зв'язку між такими параметрами, як площа горіння, поверхом будівлі де виникло загорання та часом локалізації пожежі. Зв'язок цих параметрів дозволить визначити кількість вогнегасної речовини, в залежності від поверху пожежі, під час використання способу дискретної доставки вогнегасних речовин.

Виклад основного матеріалу

У роботі [2] метою дослідження є підвищення ефективності ліквідації пожеж за рахунок скорочення часу виявлення осередку пожежі при використанні тепловізорів. Визначено час розвитку пожежі також було проведено аналіз значень часу прибуття підрозділів до місця пожежі час ліквідації пожеж, але поза увагою авторів залишилося дослідження площі пожеж.

Дослідниками [3] проаналізовано фактори, що впливають на пожежу висотних будівель також проведена оцінка пожежної небезпеки що є основним способом зниження та контролю пожеж в висотних будівель. Слід зауважити, що авторами не виявлено закономірності між поверхом будівлі, де виникла пожежа, площею гасіння та часом локалізації.

У роботі [4] запропоновано система пожежогасіння LY100 береться як приклад, щоб представити застосування пожежного дрона для контролю пожежі у висотних будинках. Недоліками даного способу пожежогасіння є: дорога вартість дрону, складність управління, потребується додаткове навчання оператора дрона, також постає питання доставки дрона до місця пожежі.

Авторами [5] цього дослідження полягало в тому, щоб забезпечити обізнаність і розуміння того, як пожежно-рятувальні служби використовують тактику у висотних будинках. У дослідженні також були розглянуті три приклади пожеж у висотних

будинках у двох країнах. У роботі [6] проведено параметричне дослідження стратегій евакуації в 32-поверховій типовій офісній будівлі під час різних сценаріїв впливу пожежі. Імітується рух пасажирів з усвідомленням ситуації та без нього. Оцінюється вплив таких критичних параметрів, як кількість поверхів, ширина шляхів виходу, розташування та кількість виходів на процес евакуації. Час, потрібний мешканцям для евакуації з будівлі, оцінюється за звичайних умов (щоб імітувати вправу евакуації при пожежі) і за реалістичного впливу пожежі.

Дослідниками [7] оцінюється пожежне навантаження та зростання пожежі для сучасних житлових квартир, використовуючи результати обстеження 50 багатоповерхових будинків у Стамбулі, Туреччина. Основу дослідження складають пожежні навантаження у житлових кімнатах, спальнях і кухнях.

У дослідженні [8] проаналізовано час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця пожеж в висотні будівлі, запропоновано, щоб мінімальна вимога була такою: «принаймні одна пожежна машина з водою та одна автодрабина повинні прибути на місце пожежі висотної будівлі протягом 4 хвилин (240 с)».

Авторами [9] цієї роботи розробили підхід до моделювання реалістичної випадкової швидкості виділення тепла (HRR), створеного за допомогою процесу Гауса.

У [10] авторами дослідження проведені в надвисокій лікарні (17 поверх) у 2018–2019 роках. Проект було поділено на два етапи: 1) Підготовка 3D-моделі лікарні за допомогою програмного забезпечення для моделювання 3D CAD; 2) Техніка обчислювальної гідродинаміки (CFD) використовується для прогнозування динаміки пожежі (поширення диму, розподіл температури, швидкість виділення тепла та загальна енергія) у лікарні за допомогою Fire Dynamic Simulator (FDS).

У роботі [11] мета дослідження полягала в тому, щоб розробити систему індексів протипожежного захисту для вимірювання відповідності висотних житлових будинків протипожежним вимогам в еміраті Шарджа, а також розробити систему індексів для вимірювання ефективності реагування на пожежу, яка пов'язує два індекси, і чим вищий рівень відповідності, тим більше шансів на успішне реагування.

Отже, в результаті огляду літературних джерел [2–11] були виявлені питання, ще не досліджені іншими авторами, а саме взаємозв'язок між такими параметрами, як площа пожежі, поверх де вона виникла, та час локалізації такої пожежі. Це дозволяє сформулювати наступний напрямок досліджень, результат яких дозволить визначити кількість вогнегасної речовини, в залежності від поверху пожежі, при використанні тактики гасіння пожеж в багатоповерхових будівлях дискретної подачі вогнегасних речовин у контейнерах [12].

Міста можуть значно відрізнятися по чисельності населення та площі території, що впливає на кількість викликів підрозділів та час виконання окремих оперативних робіт. Враховуючи це, необхідно провести поділ міських населених пунктів на відповідні групи за чисельністю населення та площею території. Вказане дослідження проводилося на прикладі міських населених пунктів України. Загалом були зібрані статистичні дані про чисельність населення міських населених пунктів та площу їх територій. Вказані статистичні дані були отримані з офіційних сайтів Головних управлінь статистики в областях та офіційних сайтів міських рад. Загалом для дослідження були відібрані дані про 176 міських населених пунктів України. Поділ населених пунктів на групи проводився із використанням методів кластерного аналізу. Через те, що статистичні дані для проведення аналізу мали різні розмірності, на першому етапі було проведено нормування даних. Наступний етап досліджень передбачав проведення ієрархічного кластерного аналізу з побудовою вертикальної дендрограми. У якості міри відстані для

ознак кластеризації було обрано евклідову метрику, а з метою побудови ієрархічної структури був використаний метод Варда. За принципом наочності кластиризації за дендрограмою було визначено кількість кластерів. Їх кількість склала чотири. На третьому етапі досліджень було проведено перевірку точності отриманих за результатами ієрархічного кластерного аналізу результатів шляхом виконання повторного аналізу з використанням ітеративного методу групування *k*-середніх. Мірою відстані для ознак кластеризації під час використання вказаного методу групування була також евклідова метрика. В результаті проведення цього аналізу було виконано групування міських населених пунктів України на чотири групи за чисельністю населення та площею території. Різниця між визначеними кластерами за критерієм евклідової відстані наведена в табл. 1. Чисельність населених пунктів по визначеним групам та середні значення і середнє квадратичне відхилення показників за якими проводилося групування наведені в табл. 2.

Таблиця 1 – Евклідова відстань між кластерами

Номер кластеру	1	2	3	4
1	0	42,5447	74,9984	68,1881
2	6,52263	0	4,88304	3,63132
3	8,66016	2,20976	0	0,23931
4	8,25760	1,90560	0,48919	0

Таблиця 2 – Результати проведення кластерного аналізу ітераційним методом *k*-середніх

Номер кластеру	Кількість населених пунктів, які входять у групу	Середня чисельність населення міст, чоловік	Середнє квадратичне відхилення показника чисельності населення міст, чоловік	Середня площа міст, км ²	Середнє квадратичне відхилення показника площі міст, км ²
1	1	2965255	–	836	–
2	12	682725	366233	366,3	118,1
3	15	80207	30122	92,9	22,2
4	16	280365	60002	95,2	35,6

В склад першого кластеру ввійшло тільки одне місто – Київ. В другий кластер ввійшли міські населені пункти з чисельністю населення від 316492 до 1048958 чоловік та площею від 248,2 до 484,4 км². До цих міст належать, наприклад: Харків, Одеса, Львів, Луганськ, Донецьк, Дніпро та ін. Третій кластер складають міські населені пункти з чисельністю населення від 50085 до 110329 чоловік та площею від 70,7 до 115,1 км². До цієї групи міст ввійшли: Бахмут, Бердянськ, Довжанськ, Ірпінь,

Лисичанськ, Селидове, Покров та ін. Четвертий кластер складають міські населені пункти з чисельністю населення від 220363 до 340367 чоловік та площею від 59,6 до 130,8 км². Міськими населеними пунктами, які ввійшли до цього кластеру, наприклад, є: Вінниця, Житомир, Івано-Франківськ, Кременчук, Рівне, Полтава, Маріуполь, Суми, Чернігів та ін.

Наступним кроком було опрацювання статистичних даних, які характеризують процес

гасіння пожеж аварійно-рятувальними формуваннями міст. Дані були взяті з електронної системи ведення обліку пожеж та їх наслідків, яка використовується ДСНС України. З кожної групи міст було відібрано по одному населеному пункту і далі по ним опрацьовані дані щодо пожеж за період 2020 року. Для проведення досліджень були відібрані наступні міські населені пункти: Київ (1-й кластер), Харків (2-й кластер), Бердянськ (3-й кластер), Полтава (4-й кластер).

Обговорення результатів

У табл. 3 вказані дані щодо поверхів, де виникла пожежа, площі пожежі та часу ліквідації.

Графічні результати обробки статистичних даних у м. Харкові подано на рис. 1.

Аналізуючи графічну залежність, яка подана на рисунку 1, встановлено, що для м. Харків характерне збільшення часу локалізації пожежі, та відповідно збільшення її площі, при підвищенні поверху будівлі. Час локалізації при виникненні на 1 поверсі будівлі становить близько 10 хв, а площа пожежі приблизно

6 м². У разі виникнення пожежі на 9 поверсі час локалізації та площа пожежі збільшується майже у 3 рази, та становить 27 хв. Площа пожежі відповідно збільшується приблизно у 3,5 рази та становить майже 20 м². Отже результати свідчать, що при підвищенні висоти (поверху) зростає час локалізації і площа пожежі.

Графічні результати обробки статистичних даних у м. Київ подано на рис. 2.

Графік на рис. 2 свідчить, що час локалізації та площа пожежі мають характерність збільшуватися при підвищенні рівня (поверху) де виникла пожежа. Встановлено що найбільший час локалізації спостерігається при виникненні пожежі на 9 поверсі та становить майже 24 хв, площа пожежі відповідно складає 25,4 м². При зниженні рівня (поверху) виникнення пожежі час локалізації зменшується у 4 рази та становить 6 хв. Площа пожежі знижується у 6 разів, відповідно від 25 м² до 4,3 м².

Графічні результати обробки статистичних даних у м. Бердянськ подано на рис. 3.

Таблиця 3 - Результати обробки статистичних даних

Харків			Київ		
Поверх	Час локалізації	Площа пожежі	Поверх	Час локалізації	Площа пожежі
1	10,2	5,86	1	6,2	4,3
2	11,2	10,07	2	7,2	6,16
3	14,3	9,97	3	8,1	6,54
4	14,8	10,3	4	8,6	9,9
5	15,3	13	5	9,5	11,2
6	23,7	15,79	6	13,4	15,4
7	24,3	16,2	7	16,2	17,2
8	26,1	17,3	8	19,3	21,3
9	27,3	20,1	9	23,4	25,4
Бердянськ			Полтава		
Поверх	Час локалізації	Площа пожежі	Поверх	Час локалізації	Площа пожежі
1	6	3,3	1	10	6,25
2	5	5,2	2	12,25	8,1
3	8,5	11	3	13,5	9,3
4	9,75	11,2	4	15,6	11,2
5	11,1	13,2	5	17	14,1
6	23	16,3	6	20,2	16,4
7	28	20,5	7	24	18,1
8	29	22	8	24,5	19,2
9	27,2	20	9	25	22,1

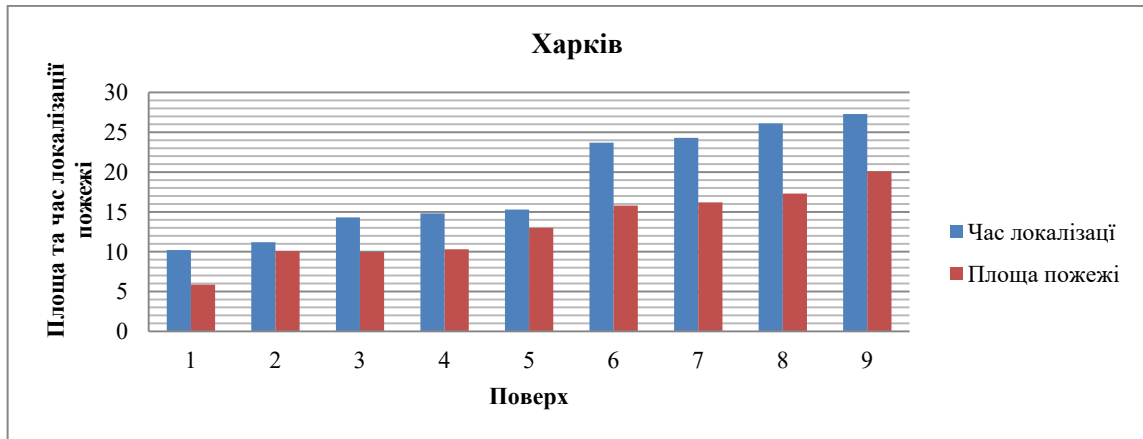


Рис. 1 - Залежність площі та часу локалізації пожежі від поверху, де вона виникла, м. Харків

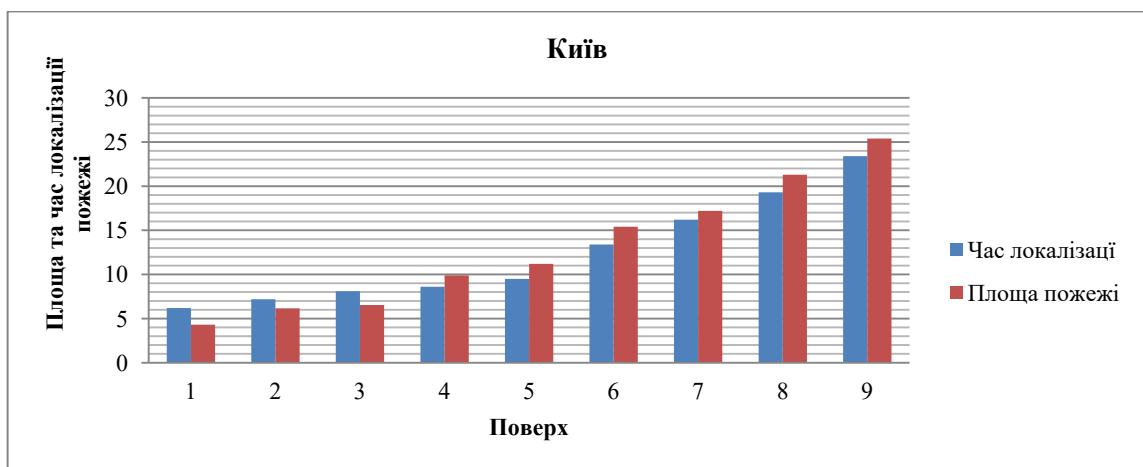


Рис. 2 - Залежність площі та часу локалізації пожежі від поверху де вона виникла, м. Київ

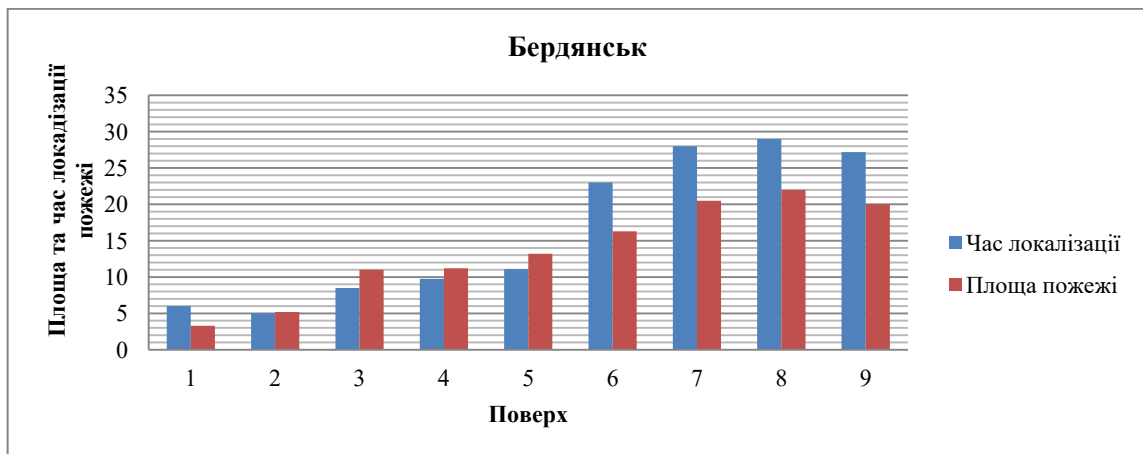


Рис. 3 - Залежність площі та часу локалізації пожежі від поверху де вона виникла, м. Бердянськ

Обробка статистичних даних у м. Бердянськ (рис. 3) дозволила встановити, з підвищення поверху де виникає пожежа, зростають також і час локалізації пожежі та її площа. Відповідно час локалізації при виникненні на 1 поверсі будівлі становить близько 6 хв, а площа пожежі приблизно 3 м². У разі

виникнення пожежі на 8 поверсі час локалізації та площа пожежі збільшується майже у 4 рази, та становить 27 хв. Площа пожежі відповідно збільшується майже у 7 разів та становить 22 м².

Графічні результати обробки статистичних даних у м. Полтава подано на рис. 4.

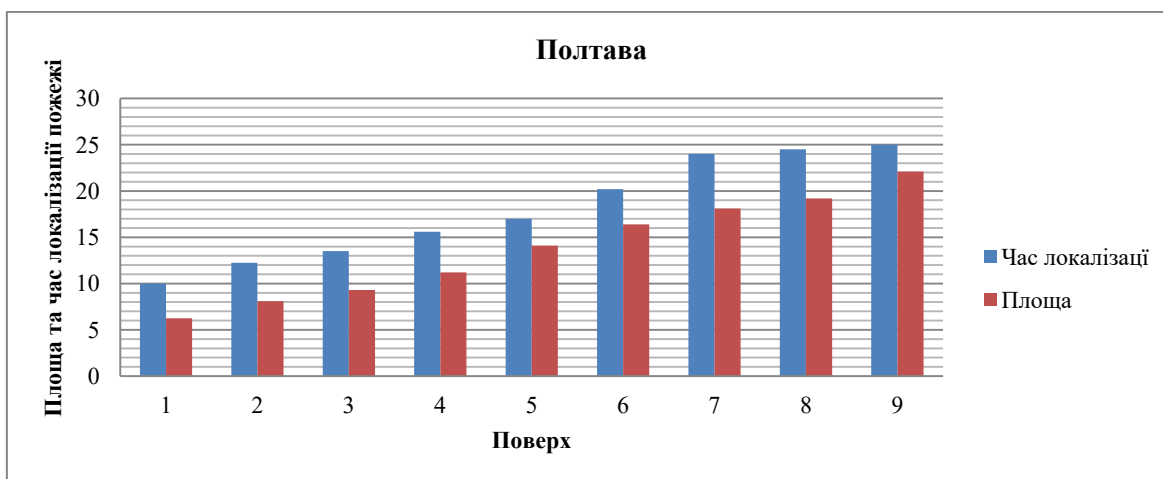


Рис. 4 - Залежність площі та часу локалізації пожежі від поверху де вона виникла, м. Полтава

У м. Полтава (рис. 4) також спостерігається збільшення часу локалізації пожежі та площі горіння, при підвищенні рівня (поверху) де виникла пожежа. Таким чином найменша площа горіння та найнижчий час локалізації спостерігається на 1 поверсі, відповідно 6,25 м² та 10 хв. У разі виникнення пожежі на 9 поверсі час локалізації становить 25 хв, що у 2,5 рази більше ніж на 1 поверсі. Стосовно площі горіння, вона відповідно збільшилась у 3,5 рази та становить майже 22,1 м².

Висновки

Проведено поділ міських населених пунктів на відповідні групи за чисельністю населення та площею території із використанням методів кластерного аналізу. Опрацьовано статистичні дані, які характеризують процес гасіння пожеж аварійно-рятувальними формуваннями міст. З кожної групи міст було відібрано по одному населеному пункту і далі по ним опрацьовані дані щодо пожеж за період 2020 року. Для проведення досліджень були відібрані наступні міські населені пункти: Київ (1-й кластер), Харків (2-й кластер), Бердянськ (3-й кластер), Полтава (4-й кластер).

Встановлено взаємозв'язок зв'язку наступних параметрів:

- площа горіння;
- поверх будівлі;
- час локалізації пожежі.

Для кожного з міст, що були оброблені спостерігається зростаюча динаміка стосовно площі пожежі та часу локалізації при підвищенні рівня (поверху) де виникла пожежа. Отримані статичні дані свідчать що площа пожежі та час локалізації збільшується у середньому від 3,5 до 6 разів, що зумовлює необхідність зменшення часу локалізації за рахунок подачі вогнегасних речовин у контейнерах (капсулах) зовні будівель. Результат аналізу даних надає можливість розрахувати кількість необхідної вогнегасної речовин під час використання дискретної

доставки вогнегасних речовин у контейнерах (капсулах). Результат аналізу даних надає наочне розуміння необхідності удосконалення наявних засобів і способів (тактики) гасіння пожеж у багатоповерхових будівлях. Нами запропоновано в основу тактики гасіння пожеж у багатоповерхових будинках використовувати імпульсний вогнегасник Тайфун-10, який перероблено у пневматичну гармату для дискретної доставки вогнегасних речовин, поміщених у спеціальний контейнер. Дискретна доставка вогнегасних речовин у контейнері дозволяє скоротити час локалізації пожежі у багатоповерхових будівлях за рахунок оперативності розгортання установки та точної подачі в віконний отвір безпосередньо в осередок пожежі.

Список літератури

1. Kalinovskyi A., Polivanov O. Computer modeling of the trajectory delivery container with fire extinguisher substance for multi-story building. *Polish journal of science*. Warszawa, Poland, 2023. P. 24-28. doi: 10.5281/zenodo.8242545.
2. Гасанов Х. Ш. Підвищення ефективності ліквідації пожеж за рахунок скорочення часу виявлення осередку пожежі. Дисертація. 2018.
3. Song L. Z., Zhu J., Liu S. T., Qu Z. J. Recent Fire Safety Design of High-Rise Buildings. *J. Urban Dev. Manag.* 2022. № 1(1). P. 50-57. doi: 10.56578/judm010106.
4. Wang K., Yuan Y., Chen M., Lou Z., Zhu Z., Li R.. A study of fire drone extinguishing system in high-rise buildings. *Fire*. 2022. №5(3). P. 75. doi:10.3390/fire5030075.
5. Arewa A. O., Ahmed A., Edwards D. J., Nwankwo C. Fire Safety in High-Rise Buildings: Is the Stay-Put Tactic a Misjudgement or Magnificent Strategy? *Buildings*. 2021. № 11(8). P. 339. doi:10.3390/buildings11080339.
6. Kodur V. K. R., Venkatachari S., Naser M. Z. Egress Parameters Influencing Emergency Evacuation in High-Rise Buildings. *Fire Technol.* 2020. № 56. P. 2035-2057. doi: 10.1007/s10694-020-00965-3.
7. Ugur Dundar, Serdar Selamet. Fire load and fire growth characteristics in modern high-rise buildings. *Fire Safety*

- Journal*. 2023. № 135. P. 2-13. doi: 10.1016/j.firesaf.2022.103710.
8. Liu D., Xu Z., Yan L., Wang F. Applying Real-Time Travel Times to Estimate Fire Service Coverage Rate for High-Rise Buildings. *Applied Sciences*. 2020. № 10(19) P. 6632. doi: 10.3390/app10196632.
 9. Bilyaz S., Buffington T., Ofodike A. Ezekoye. The effect of fire location and the reverse stack on fire smoke transport in high-rise buildings. *Fire Safety Journal*. 2021. № 126. doi: 10.1016/j.firesaf.2021.103446.
 10. Rahmani A., Salem M. Simulation of Fire in Super High-Rise Hospitals Using Fire Dynamics Simulator (FDS). *Electronic Journal of General Medicine*. 2020. № 17(3). em200. P 1-5. doi: 10.29333/ejgm/7848.
 11. Omar M., Mahmoud A., Aziz S. B. Fire Safety Index for High-Rise Buildings in the Emirate of Sharjah, UAE. *Fire* 2023. № 6. P. 51. doi: 10.3390/fire6020051.
 12. Поліванов О. Експериментальне дослідження дискретної доставки вогнегасної речовини в осередок пожежі. *Grail of Science*. 2023. 30. P. 119–121. doi: 10.36074/grail-of-science.04.08.2023.017.
 4. Wang K., Yuan Y., Chen M., Lou Z., Zhu Z., Li R. A study of fire drone extinguishing system in high-rise buildings. *Fire*, 2022, 5(3), pp. 75. doi:10.3390/fire5030075.
 5. Arewa A. O., Ahmed A., Edwards D. J., Nwankwo C. Fire Safety in High-Rise Buildings: Is the Stay-Put Tactic a Misjudgement or Magnificent Strategy? *Buildings*, 2021, 11(8), pp. 339, doi:10.3390/buildings11080339.
 6. Kodur V. K. R., Venkatachari S., Naser M. Z. Egress Parameters Influencing Emergency Evacuation in High-Rise Buildings. *Fire Technol.*, 2020, 56, pp. 2035–2057, doi: 10.1007/s10694-020-00965-3.
 7. Ugur Dundar, Serdar Selamet. Fire load and fire growth characteristics in modern high-rise buildings. *Fire Safety Journal*, 2023, 135, pp. 2-13, doi: 10.1016/j.firesaf.2022.103710.
 8. Liu D., Xu Z., Yan L., Wang F. Applying Real-Time Travel Times to Estimate Fire Service Coverage Rate for High-Rise Buildings. *Applied Sciences*, 2020, 10(19), pp. 6632, doi: 10.3390/app10196632.
 9. Bilyaz S., Buffington T., Ofodike A. Ezekoye. The effect of fire location and the reverse stack on fire smoke transport in high-rise buildings. *Fire Safety Journal*, 2021, 126, doi: 10.1016/j.firesaf.2021.103446.
 10. Rahmani A., Salem M. Simulation of Fire in Super High-Rise Hospitals Using Fire Dynamics Simulator (FDS). *Electronic Journal of General Medicine*, 2020, 17(3), em200, pp. 1-5, doi: 10.29333/ejgm/7848.
 11. Omar M., Mahmoud A., Aziz S. B. Fire Safety Index for High-Rise Buildings in the Emirate of Sharjah, UAE. *Fire*, 2023, 6, pp. 51, doi: 10.3390/fire6020051.
 12. Polivanov O. Eksperymentalne doslidzhennia dyskretnoi dostavky vohnehasnoi rehovyny v oseredok pozhezhi. *Grail of Science*, 2023, 30, pp. 119–121, doi: 10.36074/grail-of-science.04.08.2023.017.

References (transliterated)

1. Kalinovskiy A., Polivanov O. Computer modeling of the trajectory delivery container with fire extinguisher substance for multi-story building. *Polish journal of science*. Warszawa, Poland, 2023, pp. 24-28, doi:10.5281/zenodo.8242545.
2. Hasanov Kh. Sh. Pidvyshchennia efektyvnosti likvidatsii pozhezhi za rakhunok skorochennia chasu vyivlennia oseredku pozhezhi. Dysertatsiia. 2018.
3. Song L. Z., Zhu J., Liu S. T., Qu Z. J. Recent Fire Safety Design of High-Rise Buildings. *J. Urban Dev. Manag.* №1(1), 2022, pp. 50-57, doi: 10.56578/judm010106.
4. Wang K., Yuan Y., Chen M., Lou Z., Zhu Z., Li R. A study of fire drone extinguishing system in high-rise buildings. *Fire*, 2022, 5(3), pp. 75. doi:10.3390/fire5030075.
5. Arewa A. O., Ahmed A., Edwards D. J., Nwankwo C. Fire Safety in High-Rise Buildings: Is the Stay-Put Tactic a Misjudgement or Magnificent Strategy? *Buildings*, 2021, 11(8), pp. 339, doi:10.3390/buildings11080339.
6. Kodur V. K. R., Venkatachari S., Naser M. Z. Egress Parameters Influencing Emergency Evacuation in High-Rise Buildings. *Fire Technol.*, 2020, 56, pp. 2035–2057, doi: 10.1007/s10694-020-00965-3.
7. Ugur Dundar, Serdar Selamet. Fire load and fire growth characteristics in modern high-rise buildings. *Fire Safety Journal*, 2023, 135, pp. 2-13, doi: 10.1016/j.firesaf.2022.103710.
8. Liu D., Xu Z., Yan L., Wang F. Applying Real-Time Travel Times to Estimate Fire Service Coverage Rate for High-Rise Buildings. *Applied Sciences*, 2020, 10(19), pp. 6632, doi: 10.3390/app10196632.
9. Bilyaz S., Buffington T., Ofodike A. Ezekoye. The effect of fire location and the reverse stack on fire smoke transport in high-rise buildings. *Fire Safety Journal*, 2021, 126, doi: 10.1016/j.firesaf.2021.103446.
10. Rahmani A., Salem M. Simulation of Fire in Super High-Rise Hospitals Using Fire Dynamics Simulator (FDS). *Electronic Journal of General Medicine*, 2020, 17(3), em200, pp. 1-5, doi: 10.29333/ejgm/7848.
11. Omar M., Mahmoud A., Aziz S. B. Fire Safety Index for High-Rise Buildings in the Emirate of Sharjah, UAE. *Fire*, 2023, 6, pp. 51, doi: 10.3390/fire6020051.
12. Polivanov O. Eksperymentalne doslidzhennia dyskretnoi dostavky vohnehasnoi rehovyny v oseredok pozhezhi. *Grail of Science*, 2023, 30, pp. 119–121, doi: 10.36074/grail-of-science.04.08.2023.017.

Відомості про авторів (About authors)

Поліванов Олександр Геннадійович – викладач кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки, Національний університет цивільного захисту, м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0002-6396-1680; e-mail: nuczu.iart.polivanov@gmail.com.

Polivanov Oleksandr - department of engineering and emergency rescue equipment, National University of Civil Defence, Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0002-6396-1680; e-mail: nuczu.iart.polivanov@gmail.com.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Поліванов О. Г. Дослідження часу локалізації пожеж у багатоповерхових будівлях у містах України. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2023. № 3 (17). С. 49-55. doi:10.20998/2413-4295.2023.03.07.

Please cite this article as:

Polivanov O. Study of fire location time in high-story buildings in cities of Ukraine. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2023, no. 3(17), pp. 49-55, doi:10.20998/2413-4295.2023.03.07.

Надійшла (received) 16.08.2023
Прийнята (accepted) 13.09.2023