

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій**  
**Черкаський інститут пожежної безпеки**  
**імені Героїв Чорнобиля**  
**Національного університету цивільного захисту України**

**Матеріали XV Міжнародної**  
**науково-практичної конференції**

**«ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА**  
**ГАСІННЯ ПОЖЕЖ**  
**ТА ЛІКВІДАЦІЇ**  
**НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ»**

**25 квітня 2024 року**

**Черкаси – 2024**

Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024. – 274 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою  
факультету оперативно-рятувальних сил  
ЧІПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
**(протокол № 7 від 02.04.2024 р.)**

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі  
комісією з питань роботи із службовою інформацією  
в ЧІПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
**(протокол № 6 від 16.04.2024 р.)**

## Вітальне слово до учасників конференції!



Від імені усієї спільноти інституту радий Вас вітати з нагоди відкриття XV Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій».

Наша зустріч сьогодні є свідченням Вашої нелегкої праці та великої енергії, вкладеної у дослідження та практику рятувальної справи. Ваш внесок є важливим для безпеки нашої країни та захисту життя громадян, особливо в цей важкий період.

Цього року конференція зібрала висококваліфікованих фахівців з України та країн Європи. Конференція створює унікальну можливість обміну знаннями, досвідом, ідеями, новими напрацюваннями, досягненнями, відкриттями між науковцями і практиками. На конференції буде обговорено сучасні виклики і технології, які можуть допомогти рятувальникам в їх праці.

Сьогодні, як ніколи, актуальним залишається питання розробки теоретичних та практичних аспектів гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій в умовах воєнного стану. Висловлюю сподівання, що ця конференція стане не лише вагомим внеском у розвиток науки, але й окреслить нові шляхи для вирішення непростих завдань рятувальної служби України.

Тематичні секції конференції сформовані з урахуванням актуальних теоретичних та практичних питань забезпечення цивільної безпеки, а саме: реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та ліквідація їх наслідків; особливості створення та застосування протипожежної, аварійно-рятувальної та іншої спеціальної техніки; фізико-хімічних процесів розвитку та гасіння пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій, екологічної безпеки; методи та засоби навчання як елементи системи забезпечення техногенної та пожежної безпеки.

Безперечно, питання, винесені на конференцію, є актуальними для нашого сьогоднішнього дня, тож переконаний, що фахові доповіді будуть сприяти розвитку науки і подальшому вдосконаленню якості підготовки здобувачів вищої освіти, а сформульовані пропозиції матимуть практичне значення для професійної діяльності фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Бажаю учасникам відкритих цікавих дискусій, корисних контактів та важливих висновків в ім'я збереження життя та здоров'я громадян та мирного неба над Україною!

*Т. в. о. начальника Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету  
цивільного захисту України*

**Ігор РОМАНЮК**

## **Організаційний комітет:**

### **Голова оргкомітету:**

Ігор РОМАНЮК, т.в.о. начальника Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна)

### **Члени оргкомітету:**

Олег МИРОШНИК, доктор технічних наук, професор, заступник начальника Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України з навчальної та наукової роботи (Україна);

Олександр ТИЩЕНКО, заслужений працівник освіти України, доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

Михайло ГРИБ, Директор Департаменту реагування на надзвичайні ситуації Державної служби України з надзвичайних ситуацій (Україна);

Сергій ОЗЕРАН, Директор Департаменту цивільного захисту, оборонної роботи та взаємодії з правоохоронними органами Черкаської обласної державної адміністрації (Україна);

Віталій КОВАЛЕНКО, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (Україна);

Олександр ГОРОБЕЦЬ, заступник начальника Головного управління з реагування на надзвичайні ситуації Головного управління ДСНС України у Черкаській області (Україна);

Ігор МИХАЛЬЧУК, заступник начальника Головного управління з реагування на надзвичайні ситуації Головного управління ДСНС України у Рівненській області (Україна);

Ігор ШАРІЙ, заступник начальника Головного управління з реагування на надзвичайні ситуації Головного управління ДСНС України у місті Києві (Україна);

Ігор МАЛАДИКА, кандидат технічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

Віталій НУЯНЗІН, кандидат технічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

Артем БИЧЕНКО, кандидат технічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

Віктор ПОКАЛЮК, кандидат педагогічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

Володимир АРХИПЕНКО, кандидат педагогічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

Іван ЧОРНОМАЗ, кандидат технічних наук, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

Михайло ПУСТОВІТ, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна);

Дар'я ШАРПОВА, кандидат психологічних наук, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна).

Georg HEYNE, Chairman of the Fire Council of the City of Hamburg, Germany (Федеративна Республіка Німеччина);

Rezzak ELAZAT, Joint platform "Search, rescue, medical and humanitarian assistance" (Туреччина);

Telak OKSANA, PhD, Head of State and Safety Sciences Department. Faculty of Civil Safety Engineering The Main School of Fire Service, Warsaw (Poland);

Ritoldas ŠUKYS, Doctor of Science, Head of the Faculty of Building Materials and Fire Safety, Gedeminas Technical University, Vilnius (Литва);

Rima Tamošiūnienė, Prof. Dr., Professor of Financial Engineering Department, Business Management Faculty, Vilnius Gedeminas Technical University (Литва);

Maria RAYKOVA, PhD, Associated Professor, Technical University of Gabrovo (Республіка Болгарія);

### **Відповідальний секретар конференції:**

Артем МАЙБОРОДА, кандидат педагогічних наук, доцент, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (Україна).

## **Секція 1. Реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та ліквідація їх наслідків**

---

---

УДК 351.861

### **ДОСВІД КРАЇНИ ІЗРАЇЛЬ ЩОДО РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ**

*Дмитро БАБЕНКО, старший науковий співробітник науково-організаційного відділу  
Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

На відміну від моделі організації системи цивільного захисту та пожежної охорони в Європейських країнах у Ізраїлі ці процеси мають свої особливості.

За організацію та функціонування системи цивільної оборони (цивільного захисту) відповідає Командування тилу армії оборони Ізраїлю (Пак-ар ЦАХАЛ).

Штаб командування тилу складається з шести департаментів (Оперативний департамент, Департамент засобів захисту, Департамент роботи з населенням, Департамент інфраструктури та розгортання, Департамент комунікації та оповіщення, Бюджетний департамент).

Крім цього, у підпорядкуванні Командування тилом також перебувають шпиталі, поліклініки, частини транспортної підтримки, пошуково-рятувальні та інші загони, необхідні для забезпечення безпеки населення.

Одним із пріоритетних завдань для Командування тилом є відпрацювання практичних навичок у цивільного населення та особового складу підпорядкованих йому підрозділів щодо порядку дії під час виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, особлива увага приділяється діям під час ракетних атак, яких зазнає Ізраїль з території сусідніх країн.

Зокрема відпрацьовується перевірка роботи сирени «цева адом» (івр. - «червоне світло»), що сигналізує про ракетну атаку територій Ізраїлю; здійснюється оповіщення населення про початок конфлікту через засоби масової інформації та за допомогою сервісів мобільних операторів (смс); інсценується масова евакуація населення; перевіряється готовності аварійно-рятувальних служб і лікарів до наслідків можливого військового конфлікту та одночасного надходження великої кількості поранених; відпрацьовується порядок дій при ліквідації надзвичайних ситуацій у засобах радіаційно-хімічного захисту.

Безпека громадян Ізраїлю не лише забезпечується оперативною діяльністю Командування тилом, але й суттєво залежить від ізраїльського способу життя, в якому велика увага приділяється безпеці. Цей підхід дозволяє мінімізувати кількість жертв серед населення.

Одним із вкрай ефективних способів захисту цивільного населення в умовах ведення бойових дій виявилася «Хедер бітахон» (івр. - «безпечна кімната») – це укріплена кімната, яка розташована в захисному стовпі, що проходить через весь квартирний стояк. Майже всі нові ізраїльські багатоквартирні будинки, побудовані після війни в Перській затоці, оснащені «хедер бітахон». Ззовні вони виглядають як звичайні не великі кімнати у квартирі, проте мають маленьке вікно і масивні сталеві двері. Також, кожен ізраїльський будинок, як правило, оснащений «міклат» (івр. - «бомбосховище»), яке знаходиться в підвалі будинку.

Починаючи з 2008 року в Ізраїлі повною мірою починає діє Навчально-рятувальний підрозділ, основним завданням якого є підготовка, перепідготовка та підвищення кваліфікації військовослужбовців, що обрали для себе опанування

професії рятувальника. Крім того, вони проходять підготовку зі стрільби і беруть участь у забезпеченні громадського порядку та охорони територій у своїй зоні відповідальності.

Вражаючим прикладом добровольчого рятувального формування в Ізраїлі є ЗАКА (івритська аббревіатура для ідентифікації жертв катастроф). Одна з ключових функцій ЗАКА полягає в розслідуванні випадків неприродної смерті. Це включає ідентифікацію та збір тіл жертв терористичних актів, аварій, катастроф, самогубств та інше, надання допомоги постраждалому населенню, а також забезпечення, щоб тіла були оброблені відповідно до єврейських ритуалів і обрядів, якщо це можливо. ЗАКА співпрацює з усіма відповідними службами екстреної допомоги та правоохоронними органами в Ізраїлі, зокрема з поліцією, штабом цивільної оборони, щоб забезпечити ефективну координацію та допомогу в надзвичайних ситуаціях.

Пожежно-рятувальна служба Ізраїлю є державним національним органом, що підпорядковується Міністерству національної безпеки та виконує завдання із гасіння пожеж, рятування людей та майна, запобігає виникненню надзвичайних ситуацій та ліквідує їх наслідки. З метою забезпечення пожежної безпеки, в Ізраїлі також функціонують пожежні волонтери, які, як правило, є добровольцями віком від 18 років. Основною метою незалежних волонтерських підрозділів є швидке реагування на події, які відбуваються на значній відстані від пожежної частини, що своєю чергою дозволяє запобігати великим збиткам та мінімізувати загрозу для життя громадян Ізраїлю до прибуття чергового пожежно-рятувального підрозділу на місце події.

На основі досвіду Ізраїлю з реагування на надзвичайні ситуації можна зробити висновок про необхідність в Україні глобального підходу до реагування на надзвичайні ситуації в умовах ведення бойових дій, який враховує як військові, так і гуманітарні аспекти з метою максимального захисту життя та здоров'я цивільного населення. Більше того, співпраця між різними секторами, такими як урядові органи, військові структури, громадські організації та місцеві громади, є ключовим елементом успішного реагування на надзвичайні ситуації. Ця співпраця дозволяє максимізувати ресурси, обмінюватися інформацією та координувати дії для досягнення спільних цілей.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. «לה» פיקוד מרחבי בצה"ל». *Kyiv Dictionary*. URL: [https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A4%D7%99%D7%A7%D7%95%D7%93\\_%D7%94%D7%A2%D7%95%D7%A8%D7%A3](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A4%D7%99%D7%A7%D7%95%D7%93_%D7%94%D7%A2%D7%95%D7%A8%D7%A3) (дата звернення: 19.03.2024).
2. Концева М.В., Полукаров Ю.О. Інститут цивільного захисту Ізраїлю як зразок заходів безпеки для України. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки* : матеріали Вісімнадцятої всеукр. наук.-метод. конф., м. Київ, 2018 р. / КПІ ім. Ігоря Сікорського. С. 115 – 117.
3. «ZAKA» *Kyiv Dictionary*. URL: <https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%96%D7%A7%22%D7%90> (дата звернення: 19.03.2024).
4. «כבאות והצלה לישראל» *Kyiv Dictionary*. URL: [https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9B%D7%91%D7%90%D7%95%D7%AA\\_%D7%95%D7%94%D7%A6%D7%9C%D7%94\\_%D7%9C%D7%99%D7%A9%D7%A8%D7%90%D7%9C](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9B%D7%91%D7%90%D7%95%D7%AA_%D7%95%D7%94%D7%A6%D7%9C%D7%94_%D7%9C%D7%99%D7%A9%D7%A8%D7%90%D7%9C) (дата звернення: 19.03.2024).

УДК 614.844; 614.845

### ПЕРСПЕКТИВА ГАСІННЯ РОЗЛИВІВ ГОРЮЧИХ РІДИН ОБ'ЄМНИМИ ЗАСОБАМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Володимир БАЛАНЮК<sup>1</sup>, д-р техн. наук, доцент, професор кафедри фізики та хімії горіння,  
Володимир МИРОШКІН<sup>1</sup>, ад'юнкт, Назарій ГУЗАР<sup>1</sup>, ад'юнкт,  
Олександр ГАРАСИМ'ЮК<sup>2</sup>, Олег ГІРСЬКИЙ<sup>1</sup>, аспірант,  
<sup>1</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,  
<sup>2</sup>ГУ ДСНС у м. Київ

Проблема гасіння пожеж на об'єктах з наявністю в кількості горючих рідин газів та інших матеріалів з значною швидкістю поширення полум'я є актуальною науково-технічною задачею, вирішення котрої потребує застосування вогнегасних засобів, які володіють високою швидкістю подавання вогнегасного засобу, заповнення ним захищеного об'єму та тривалого збереження вогнегасної концентрації в ньому.

Полум'я на поверхні горючих рідин різних типів поширюється з різною швидкістю. Порівняння швидкостей поширення полум'я поверхнею горючих рідин наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Лінійна швидкість поширення горючих рідин [1].

№	Назва горючої рідини	Лінійна швидкість прогрівання м/хв	Нижча теплота згорання Qп Кдж/кг
1	Бензин	До 0,1	41870
2	Ацетон	До 0,8	28890
3	Дизельне пальне	До 0,8	48870
4	Етанол	0,1	27200
5	Мазут	0,3	39770
6	Метанол	0,92	22700

Як видно з таблиці 1, швидкість поширення полум'я по поверхні горючих речовин є достатньо високою і якщо припустити що пожежа поширюється по поверхні горючої рідини безперешкодно, то вже за невеликий час, до 1 хв вона буде займати площу кола в діаметрі від 12 метрів для ацетону, дизельного пального, метанолу та до 27 метрів від місця займання. Кількість тепла, при цьому буде мати теж значні показники і найбільше тепла при цьому виділиться при горінні бензину та дизпалива та менше при горінні спиртів.

Пожежі горючих рідин в даний час гасяться, як правило вже по факту поширення пожежі на всю можливу площу, що вимагає залучення значної кількості сил та засобів.

Виходячи з аналізу проведеного в роботі [2] для гасіння розливів рідин найкраще підходять вогнегасні порошки та аерозолі завдяки можливості їх швидкого подавання на гасіння пожежі. Враховуючи умови гасіння вогнегасним порошком то тут необхідно зазначити, що великі об'єми вогнегасного порошку є можливість подавати на гасіння пожежі зокрема автономними модулями «Спрут». Зазначені модулі можуть викидати до 15 кг порошку за 5 секунд, що забезпечить гасіння на поверхні до 100 м<sup>2</sup> [3].

Вогнегасна концентрація порошку становить від 50 до 100 г/м<sup>3</sup>, причому площа та об'єм гасіння пожеж класу В є меншою ніж класу А. Беручи до уваги зазначену концентрацію порошку необхідно зазначити що його вага повинна бути досить значна. При цьому необхідно зазначити, що порошок буде володіти одним суттєвим недоліком, час його повного осідання буде становити не більше 5-х хвилин, а ймовірна втрата вогнегасної концентрації до 1 хв., інша вогнегасна

речовина – аерозоль буде мати дещо інші характеристики, а саме, швидкість подавання значних об'ємів аерозолу 57 – 100 м<sup>3</sup> може становити до 16 секунд, а час існування вогнегасної концентрації аерозолу може становити до 30 хвилин в замкнутому об'ємі [4], що вказує на його перспективність для гасіння швидкого, ефективного гасіння розливів вогнегасних речовин не тільки в замкнутому об'ємі, але і на відкритому просторі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник керівника гасіння пожеж / За загальною редакцією В.С. Кропивницького. – К.: ТОВ «Літера-Друк», 2016. – 320 с.
2. Баланюк В.М., Мирошкін В.С., Копистинський Ю.О., Гірський О.І., Гарасим'юк О.І. Порівняння вогнегасних речовин для гасіння пожеж легкозаймистих та горючих рідин. *Пожежна безпека*. 2022. №41. С. 12-19. DOI: 10.32447/20786662.41.2022.02.
3. Технічні характеристики модулів спрут: веб-сайт. URL: <https://factor-kiev.com/th-modul-sprut/>.
4. Баланюк В.М., Лавренюк О.І., Гарасим'юк О.І., Голонько О.Я. Особливості гасіння твердих та рідких горючих речовин вогнегасним аерозолем на основі солей калію: *Пожежна безпека*. 2008. №12. С. 60-65.

УДК 614.844; 614.845

#### АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ВІДКРИТИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЯХ

*Володимир БАЛАНЮК, д-р техн. наук, доцент,  
Володимир МИРОШКІН, ад'юнкт, Назарій ГУЗАР, ад'юнкт,  
Олег ГІРСЬКИЙ, аспірант, Віктор ПИКУС, аспірант,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Пожежі в електричних підстанціях можуть призводити до припинення електропостачання населених пунктів, виробництв та об'єктів критичної інфраструктури. Такі пожежі супроводжуються значними матеріальними збитками. Завдають шкоди навколишньому середовищу. Процес їх гасіння є складним та небезпечним для особового складу пожежно - рятувальних підрозділів та працівників енергетичних підприємств.

До загальної проблематики додаються ракетні удари ворога по об'єктах електроенергетики України. У період з лютого 2022р по лютий 2023р їх було 225. Під час гасіння пожеж спричинених обстрілами пожежно-рятувальні підрозділи не можуть ефективно діяти через ризик повторних обстрілів. Час очікування до моменту початку ліквідації пожежі може бути тривалим. За цей час пожежа розвивається та завдає значної шкоди.

Наведена проблематика зумовлює необхідність підвищення захисту електрообладнання підстанцій від пожеж. Обладнання цих об'єктів ефективними системами пожежогасіння які здатні мінімізувати негативні наслідки.

Авторами [1] проведено огляд та аналіз існуючих систем протипожежного захисту електричних підстанцій та виявлення їх недоліків.

З проведеного огляду видно, що більшість способів гасіння мають високу вогнегасну ефективність, проте варто зазначити, що конструкції стаціонарних систем протипожежного захисту складаються з багатьох технічних елементів: трубопроводів, клапанів, засувок, розпилувачів, насосів, систем водопостачання, живлення, детектування та диспетчеризації. Через це існує ймовірність відмови спрацювання систем внаслідок різних технічних причин наприклад: відключення електроживлення, виникнення несправності в системі детектування пожежі або іншого технічного збою обладнання.



Через ті самі причини ці системи не здатні забезпечити швидку подачу вогнегасних речовин, яка зможе попередити вибух, або обмежити розповсюдження вогню у перші секунди, або хвилини після вибуху, що є необхідною умовою для гасіння оливо наповнених трансформаторів [2].

Також недоліком цих систем є їхня незахищеність від вибухової ударної хвилі, яка може утворитися у трансформаторі внаслідок вибуху оливо повітряної суміші, або ураженні підстанції ворожим боєприпасам, в результаті чого конструкції трубопроводів по яких подається вогнегасна речовина можуть бути частково або повністю зруйновані.

Враховуючи результати вищезазначеного аналізу можна сказати що для ефективного гасіння електропідстанцій в тому числі з трансформаторами, необхідно зменшувати час активації установок пожежогасіння, захищати конструкції системи від вибуху, підвищувати надійність систем шляхом спрощення їх конструкції та принципу роботи, створювати нові ефективні вогнегасні речовини для флегматизації горючого середовища та гасіння полум'я, розробляти системи з можливістю гасіння полум'я ззовні та флегматизації газового середовища всередині електричного обладнання одночасно.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Підвищення ефективності гасіння пожеж на відкритих електричних підстанціях шляхом використання вогнегасних аерозолів. Баланюк В., Мирошкін В., Гузар Н., Гарасимюк О., Копистинський Ю/. Пожежна безпека. 2023.№43,С-13-20.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20786662.43.2023.02>
2. Transformer protector: веб-сайт. URL: <https://sergi-tp.com/solutions/transformer-protector/>

**УДК 614.8**

### **ОПТИМІЗАЦІЯ СИЛ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ РЕЗЕРВУАРІВ ПРИ ПОЖЕЖІ В РЕЗЕРВУАРНІЙ ГРУПІ**

*Олексій БАСМАНОВ, д-р техн. наук, професор,  
Максим МАКСИМЕНКО,  
Національний університет цивільного захисту України*

Резервуарні парки є основним місцем зберігання нафтопродуктів в процесі їх переробки і транспортування. Гасіння пожежі в резервуарних парках ускладнено небезпекою вибуху сусідніх з пожежею резервуарів, що відбувається внаслідок теплового впливу на них. Поширення пожежі на сусідні резервуари призводить не лише до збільшення матеріальних втрат, а й становить загрозу життю особового складу, що приймає участь у гасінні пожежі.

В [1] наведено вимоги щодо інтенсивності подачі води на охолодження резервуара, що горить, і сусідніх з ним резервуарів, але вони не враховують впливу вітру і типу рідини, що горить, на тепловий потік від пожежі. В [2] побудовано модель охолодження стінки резервуара водною плівкою, що стікає по ній. Модель враховує променевий і конвекційний теплообмін з осередком горіння, навколишнім середовищем та внутрішнім простором резервуара. В [3] побудовано алгоритм визначення такої інтенсивності подачі води на охолодження резервуара в умовах пожежі, яка забезпечує його охолодження до безпечного значення температури.

Для подачі води на охолодження резервуарів за допомогою пересувної техніки можуть бути використані стволи різних типів: А, Б, лафетні. Вони відрізняються один від одного як витратами води, так і кількістю особового складу, що забезпечує їх роботу. Отже забезпечити подачу води з інтенсивністю, розрахованою за алгоритмом із

[3] можна різними способами. Враховуючи дефіцит сил та засобів на початковій стадії локалізації пожежі, виникає необхідність забезпечити достатню інтенсивність подачі води, задіявши мінімальну кількість сил та засобів. Особливістю подачі води на охолодження стінки є відбиття частини води після удару об неї, внаслідок чого відбитий об'єм води вже не приймає участі в охолодженні. Експериментальні дослідження свідчать, що в діапазоні швидкостей, які має струмінь води в момент удару о стінку резервуара, коефіцієнт використання води складає близько 30%.

Задача оптимального вибору сил та засобів для охолодження резервуарів в резервуарній групі має вигляд

$$\begin{aligned} f(n, d, h_w) &\rightarrow \min_{n, d, h_w}; \\ T_w(n, d, h_w) &< T_{\max}; \\ T_{wc}(n, d, h_w) &< T_b; \\ T_r(n, d, h_w) &< T_{\max}; \\ T_{rc}(n, d, h_w) &< T_b, \end{aligned}$$

де  $n=n_w+n_r$  – загальна кількість стволів, що приймає участь в охолодженні сусідніх резервуарів;  $d$  – діаметр насадка;  $h_w$  – напір води;  $T_w, T_r$  – температура стінки та покрівлі резервуара, що охолоджується;  $T_{wc}, T_{rc}$  – температура води, що стікає по стінці і покрівлі резервуара;  $T_{\max}$  – максимально припустима температура нагріву сталевих конструкцій резервуара;  $T_b=100^\circ\text{C}$  – температура кипіння води. В якості функції  $f(n, d, h_w)$  може бути обрано:

- кількість особового складу, залученого до охолодження;
- кількість пожежних автомобілів, що забезпечують роботу даного типу пожежних стволів;
- витрати води пожежними стволами.

Розрахунок сил і засобів проводиться в припущенні, що ствол Б потребує одного ствольщика, ствол А – 2, лафетний ствол – 3; автомобіль АЦ-40 забезпечує роботу одного лафетного ствола або 2-х стволів А, або 4-х стволів Б.

Відзначимо, що обрати тип ствола і напір води так, щоб одночасно мінімізувати кількість задіяного особового складу, кількість пожежних автомобілів та витрати води, не завжди можливо. В якості прикладу розглянемо пожежу в одному із чотирьох резервуарів в резервуарній групі РВС-10000 з сировою нафтою. Для охолодження резервуара, який знаходиться з підвітряного боку відносного того, що горить, за критерієм мінімуму задіяного особового складу доцільно обрати 3 лафетних стволи з напором 60 м. Це призводить до витрат води 63 л/с у той час, як мінімальні витрати води (51,8 л/с) досягаються використанням 14 стволів Б, тобто різниця складає 1,2 рази.

Отже, в залежності від обраного критерію оптимізації (мінімальні витрати води, мінімальна кількість задіяного особового складу або автоцистерн) задача оптимізації має різні розв'язки. Дискретний характер зміни таких параметрів, як діаметр насадка і кількість пожежних стволів, дозволяє розв'язати задачу оптимізації шляхом повного перебору.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Інструкція щодо гасіння пожеж у резервуарах із нафтою і нафтопродуктами. НАПБ 05.02. 2003.
2. Максименко М. В. Модель охолодження стінки резервуара водою при пожежі в сусідньому резервуарі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. № 1 (37). С. 156-170. Doi: 10.52363/2524-0226-2023-37-11
3. Basmanov O., Maksymenko M. Model for choosing optimal water flow rate for tank wall cooling. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. Vol. 2 (38). P. 4-16. Doi: 10.52363/2524-0226-2023-38-1

**УДК 351.862+355.588::001.8(477)**

### **ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЮ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ**

*Ксенія БЕЛІКОВА, д-р наук з держ. упр., професор,  
Сергій ПОТЕРЯЙКО, д-р наук з держ. упр., професор,  
Віталій ПАВЛЕНКО*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Проблема забезпечення природно-техногенної безпеки населення і територій нині є актуальною, що зумовлено тенденціями зростання втрат людей і шкоди територіям внаслідок небезпечних природних явищ, промислових аварій і катастроф. Наразі в Україні рівень безпечної життєдіяльності населення значною мірою залежить від надійності та стабільності функціонування єдиної державної системи цивільного захисту, що є складовою системи національної безпеки.

Саме тому питання оцінювання ступеня безпеки населення є актуальним завданням для наукових досліджень у зазначеному напрямі.

Проблематику державного управління загалом і державної безпеки зокрема досліджено у численних наукових працях вчених, що провадять розвідки із зазначеної тематики, зокрема у [1-6]. Однак проведений аналіз попередніх наукових досліджень свідчить про те, що сьогодні немає усталеної думки щодо оцінювання дієвості структур сфери безпеки.

Необхідність впровадження концептуальних засад управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій та їх наслідками зумовлена наявністю небезпечних чинників техногенного та природного характеру, зокрема: значної кількості потенційно небезпечних об'єктів на території; високого рівня травматизму та смертності населення, спричиненого небезпечними подіями та нещасними випадками тощо.

Ураховуючи світовий досвід, найбільш ефективним вбачається управління ризиками, яке ґрунтується на досягненні певного рівня безпеки, балансу вигод і витрат в межах окремого об'єкта, території та держави загалом.

Нормативно визначено два основних рівні ризиків: мінімальний і гранично допустимий. Під час визначення рівнів прийнятних ризиків застосовуватимуться значення ризиків, що використовуються в економічно розвинутих державах, а саме: мінімальний ризик – менший або який дорівнює  $1 \times 10^{-8}$ ; гранично допустимий ризик – який дорівнює  $1 \times 10^{-5}$ . Ризик, значення якого нижче або дорівнює мінімальному, вважається абсолютно прийнятним. Ризик, значення якого більше гранично допустимого, вважається абсолютно неприйнятним [7].

Пропонуємо долучити до системи управління ризиками такі механізми: правовий, організаційний, структурно-функціональний та механізм прогнозування.

Поняття “механізм прогнозування” трактуємо як сукупність взаємопов'язаних норм, заходів, засобів, методів, важелів, способів, за допомогою яких органи управління здійснюють аналіз функціонування структур сфери безпеки загалом та єдиної державної системи цивільного захисту зокрема задля передбачення їхньої дієвості та прийняття обґрунтованих рішень, що забезпечують досягнення мети їх дій у коротко-, середньо- та довгострокових перспективах.

Ризик загибелі населення (RZD) має бути більшим або дорівнювати мінімальному ризику загибелі населення (RZMIN) та меншим за гранично допустимий ризик загибелі населення (RZGR), тобто повинна виконуватись нерівність  $RZGR > RZD \geq RZMIN$ .

Пропонуємо ввести в обіг поняття сфери безпеки “ступінь безпеки населення” ( $S_{bn}$ ) – відношення кількості населення, яке загинуло внаслідок НС протягом року ( $N_{zns}$ ), до загальної кількості населення ( $N_{zag}$ ) відповідно до

статистичних даних за рік. Ймовірність події розглядаємо як ступінь безпеки населення:

$$S_{bn} = \frac{N_{zns}}{N_{zag}} \quad (1)$$

де  $S_{bn}$  – ступінь безпеки населення, б.в.;  
 $N_{zns}$  – кількість населення, яке загинуло внаслідок НС, осіб;  
 $N_{zag}$  – загальна кількість населення, осіб.

Критерій безпеки населення розглядаємо як умову, коли ступінь безпеки населення не перевищує прийнятні значення, а саме є меншим гранично допустимого ризику загибелі населення  $1 \times 10^{-5} = 1/10^5 = 1/100\,000$ , один загиблий на сто тисяч населення:

$$S_{bn} = \frac{N_{zns}}{N_{zag}} < 1 \times 10^{-5} \quad (2)$$

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ситник Г. П. Державне управління у сфері національної безпеки (концептуальні та організаційно-правові засади) : підручник. Київ : НАДУ, 2011. 730 с.
2. Качинський А. Б. Індикатори національної безпеки: визначення та застосування їх граничних значень : монографія. Київ : НІСД, 2013. 104 с.
3. Волянський П. Б. Методологічні підходи до управління ризиками в процесі ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. *Інвестиції: практика та досвід*. 2013. № 13. С. 134-136.
4. Терент'єва А. В., Твердохліб О. С. Механізм цивільного захисту ЄС в умовах пандемії COVID-19. *Зб. наук. пр. НАДУ*. 2020. Вип. 2. С. 110-116.
5. Таран В. М. Моделі та методи аналізу і прогнозування складних процесів. *Математичні машини і системи*. 2014. № 3. С. 119-124.
6. Єлізаров О. В. Місце цивільного захисту в системі безпеки та державного управління. *Вісник НУЦЗ України. Серія : Державне управління*. 2018. Вип. 1(8). С. 399-405.
7. Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру : розпорядження Кабінету Міністрів України від 22.01.2014 № 37-р. Офіційний вісник України. 2014. № 10.

УДК 351.861

#### ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Євген ВЛАСЕНКО, Василь ТИЩЕНКО, Анна ДЕМКІВ, Владислав МЕЛЬНИК,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Для опису надзвичайної ситуації (далі – НС) як просторово-часового процесу для об'єкту критичної інфраструктури (далі – ОКІ), доцільно використовувати три критерії [1], а саме:

- чітке визначення вихідної події, навколо якої буде формуватися НС;
- імовірність настання цієї події;
- ступінь зниження негативних наслідків після настання НС.

Розгляд виникнення і розвитку техногенних аварій, вибір критерію вихідної події, аналіз і опис конкретних аварій на ОКІ дозволяє виділити основні п'ять етапів виникнення і розвитку НС [2]:

- 1) повсякденне і екстремальне накопичення небезпечних факторів;
- 2) виникнення вихідної події;

- 3) розвиток техногенної аварії;
- 4) локалізація і ліквідація аварії;
- 5) оцінка віддалених наслідків від аварії.

Накопичення негативних небезпечних факторів виявляється в підвищенні ймовірності настання вихідної події. Ця ймовірність має зростати і падати, вона може усвідомлюватися чи ні, обчислюватися або якісно оцінюватися поки ці коливання не досягають критичного порогу. В цей момент часу відбувається перехід до другого етапу.

Другий етап (етап екстремального розвитку НС) визначається як перехід безпосередньо до аварійної ситуації. Суть його полягає в тому, що безліч факторів, що описують стан ОКІ, зазначають на ньому зростання ризику виникнення НС, яке означає, що фактично він вийшов з ладу і його не можна використовувати. Настання другого етапу об'єктивно, але його ще необхідно усвідомити і почати діяти. Це початок екстремального (надзвичайного) управління, що відбувається в момент часу. На цьому етапі можливі п'ять типових випадків розвитку НС. Перший, коли починає розвиватися екстремальна ситуація, вжитими заходами всі передумови можливих аварій оперативно ліквідовуються в найкоротший проміжок часу. ОКІ повинен повернутися в початковий стан, де, як і раніше, відбуваються різні процеси накопичення повсякденних негативних факторів. Це момент часу стабілізації. Цей сценарій називають сприятливим.

Другий сценарій НС - оперативний. Він полягає в тому, що вжитими заходами ризик (імовірність аварії) на ОКІ залишається досить високий, початкові причини залишаються завершеними, але ситуація знаходиться під контролем. Вони зберігаються досить тривалий час в силу складності або тривалості їх нейтралізації. Третій варіант сценарію розвитку НС - «балансування на межі». Фактично відбувається те, що комплексом вжитих заходів, зусиль, дій і т.і., аварія на ОКІ не відбувається. Подальшими діями НС зводиться до другого, а потім першого сценаріїв. Четвертий варіант - коли балансування на межі не вдалося стримати НС і аварійна подія все-таки настає. П'ятий варіант розвитку НС - невідворотній, коли лавиноподібний розвиток аварії такий, що станеться в будь-якому випадку. Інтервал часу, що залишається до настання самої вихідної події, можна використовувати для мінімізації негативних наслідків.

Третій етап розвитку НС - настання самої аварійної події. Якщо вона швидкоплинна, тоді час настання - відповідає часу катастрофи. Якщо ж вона триває, як наприклад лісова пожежа, то - це час початку аварійної події. З моменту початку цього етапу, проходить такі фази розвитку НС як апогей, загасання і припинення.

Четвертий етап - ліквідація наслідків аварії. Він характеризується також ступенем зниження. Цей етап може бути швидкоплинним (до декількох хвилин) і більш тривалим (кілька діб і більше). Кожна з аварійних подій має свій початок, розвиток, апогей, загасання і закінчення. Наприклад, розглянемо аварійну подію, пов'язану з потрапляння літака на ОКІ, вибух, загоряння горючих речовин та матеріалів - це початок вихідної події. Потім поширення вогню, збільшення площі пожежі, зростання температури горіння тощо - це розвиток події, що досягає свого апогею - найвищої точки розвитку. Прийнятими заходами пожежа гаситься, зменшується площа загоряння - це затухання події. Нарешті, пожежа повністю загашена - це закінчення події. Цей етап характеризується так само, як і третій період, ступенем зниження очікуваного збитку. Це також етап прогностичних і ліквідаційних заходів. Якщо аварійна подія швидкоплинна, то вона настає після третього етапу. У разі, якщо аварійна подія має тривалий характер, то четвертий етап - виконання прогностичних розрахунків, визначення необхідних сил і засобів для ліквідації аварії і безпосередньо, заходи з ліквідації, здійснюються в найкоротший термін. Цей етап охоплює проміжок часу від кількох годин до кількох

днів. Він завершиться, коли всі ознаки і наслідки аварії ліквідовані і немає ніякої загрози нормальному повсякденному життю і діяльності людей.

П'ятий етап – віддалені наслідки, що можуть проявлятися через десятки місяців або через десятки років.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що рівень ризику надзвичайної ситуації є якісною оцінкою екстреного управління, а ефективність екстреного керування оцінюється за ступенем мінімізації наслідків надзвичайної ситуації.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Особливості управління надзвичайною ситуацією на водному транспортному засобі / О. Азаренко та ін. Журнал "Social development & Security". 2019. № 9(3), С. 137–152.
2. On the importance of different components in a multicomponent system / Z. Birnbraun. Multivariate Analyses – 2; New York: Academic Press. 1969. P. 581–592.
3. Захист критичної інфраструктури в умовах надзвичайних ситуацій: монографія / С.І. Азаров та ін. Київ, 2021. 375 с.

### **ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ СМУГ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ РЯТУВАЛЬНИКІВ**

*Сергій ГОЛОВЧЕНКО, канд. екон. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Смуга психологічної підготовки рятувальників являє собою тренувальний комплекс, де відпрацьовуються дії по вирішенню типових задач можливих при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та небезпечних подій (далі – НС(НП)), шляхом проведення тренувань в екстремальних умовах, з застосуванням комбінованого впливу небезпечних факторів пожежі, а також створення ситуацій з рятування постраждалих, прийняття рішень в умовах дефіциту часу, тощо. Смуга психологічної підготовки рятувальників за призначенням використовується в системі службової підготовки особового складу органів та підрозділів Оперативнорятувальної служби цивільного захисту (далі – ОРС ЦЗ).

Смуги між собою різняться, сформовані з різноманітних елементів, модулів, снарядів. Слід зазначити, що на даний момент на смуги психологічної підготовки рятувальників, які наявні в гарнізонах ДСНС, відсутня регламентуюча, технічна та методична документація, в наслідок чого ускладнюється процес проведення на них практичних занять. Також нормативними документами ДСНС чітко не визначена методика проведення занять та безпека праці на смузі психологічної підготовки рятувальників. Актуальність роботи також обумовлюється необхідністю розробки науковообґрунтованих рекомендацій щодо технічних вимог по облаштуванню типової смуги психологічної підготовки рятувальників, методики проведення практичних занять на ній, що дозволить удосконалити професійну підготовку особового складу ОРС ЦЗ для виконання завдань у складних та екстремальних умовах.

Проблемі психологічної підготовки рятувальників до екстремальних умов служби та ролі смуги психологічної підготовки рятувальників у підвищенні рівня професійної майстерності присвячували наукові праці А. Куфлієвський, В. Гузенко, Д. Соколов [1]. У працях В. Луца, О. Лазаренко, М. Наливайко проаналізовано підготовку пожежних – газодимозахисників, вимоги нормативних документів при підготовці рятувальників, небезпечні чинники пожежі, що впливають на них, складності в організації гасіння пожеж та обґрунтована доцільність створення смуги вогневої психологічної підготовки для проведення тренувань особового

складу підрозділів ДСНС в умовах максимально наближених до умов гасіння пожежі, наведено елементи вогневої психологічної смуги, зображено послідовність вправ, які повинні виконувати пожежні-газодимозахисники при проходженні смуги психологічної підготовки [2].

Досвід використання споруд, встановлених на пожежних полігонах або в містечках, показує, що професійна майстерність пожежних більш ефективно закріплюється тоді, коли споруди відповідають наступним вимогам: - дозволяють створювати пізнавальні, вольові та емоційні труднощі і проводити психологічну підготовку пожежних в умовах, максимально наближених до реальних; - моделюють якомога точніше ті сторони оперативної обстановки, які зустрічаються на пожежі; - дозволяють створювати умови формування узгоджених дій між номерами оперативного розрахунку, між командирами (начальниками) і підлеглими; У зв'язку з цим рекомендується, перш ніж приступити до будівництва смуги психологічної підготовки рятувальників, скласти опис обсягу навчальної інформації, що підлягає засвоєнню, і порядку набуття навичок і умінь, необхідних пожежним в реальній оперативній обстановці.

У кожному разі при спорудженні смуги психологічної підготовки рятувальників необхідно, щоб її елементи відповідали таким вимогам:

- психологічним – сприяли адаптації рятувальників до умов середовища (температурі, звуковим і іншим стрес-факторам);
- психолого-педагогічним – дозволяли навчати рятувальників здатності мобілізувати себе для виконання оперативного завдання в будь-яких умовах.

Конструкцією елементів, що встановлюються на смузі психологічної підготовки рятувальників, повинна передбачатися можливість створення аварійних ситуацій, що дозволяють розвивати у рятувальників здатність приймати рішення в складних та екстремальних умовах. Дуже важливо також забезпечити контроль за діями осіб, які навчаються, наприклад реєстрацію числа скоєних помилок, часу, витраченого на виконання окремих вправ і всього заняття. Ці дані необхідні для аналізу допущених помилок і для встановлення відповідних нормативів. Не можна забувати і про створення умов взаємодії між номерами оперативного розрахунку, відділень, так як на заняттях повинні формуватися не тільки професійні знання, навички та вміння кожного окремо, але і злагодженість між номерами оперативного розрахунку та керівником і підлеглим [3]. Експлуатація оперативно-тактичних полігонів, навчально-тренувальних комплексів, смуг психологічної підготовки рятувальників допускається тільки після введення їх в експлуатацію в установленому порядку. Психологічна підготовка на полігонах і смугах психологічної підготовки рятувальників проводиться в умовах, максимально наближених до реальних, що виникають при ліквідації наслідків НС (НП).

У зв'язку з цим рекомендується в територіальних органах ДСНС ввести єдине розуміння поняття «смуга психологічної підготовки рятувальників» та її складових. Смуги психологічної підготовки рятувальників створені з різноманітних навчально-тренувальних елементів та модулів. Структура типової смуги психологічної підготовки рятувальників в нормативних документах не визначена.

На підставі пропозицій територіальних органів та закладів освіти ДСНС, та з врахуванням патенту «Смуга психологічної підготовки рятувальників», що розроблений та належить співробітникам Національного університету цивільного захисту України: Садковий В.П., Назаров О.О., Ушаков Л.В., Гузенко В. А., Соколов Д.Л., актуальним набуває питання розроблення технічної і регламентуючої документації смуги психологічної підготовки рятувальників, де необхідно передбачити типові, базові складові, що існують в територіальних органах, закладах освіти ДСНС.

Враховуючи закордонний досвід доцільним є формування смуги психологічної підготовки рятувальників з багатофункціональних елементів з урахуванням

специфіки та особливостей пожеж, аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

Вимагає однозначного тлумачення поняття «смуги», її єдина типова структура та механізми застосування. Загальну назву смуги необхідно уточнити та змінити. Недоцільне використання у назві смуги слів «вогнева».

Потребують внесення змін у Порядок психологічного забезпечення в Державній службі України з надзвичайних ситуацій, що затверджений наказом МВС України від 31.08.2017 № 747, в частині визначення місця смуги психологічної підготовки рятувальників у системі службової підготовки осіб рядового і начальницького складу ДСНС, та віднесення 57 смуги психологічної підготовки рятувальників для професійної підготовки пожежних-рятувальників і рятувальників до тактичної підготовки.

#### **ЛІТЕРАТУРА.**

1. Куфлієвський А.С., Гузенко В.А., Соколов Д.Л. Підвищення рівня професійної майстерності курсантів та студентів на смузі психологічної підготовки рятувальників // Проблеми екстремальної та кризової психології. НУЦЗ. Харків. 2011. Вип. 9 URL: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfExtremeAndCrisisPsychology/vol9/020.pdf> (дата звернення: 08.06.2018).

2. Луц В.І., Лазаренко О.В., Наливайко М.А. Проект смуги вогневої психологічної підготовки пожежників-газодимозахисників // Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. Пожежна безпека №24, 2014. URL: [http://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/files/17\\_7.pdf](http://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/files/17_7.pdf) (дата звернення: 08.06.2018).

3. Поканевич О.А. Психологічна підготовка молодих працівників пожежної охорони до діяльності в особливих умовах / Проблеми екстремальної та кризової психології. Харків, 2007. Вип. 3, ч. 2. – С. 156–163.

**УДК 614.841**

### **ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ТА ІНШИХ НЕВІДКЛАДНИХ РОБІТ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ЙМОВІРНИХ ОБСТРІЛІВ**

*Ігор ГРИЦИНА, канд. техн. наук, доцент,  
Сергій ХВИЦЬ, курсант факультету оперативно-рятувальних сил,  
Національний університет цивільного захисту України*

В нашій державі з 24 лютого 2022 року триває масштабна агресія російської федерації. Російська армія, не досягнувши на початку вторгнення заявлених кремлем цілей, веде бойові дії з критичною енергетичною інфраструктурою нашої держави, а також щоденно обстрілює цивільне населення. Удари по об'єктах критичної інфраструктури, а саме, розподілу та генерації електричної енергії [1] носять системний характер. За висновками ДТЕК, станом на кінець березня 2024 року він втратив близько 80% генерації через удари.

У зв'язку з пошкодженням і руйнуванням об'єктів критичної інфраструктури паливно-енергетичного сектору критичної інфраструктури на всій території України, та з метою подолання кризової ситуації в паливно-енергетичному секторі, особливо під час підготовки до осінньо-зимового періоду 2023 – 2024 років, посилення обороноздатності і соціально-економічного розвитку держави, захисту об'єктів критичної інфраструктури, забезпечення життєдіяльності населення Рада національної безпеки і оборони України прийняла рішення РНБО [2] яке дозволить покращити стійкість та відновлення об'єктів критичної інфраструктури. В цьому рішенні передбачено створення інженерного захисту об'єктів, підсилення



протиповітряної оборони, створення запасів стратегічного обладнання та програмного забезпечення та інше.

Загальна організація аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт (ААР і НАВР) відбувається відповідно [3] але необхідно враховувати особливості які добре наведено в [4]. Внаслідок ракетно-артилерійського обстрілу об'єктів енергетики виникають руйнування та пошкодження значної кількості технологічного обладнання, споруд і технологічних комунікацій, що супроводжується масштабними пожежами.

Відповідно до [3] унаслідок вибуху обстановка характеризується за такими параметрами: площа пожежі та зона теплової дії; ураження обслуговувального персоналу об'єкта і загроза населенню найближчих житлових будинків під час вибухів від вогню і задимлення; руйнування будинків, споруд і виникнення завалів, пошкодження зовнішнього і внутрішнього протипожежного водопостачання, стаціонарних систем пожежогасіння, технологічного обладнання тощо. Під час проведення розвідки встановлюються райони та характер пожеж, визначаються основні напрямки введення сил і засобів для проведення АРІНР; межі району локалізації та гасіння пожеж; місцезнаходження потерпілих; наявність ділянок сильного задимлення, характер руйнування резервуарів (сховищ) і трубопроводів; місця можливого розливу нафтопродуктів і сильнодіючих отруйних речовин; наявність водоймищ, справних джерел водопостачання, запасів спеціальних вогнегасних речовин та стан під'їзних шляхів, безпечні місця зосередження сил і засобів, збору евакуйованих людей.

На основі даних розвідки проводиться оцінка обстановки та визначаються заходи з організації рятування людей, порядку надання допомоги постраждалим та залучення для цього необхідних засобів, основні тактичні прийоми з ліквідації наслідків НС, рубежі локалізації і гасіння пожеж, напрямки і шляхи відходу особового складу в разі загрози вибуху або викиду нафтопродуктів, організація зовнішнього протипожежного водопостачання, засоби захисту особового складу від небезпечних факторів, необхідність проведення стабілізації будівельних та інших конструкцій.

Найважливішим завданням є пошук і деблокування постраждалих із зруйнованих будівель.

Під час виконання робіт, пов'язаних з ліквідацією аварії внаслідок вибуху, організуються заходи для захисту особового складу і техніки від ураження внаслідок можливого повторного вибуху (вибухова хвиля, осколки і уламки конструкцій, тепловий вплив, ураження органів дихання продуктами горіння).

Одночасно здійснюються заходи щодо забезпечення домедичної та екстреної медичної допомоги, евакуації до закладів охорони здоров'я.

Аварійно-рятувальні та інженерні підрозділи роблять проїзди і проходи, здійснюють обвалування або відведення горючих (отруйних) рідин, що розлилися, у безпечні місця, відключають пошкоджені цистерни (ємності), апарати, механізми і трубопроводи.

Відповідно до [4], необхідно враховувати деформацію та руйнування масивних незахищених металевих конструкцій покрівлі будівель, ходових містків, майданчиків, технологічного обладнання, можливість повторних обстрілів сусіднього електроустаткування та місць дислокації сил і засобів ДСНС, можливість одночасного пошкодження декількох елементів електроустаткування пошкоджених змащувальних систем генераторів та розподільних пристроїв, затримку виїзду сил і засобів ДСНС у зв'язку із обстрілами території об'єктів енергетики, можливість тимчасового призупинення оперативних для відведення та укриття особового складу внаслідок загрози обстрілу, забруднення території вибухонебезпечними предметами, що не вибухнули.

Таким чином, при проведенні рятувальних робіт на об'єктах критичної

енергетичної інфраструктури необхідно в стисли терміни зосередити достатню кількість особового складу для проведення робіт на висоті, запобігти витоку інформації про рятувальні роботи та про результати влучань, забезпечити інтенсивне нарощування сил та засобів, в тому числі інженерної техніки, мінімізувати супутні втрати від проведення рятувальної операції.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ЗУ «Про критичну інфраструктуру» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 5, ст.13). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>
2. Указ Президента України про введення в дію рішення Ради національної безпеки і оборони України від 17 жовтня 2023 року «Про організацію захисту та забезпечення безпеки функціонування об'єктів критичної інфраструктури та енергетики України в умовах ведення воєнних дій» Режим доступу: <https://www.rnbo.gov.ua/ua/Ukazy/6670.html>.
3. Наказ МВС України № 340 від 26.04.2018. «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>.
4. Дій підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану. Навчальний посібник / М. Коваль, С. Круг, Д. Бондар та інші.- Львів: ЛДУБЖД, 2023. – 306 с.

**УДК 351:331.103.222**

### **НЕОБХІДНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ АНАЛІЗУ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ З УРАХУВАННЯМ НЕБЕЗПЕКИ ОБСТРІЛІВ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

*Юрій ДЕНДАРЕНКО<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,  
Микола ШКАРАБУРА<sup>1</sup>, канд. техн. наук, професор,  
Юрій СЕНЧИХІН<sup>2</sup>, канд. техн. наук, професор,  
Валентин ДИВЕНЬ<sup>1</sup>, канд. іст. наук, доцент*

<sup>1</sup>Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

<sup>2</sup>Національний університет цивільного захисту України

Функціональна діяльність особового складу пожежно-рятувальних підрозділів знаходиться у прямій залежності від рівня підготовки, основою якої є відпрацювання та виконання прикладних практичних вправ. Рівень підготовки особового складу аналізується на підставі абсолютних кількісних показників витрат часу на проведення функціональних операцій для входження в процес гасіння пожеж, який залежить безпосередньо від якості та вміння виконання різних етапів системи пожежогасіння. Згідно [1] за основу взято кількісні показники фізичної підготовки та технологічно-функціональних часових витрат на виконання нормативів навчальних вправ для підготовки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів.

З метою аналітичного порівняння різних технологічно-функціональних дій підрозділів оперативно-рятувальної служби постає питання розробки нормативів виконання прикладних, професійно орієнтованих за різноманітними тактико-технічними напрямками вправ для підготовки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів, методики визначення ефективності рівня підготовки особового складу. Такий підхід у подальшому надасть можливість порівнювати різні технологічно-функціональні дії та удосконалювати систему аналізу, управління та контролю за їхніми технологічно-функціональними можливостями, а також визначити рівень підготовки особового складу, виходячи з вимог виконання нормативів дій за сигналом «Тривога», вправ із захисним одягом та спорядженням, з рятувальною мотузкою, з пожежними драбинами, вправи з виконання

оперативного розгортання відділень на протипожежній техніці різного призначення, оперативного розгортання відділень без встановлення та зі встановленням пожежного автомобіля на вододжерело тощо.

Розробка відповідної методики матиме якісний вплив на достовірність аналізу, контролю та управління в системі пожежної безпеки.

Але дослідження стану з пожежами та їх наслідками в Україні 2023 року, враховуючи ведення на території держави бойових дій, спричинених російською військовою агресією, не дозволяє повною мірою встановити закономірності, виявити залежності та визначити тенденції за основними показниками статистики пожеж апробованими методами математичної статистики, що обумовлює подальше застосування методів кореляційно-регресійного аналізу та непараметричних методів дослідження взаємозв'язків [2]. Тому, на думку авторів, у перспективі постане необхідність розробки додаткових нормативів виконання прикладних навчальних вправ з підготовки осіб рядового та начальницького складу підрозділів ОРС ЦЗ з урахування небезпеки обстрілів в умовах ведення бойових дій.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Про затвердження Нормативів виконання навчальних вправ з підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту та працівників Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України до виконання завдань за призначенням. Наказ міністерства внутрішніх справ України від 20.11.2015 № 1470. [Електронний варіант] – Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1528-15>.
2. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2023 року. Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту. Київ: 2023. 39 с.

**УДК 614.84**

#### **ВПЛИВ ПОВІТРЯНО-МЕХАНІЧНОЇ ПІНИ СЕРЕДНЬОЇ КРАТНОСТІ НА ПРОГРІТИЙ ШАР НАФТОПРОДУКТУ**

*Юрій ДЕНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Олександр БЛАЩУК, Сергій ЩЕПАК,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Деякі пожежі, що виникли за останні роки на об'єктах зберігання та переробки нафти і нафтопродуктів, свідчать про те, що одним із основних засобів гасіння таких пожеж є повітряно-механічна піна середньої кратності.

В процесі руйнування піни виділяється відносно холодний розчин піноутворювача у воді. Це призводить до того, що у поверхневому шарі нафтопродукту виникає потік нагрітої рідини, який спрямований під шар піни з поверхні. Цей потік перешкоджає пересуванню (розтіканню) піни по поверхні пального, а додаткове тепло, що надходить з ним під піну, сприяє більш інтенсивному її руйнуванню.

Піна із плівкоутворюючих піноутворювачів в процесі контакту з поверхнею не нагрітих горючих рідин, у порівнянні з іншими пінами, майже не руйнується протягом певного часу, але, разом з тим, показники швидкості руйнування пін з різних піноутворювачів внаслідок теплової дії факела полум'я майже наближені за своїм значенням. Причиною руйнування піни від теплової дії є прогрів самого верхнього шару пухирців до певної температури, що відповідає моменту руйнування. Прогрів призводить до зміщення рівноваги процесів адсорбції і десорбції в поверхневоактивному шарі плівки.

Експериментальні визначення інтенсивності орієнтовані на певні умови, які не завжди відповідають умовам реальної пожежі, а також тепловому режиму пального [1; 2].

Псевдостанціонарний режим встановлюється тоді, коли минає перехідний період. Він характеризується постійністю координат пінного шару на поверхні пального поступовим, але досить повільним підвищенням середньооб'ємної температури горючої рідини. У псевдостанціонарному режимі інтенсивність подавання розчину піноутворювача дорівнює інтенсивності руйнування піни. Значення температури визначається інтенсивністю руйнування піни при контакті з поверхнею палаючої рідини та інтенсивністю руйнування при тепловій дії факела полум'я. Вона може бути розрахована, виходячи із запасу тепла, яке накопичилося в зоні пожежі до моменту початку пожежі. Коли відбувається гасіння пожеж рідин, основна кількість тепла буде утримуватись в самій рідині, а ця величина залежить від виду пального, його початкової температури та швидкості прогрівання. Прогрів світлих нафтопродуктів до останнього часу вважався таким фактором, який майже не впливає на ефективність пінного пожежогасіння. Це пов'язано з тим, що у світлих нафтопродуктах, як правило, не утворюється явно визначеного гомотермічного шару.

Умови теплообміну в зоні пожежі обумовлюють не тільки тепловий режим основної маси пального, але й виникнення факторів, що перешкоджають швидкому гасінню. У першу чергу, це утворення «карманів» – зон, де нафтопродукт має підвищену температуру через те, що він не брав участі у тепломасообміні перехідного періоду. Горіння і подальший прогрів рідини у «карманах» відбувається незалежно від решти маси пального. Така ситуація може виникнути, наприклад, під час деформації стінок вертикального сталевого резервуару, його стаціонарної або плаваючої покрівлі. В умовах різноманітності нафти і газових конденсатів мають бути враховані різні варіанти сполучення фізико-хімічних властивостей пального, піноутворювача, умови тепломасообміну в зоні пожежі та вплив факторів, що ускладнюють горіння.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Методичні рекомендації щодо організації оперативних дій підрозділів ДСНС під час гасіння пожеж на складах нафтопродуктів, що сталися внаслідок обстрілів в умовах ведення бойових дій: методичні рекомендації; за окремим дорученням ДСНС від 31.05.2022 р. № В-269. 14 с.

2. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340.

**УДК 614.844**

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ПЕРІОДИЧНО-ІМПУЛЬСНОЇ ДІЇ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЇ ВОДИ**

*Дмитро ДУБІНІН, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

Для підвищення ефективності використання води для цілей пожежогасіння в приміщеннях застосовують тонкорозпилену воду (далі – ТРВ). Встановлено, що ключовим механізмом при застосуванні систем ТРВ під час боротьби з пожежами є збільшена площа поверхні на одиницю об'єму води за рахунок утворення та подавання дрібних крапель. Збільшена площа поверхні різко збільшує швидкість передачі тепла від вогню до дрібних крапель, охолоджуючи реакцію горіння та розбавляючи концентрацію кисню з утворенням водяної пари в осередку полум'я.

Завдяки цьому приміщення не буде зруйноване від надмірної кількості води, лише буде затоплене частково, а вогонь при цьому буде ефективно ліквідовано [3].

Тому останнім часом велика увага при створенні нових перспективних зразків техніки для гасіння пожеж приділяється установкам, здатним подавати ТРВ відповідної дисперсності з потрібною продуктивністю. Одним з даних напрямків є застосування газодетонаційної технології для отримання тонкорозпиленої води. Реалізація газодетонаційної технології з отримання ТРВ на практиці можлива за рахунок використання установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії, принцип роботи якої наведена в роботах [8], а її робота наведена на рисунку 1.



Рис. 1 – Отримання ТРВ за допомогою установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії

У роботі [9] наведені чисельні дослідження процесу формування ТРВ в установці пожежогасіння періодично-імпульсної дії. Проведення чисельних досліджень процесу заповнення водою ствола установки пожежогасіння проведено за допомогою системи рівнянь, а обчислення здійснено за допомогою програмного забезпечення ANSYS.

Результати розрахунку представлені (рис. 2), при цьому кольорова шкала об'ємної частки води від 0 (0 %) до 1 (100 %) відображена з лівої сторони рисунків.

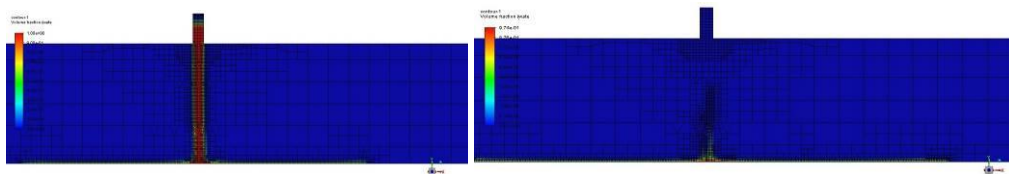


Рис. 2 – Розподіл об'ємної частки води у розрахунковій області на визначений час [9]

За результатами досліджень маємо розтікання води вздовж нижньої стінки ствола. Це дає підстави вважати, що процес розтікання води не призведе до погіршення якості розпилення води.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Дубінін Д. П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 33. С. 15–29. doi: 10.52363/2524-0226-2021-33-2.
2. Дубінін Д. П., Лісняк А. А., Шевченко С. М., Криворучко Є. М., Гапоненко Ю. І. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 34. С. 110–121. doi: 10.52363/2524-0226-2021-34-8.
3. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водяним струменем. Проблеми пожежної безпеки. 2018. № 43. С. 45–53. URL: <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOffFireSafety/vol43/dubinin.pdf>.
4. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А., Криворучко Є. М. Експериментальне дослідження водяного аерозолі, що створюється установкою пожежогасіння періодично-

імпульсної дії. Проблеми пожежної безпеки. 2020. № 47. С. 29–34. URL: <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-ppb/ppb47/5.pdf>.

5. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А., Криворучко Є. М., Белоусов І. О. Експериментальне дослідження подавання водяного аерозолю через трубопровід. Проблеми пожежної безпеки. 2020. № 48. С. 45–52. URL: <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-ppb/ppb48/7.pdf>.

6. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Лісняк А.А., Криворучко Є.М. Тенденції розвитку імпульсних вогнегасних систем для гасіння пожеж дрібнодисперсним водяним струменем. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 45. С. 41–47. URL: <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol45/Dubinin.pdf>.

7. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Криворучко Є. М., Думчикова Д. М. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53. URL: <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-ppb/ppb46/Dubinin.pdf>.

8. Dubinin D., Korytchenko K., Lisnyak A., Hrytsyna I., Trigub V. Improving the installation for fire extinguishing with finely-dispersed water. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. 2/10 (92). P. 8–43. doi:10.15587/1729-4061.2018.127865.

9. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Криворучко Є. М., Рагімов С. Ю., Тригуб В. В. Особливості процесу заповнення водою ствола установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. № 38. С. 69–79. doi: 10.52363/2524-0226-2023-38-5.

**УДК 614.84**

### **ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ПОЖЕЖНИХ-РЯТУВАЛЬНИКІВ**

*Дмитро ДУБІНІН, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України,  
Максим ІВАНОВ,  
Головне управління ДСНС України у Харківській області*

Гасіння пожеж та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій передбачає ведення оперативних дій в умовах складної обстановки, вдень і вночі, при високих і низьких температурах, в задимленому і загазованому середовищі, на висотах і в підвалах, в умовах вибухів, обвалів, землетрусів тощо. В тому числі у задимленому та загазованому середовищі. Постійні тренування є обов'язковою складовою постійної готовності до дій за призначенням [1-6].

Одним із засобів тренування є модульний тренажерний комплекс для підготовки пожежних-рятувальників (далі – тренажерний комплекс). Тренажерний комплекс складається з чотирьох мобільних частин (1 – перша (основна) частина – стінка; 2 – друга частина – лоток; 3 – третя частина – підставка; 4 – четверта частина – драбина), оснащених спеціальним обладнанням, що дозволяють у поєднанні, виконувати тренувальні вправи з рятування людей, транспортування постраждалих у тісно-замкнутому просторі і обмеженої видимості, гасіння пожеж, саморятування з житлових будинків, вилучення потерпілих з під завалів зруйнованих будівель та надання домедичної допомоги при синдромі здавлювання.

Так в роботі [7], показано виконання тільки вправи «Саморятування з поверхів будівлі за допомогою кріплення рятувальної мотузки за ручний аварійно-рятувальний інструмент (ІРАР) або ручний немеханізований пожежний інструмент (Halligan), що встановлений в отвір конструкції тренажеру». Для підвищення ефективності проведення оперативних дій з організації рятувальних робіт та гасіння пожеж, модульний тренажерний комплекс для підготовки пожежних-рятувальників підлягає трансформації у поєднанні різних вправ, таких як: вправа № 1 «Саморятування з поверхів будівлі за допомогою рятувальної мотузки, що

закріплена за конструкцію модульного тренажерного комплексу»; вправа № 2, 3 «Рятування людей без свідомості та у свідомості з поверхів будівель за допомогою драбини»; вправа № 4 «Пересування пожежного-рятувальника в замкнутих просторах з поганою і нульовою видимістю»; вправа № 5 «Евакуація потерпілого в замкнутих просторах з поганою і нульовою видимістю»; вправа № 6 «Вилучення потерпілого з-під завалу і надання домедичної допомоги при синдромі здавлювання». Конструктивне розміщення тренажерного комплексу та його частин представлено на рисунку 1.

Таким чином, запропонована конструкція тренажерного комплексу дозволяє виконувати тренувальні вправи з рятування людей, транспортування постраждалих у тісно-замкнутому просторі і обмеженої видимості, гасіння пожеж, саморятування з житлових будинків, вилучення потерпілих з під завалів зруйнованих будівель та надання домедичної допомоги при синдромі здавлювання, що насамперед підвищить професійний рівень підготовки пожежних-рятувальників при проведенні оперативних дій, а також збереже їм життя в реальних умовах.

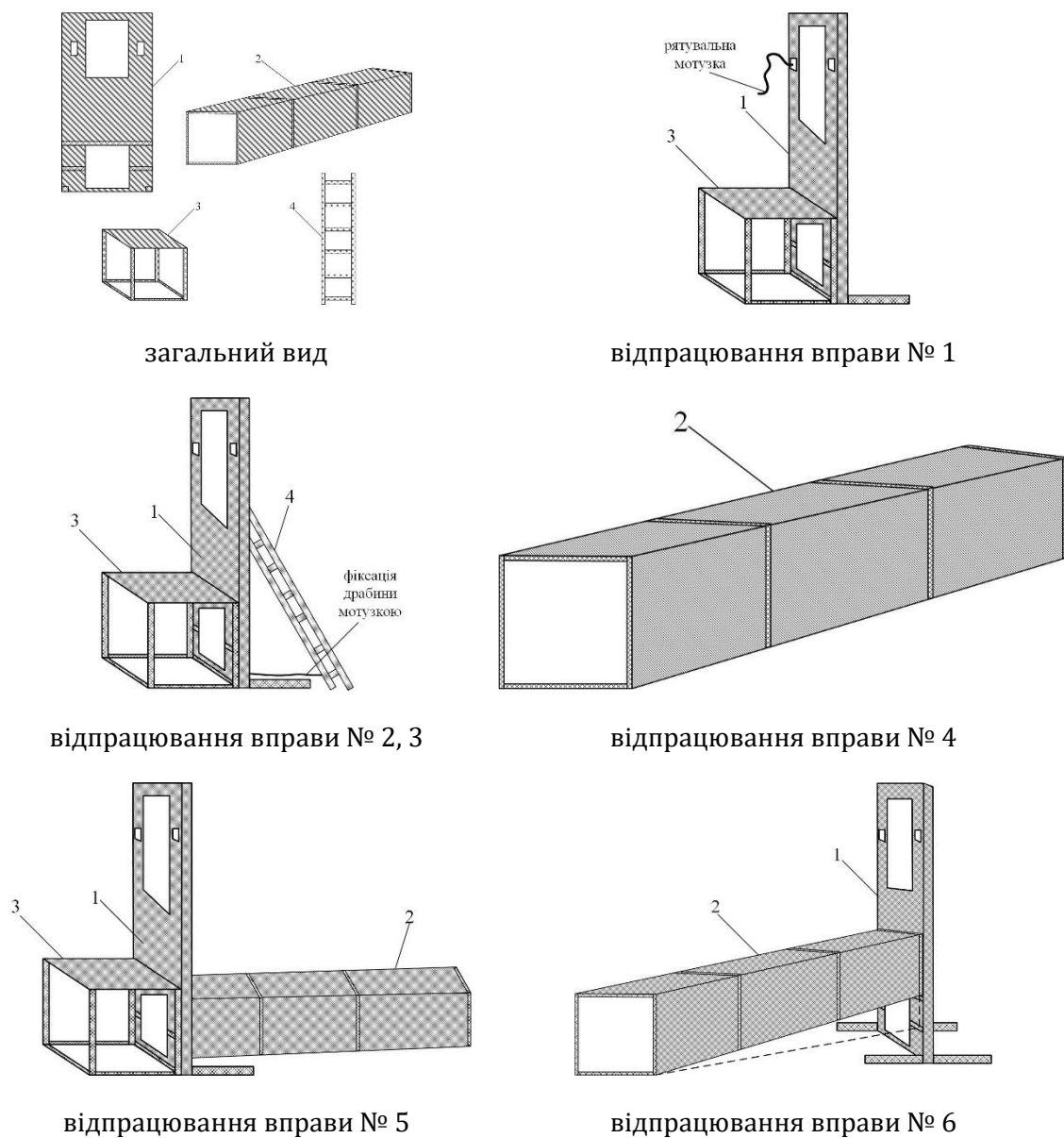


Рис. 1 – Конструкція модульного тренажерного комплексу для відпрацювання вправ: 1 – стінка; 2 – лоток; 3 – підставка; 4 – драбина.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Fire Engineering/FDIC International. URL: <https://www.fireengineering.com>.
2. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 34. С. 110–121.
3. Dubinin D. et al. Research and justification of the time for conducting operational actions by fire and rescue units to rescue people in a fire //Sigurnost. – 2022. – Т. 64. – №. 1. – С. 35-46.
4. Dubinin D. et al. Dubinin D. et al. Investigation of the effect of carbon monoxide on people in case of fire in a building //Sigurnost. – 2020. – Т. 62. – №. 4..
5. Посібник «Вентилятори і вентиляція у пожежній охороні / Шимон Кокот-Ґура; переклад з пол. Володимира Дубасюка. – Львів: «SUPRON1», 2020 – 72 с.
6. Dubinin D. et al. Experimental Investigations of the Thermal Decomposition of Wood at the Time of the Fire in the Premises of Domestic Buildings //Materials Science Forum. – Trans Tech Publications Ltd, 2022. – Т. 1066. – С. 191-198.
7. Пат. 151153, МПК (2022.01) C09B 19/00, A62C 99/00. Тренажер для підготовки пожежних-рятувальників/ Дубінін Д.П., Аветісян В.Г, Остапов К.М., Лісняк А.А., та ін.; заявник та патентовласник НУЦЗУ України. – № u202203367, заяв. 13.09.2022; опубл. 18.08.2023, бюл. № 33.

УДК 614.849

#### ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ ВИТРАТ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ

*Руслан КЛИМАСЬ, канд. техн. наук,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту  
Роман ЦИРЕНЬ, Вадим ВАСИЛЕНКО,  
Департамент запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС*

Наказом МВС від 31 січня 2024 року № 55 [1] затверджено *Методику розрахунку витрат на гасіння пожежі*.

Стаття 80 *Кодексу цивільного захисту України* [2] визначає, що гасіння пожежі здійснюється безоплатно, по суті покладаючи фінансові витрати по гасінню пожеж на державу.

В останніх дослідженнях з цього напрямку [3] зазначається, що витрати на гасіння пожеж пожежно-рятувальними підрозділами визначаються некоректно.

Тож, з метою врегулювання питань, пов'язаних із витратами на гасіння пожеж, авторами цієї роботи відповідно до пункту 13 *Порядку обліку пожеж та їх наслідків* [4] розроблено окрему методику, що визначає механізми формування витрат на гасіння пожежі, виражені у вартісній величині виїзду та повернення підрозділу до місця пожежі й її ліквідації.

Методика визначає механізм формування витрат на гасіння пожежі, виражених в опосередкованій вартісній величині виїзду (вильоту, виходу та повернення до місця розташування) підрозділу (частини, літака, вертольота, пожежного катера, потяга) до місця пожежі та суми витрат на її гасіння, що складається із суми витрат на утримання працівників пожежно-рятувальних підрозділів державної, відомчої, місцевої або добровільної пожежної охорони (далі – підрозділи) та суми витрат на забезпечення їх функціонування.

Встановлено, що розрахунок витрат на гасіння пожежі підрозділами здійснюється на підставі фактичних витрат з урахуванням цін на матеріальні ресурси та послуги, що діють на дату гасіння пожежі.

Витрати на гасіння пожежі ( $B_{en}$ ) складаються з прямих і загальновиробничих витрат підрозділу та визначаються за формулою (1):



$$B_{zn} = B_{zn}^{np.} + B_{zn}^{заг.вироб.}, \quad (1)$$

де:  $B_{zn}$  – витрати на гасіння пожежі;  $B_{zn}^{np.}$  – прямі витрати на гасіння пожежі;  $B_{zn}^{заг.вироб.}$  – загальновиробничі витрати на гасіння пожежі.

Витрати на гасіння пожежі визначаються з урахуванням фактичного часу, обчисленого у хвилинах (грн×хв<sup>-1</sup>), витраченого підрозділами на здійснення заходів, спрямованих на гасіння пожежі.

Прямі витрати на гасіння пожежі ( $B_{zn}^{np.}$ ) визначаються за формулою (2):

$$B_{zn}^{np.} = B_{mv}^{np.} + B_{on}^{np.} + B_{inshi}^{np.}, \quad (2)$$

де:  $B_{mv}^{np.}$  – прямі матеріальні витрати;  $B_{on}^{np.}$  – прямі витрати на оплату праці працівників підрозділу, які безпосередньо залучалися до гасіння пожежі;  $B_{inshi}^{np.}$  – інші прямі витрати.

До складу прямих матеріальних витрат ( $B_{mv}^{np.}$ ) включається вартість основних матеріалів, що безпосередньо використовуються під час здійснення заходів, спрямованих на гасіння пожежі, з урахуванням сировини, палива, енергії, витрат на вогнегасні речовини та пов'язаних із роботою ланок газодимозахисної служби, що визначається за формулою (3):

$$B_{mv}^{np.} = B_{mv}^{нмм} + B_{mv}^{gp} + B_{mv}^{inshi}, \quad (3)$$

де:  $B_{mv}^{нмм}$  – вартість пально-мастильних матеріалів;  $B_{mv}^{gp}$  – вартість вогнегасних речовин, використаних на гасіння пожежі;  $B_{mv}^{inshi}$  – вартість інших прямих матеріальних витрат.

Вартість вогнегасних речовин, використаних на гасіння пожежі ( $B_{mv}^{gp}$ ), складається з вартості витраченої води, піноутворювача, порошку, первинних засобів пожежогасіння, що визначається за формулою (4):

$$B_{mv}^{gp} = \sum_{k=1}^n B_k^{gp} + \sum_{k=1}^n B_k^{nzn} + \sum_{k=1}^n B_k^{inshi}, \quad (4)$$

де:  $\sum_{k=1}^n B_k^{gp}$  – сума загальної вартості відповідної кількості вогнегасних речовин, використаних на гасіння пожежі;  $\sum_{k=1}^n B_k^{nzn}$  – сума загальної вартості відповідної кількості первинних засобів пожежогасіння, використаних на гасіння пожежі;  $\sum_{k=1}^n B_k^{inshi}$  – сума загальної вартості відповідної кількості інших засобів, використаних на гасіння пожежі.

До складу прямих витрат на оплату праці працівників підрозділу, залучених до гасіння пожежі ( $B_{on}^{np.}$ ), включають основну та додаткову заробітну плату, інші заохочувальні та компенсаційні виплати працівників підрозділу, виходячи із чисельності осіб, безпосередньо пов'язаних із здійсненням заходів, спрямованих на гасіння пожежі, та часу їх фактичного залучення. Витрати на основну заробітну плату визначаються згідно із встановленими тарифними ставками (окладами). Витрати на додаткову заробітну плату визначаються розмірами виплачуваних доплат, надбавок, гарантійних і компенсаційних виплат, премій. Витрати на інші заохочувальні та компенсаційні виплати, відповідно до закону, що оплачуються з фонду оплати праці.

До складу інших прямих витрат на гасіння пожежі ( $B_{inshi}^{np.}$ ) включаються витрати на оплату:

амортизації (зносу) основних та інших необоротних матеріальних і нематеріальних активів, безпосередньо пов'язаних із здійсненням заходів,

спрямованих на гасіння пожежі;

послуг зв'язку, яким користуються особи, безпосередньо пов'язані із здійсненням заходів, спрямованих на гасіння пожежі;  
відрахування на соціальні заходи.

Загальновиробничі витрати на гасіння пожежі ( $B_{zn}^{заг.вироб.}$ ) визначаються через коефіцієнт співвідношення витрат на оплату праці та розраховуються за формулою (5):

$$B_{zn}^{заг.вироб.} = \sum B_k^{заг.вироб.} \times \frac{B_{on}^N}{\sum B_{on}^N}, \quad (5)$$

де:  $\sum B_k^{заг.вироб.}$  – сума загальновиробничих витрат підрозділу за рік;  $N$  – кількість осіб підрозділу;  $B_{on}^N$  – витрати на оплату праці та відрахування на соціальні заходи працівників підрозділу, які залучаються до гасіння пожеж, за рік;  $\sum B_{on}^N$  – сума загальних витрат на оплату праці та відрахування на соціальні заходи всіх працівників підрозділу за рік.

До загальновиробничих витрат на гасіння пожежі ( $B_k^{заг.вироб.}$ ) можуть включатися інші опосередковані витрати, що пов'язані із забезпеченням функціонування підрозділу, а саме на:

витрати на управління підрозділом, що здійснює заходи, спрямовані на гасіння пожежі;

амортизацію (знос) основних засобів загальновиробничого призначення;

витрати на операційну оренду будівлі (приміщення);

оплату охорони праці, техніки безпеки й охорону навколишнього природного середовища;

оплату послуг сторонніх організацій;

оплату тепло-, водопостачання і водовідведення, електроенергії й інших послуг на утримання приміщень;

службових відряджень осіб, безпосередньо пов'язаних із здійсненням заходів, спрямованих на гасіння пожежі;

утримання, експлуатацію та ремонт, страхування, інших необоротних активів, призначених для забезпечення функціонування підрозділу.

Витрати на гасіння пожеж визначаються за кожним фактом пожежі окремо.

Витрати на гасіння пожежі, у якому одночасно брали участь різні підрозділи, визначаються шляхом додавання витрат кожного з них.

Встановлено, що розрахунок витрат на гасіння пожежі складається за формою, наведеною в додатку до методики, підписується відповідальною особою, та упродовж 3 робочих днів з дня гасіння пожежі надсилається до підрозділу, який здійснює облік пожеж.

Методика також може застосовуватися для визначення вартісної величини виїзду підрозділу в разі завідомо неправдивого його виклику на гасіння пожежі.

Під час роботи над методикою враховано механізми формування платних послуг, визначених методиками [5, 6].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Методики розрахунку витрат на гасіння пожежі: наказ МВС від 31 січня 2024 р. № 55 (зареєстрований в Мін'юсті 14.02.2024 за № 229/41574).

2. Кодекс цивільного захисту України від 02 жовтня 2012 р. № 5403-VI. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 2013, № 34-35, ст. 458.

3. Одинець А.В., Серета Д.В. Щодо питання визначення витрат держави на гасіння пожеж у сучасних умовах. *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій*: матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2020. С. 49-50.

4. Про затвердження Порядку обліку пожеж та їх наслідків: Постанова Кабінету

Міністрів України від 26 грудня 2003 р. № 2030. *Офіційний вісник України*, 2003, № 52, ст. 2802 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 07 квітня 2023 р. № 313. *Офіційний вісник України*, 2023, № 40, ст. 2165).

5. Про затвердження Методики формування вартості платних послуг, які надаються підрозділами Міністерства надзвичайних ситуацій України: наказ МНС, Мінекономрозвитку, Мінфіну від 03 січня 2012 р. № 1/2/1 (зареєстрований в Мін'юсті 16.01.2012 за № 45/20358). *Офіційний вісник України*, 2012, № 7, ст. 258.

6. Про затвердження Методики формування вартості платних послуг, що можуть надаватися підрозділами Державної інспекції техногенної безпеки України: наказ МНС, Мінфіну, Мінекономрозвитку від 01 червня 2012 р. № 867/661/658 (зареєстрований в Мін'юсті 18.06.2012 за № 983/21295). *Офіційний вісник України*, 2012, № 49, ст. 1934.

**УДК 614.841**

### **ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З НАЯВНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ЧИ ГІБРИДНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ЖИВЛЕННЯ**

*Дмитро КОВАЛЕВИЧ, Микола ГРИГОР'ЯН, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Проведення робіт, пов'язаних з гасінням електроавтомобіля - більш складна проблема, ніж загоряння звичайного авто. Справа в тому, що в більшості електроавтомобілів літєві акумулятори. Літій дуже активно вступає в реакцію з водою, тому спроба загасити електроавтомобіль водою може привести до сумних наслідків. У світовій практиці до сьогодні не розроблена дієва методика гасіння таких пожеж. [4, 5, 6, 7]

Проведений аналіз основних небезпек акумуляторної батареї, що використовуються для живлення електроавтомобілів [1, 2, 5] показав, що:

- під час пожежі електрокара виділяється значна кількість небезпечних хімічних речовин, зокрема також можлива наявність HCN та HF, що зобов'язує рятувальників використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання;
- гасіння акумуляторної батареї потребує значної кількості води;
- ускладнений доступ до акумуляторної батареї;
- різноманітність будови та складу елементів живлення;
- явище повторного самозаймання акумуляторної батареї пояснюється самодостатністю хімічного процесу, що проходить в середині літій-іонного акумулятора (вивільняється велика кількість окисника, що доповнює класичний трикутник горіння).

Саме тому, використання повітряномеханічної піни під час гасіння акумуляторної батареї електрокарів є неефективним. [3]

Наприклад, для того щоб загасити Tesla, за регламентом потрібно 11-18 тонн води для занурення автомобіля у неї на 3 доби. Стандартні резервуари вміщують 1-2 тонни. Наступна складність - визначити конкретну марку палаючого авто. За технікою безпеки батарею електромобіля необхідно знеструмити, але для цього потрібні тверді знання, де знаходиться заповітний вузол або петля і чим його обрізати.



Рис. 1 – Пожежний автомобіль – контейнер для гасіння пожеж на електроавтомобілях, для повного занурення автомобіля за допомогою маніпулятора

Оскільки ці автомобілі за зовнішніми ознаками не відрізняються від звичайних ТЗ, обладнаних двигунами внутрішнього згорання, але становлять додаткову небезпеку для працівників Державної служби України з надзвичайних ситуацій під час виконання рятувальних та інших невідкладних робіт, необхідно розробити та ввести окреме маркування для таких видів автомобілів, поміщаючи на машині індивідуальний QR-код. У якому буде знаходитись характеристики та розміщення акумуляторної батареї, запобіжника, конструктивне виконання елементів живлення та силових мереж відносно простору кузова та рекомендації виробника для гасіння їх.

**Висновки:**

- проаналізовано та обґрунтовано небезпеки та ризики, які несуть акумуляторні батареї;
- запропоновано впровадити окреме маркування у вигляді QR-коду для на електричному чи гібридному ТЗ;
- необхідно провести розробку технічних приладів для гасіння акумуляторної батареї електроавтомобілів;
- запропоновано надалі розробити методичку для гасіння, рятування та виконання інших невідкладних робіт на електромобілях та гібридних ТЗ.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Інформаційний інтернет ресурс «Consumer Reports» – режим доступу: <https://www.consumerreports.org/car-safety/tesla-firesdemonstrate-challenges-firefighters-face-with-evs/>.
2. Lazarenko O. Research on the Fire Hazards of Cells in Electric Car Batteries / O. Lazarenko, V. Loik, B. Shtain, D. Riegert // *Bezpieczeństwo i technika pożarnicza* – 2018. – Vol. 52. – Issue 44. Pp.58-67.
3. P. Sun, R. Bisschop, H. Niu, X. Huang\* (2020) A Review of Battery Fires in Electric Vehicles, *Fire Technology*, 56 Invited Review <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>.
5. Matulka R. The History of the Electric Car. Department of Energy 2014. <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>.
6. National Transportation Safety Board. Preliminary Report: Crash and Post-crash Fire of Electric-powered. Passenger Vehicle 2018.
7. CGTN. Tesla car catches fire in China, investigation underway 2019.

УДК 614.8

**ЗАПОБІГАННЯ ПОШИРЕННЮ ТРАВ'ЯНИМ ПОЖЕЖАМ У ПРИРОДНИХ  
ЕКОСИСТЕМАХ ЗАГОРОДЖУВАЛЬНИМИ СМУГАМИ З ВОГНЕГАСНИХ ПІН  
ПІДВИЩЕНОЇ СТІЙКОСТІ**

*Василь КОВАЛИШИН, д-р техн. наук, професор,  
Ярослав КИРИЛІВ, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,  
Роман СУКАЧ, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Багато країн, наприклад Австралія, США і Канада, Бразилія, європейські країни пережили катастрофічні пожежі, зокрема на луках і чагарниках, а їх рятувальні служби зіштовхнулись із складною задачею контролю над природною стихією, яка потребувала застосування багатьох рятувальних сил і більшої кількості засобів пожежогасіння [1, 2, 3]. Окремо слід виділити трав'яні пожежі на луках та в лісах, де присутні трави на великих площах. Такі пожежі швидко поширюються і можуть стати надзвичайно загрозовими для життя людей і їхнього майна. Трав'яні пожежі, як правило, виробляють набагато менше вугілля, ніж лісові пожежі та є вкрай небезпечними.

Вода – найбільш поширений засіб пожежогасіння; проте її ефективність низька, коли вона використовується для гасіння лісових пожеж, чагарників, лук, торф'яних боліт або диких земель [4] через її низьку здатність змочувати і проникати в тріщини гідрофобних поверхневих горючих матеріалів. Введення в воду поверхнево активних речовин (ПАР), що знижують поверхневий натяг води і підвищують змочувальну здатність гідрофобних поверхневих горючих матеріалів, є одним з найбільш ефективних способів боротьби з такими пожежами.

Метою роботи є створення ефективних загороджувальних смуг з піноутворювача підвищеної стійкості для недопущення поширення трав'яних пожеж на луках і чагарниках.

В полігонних умовах вивчали вплив поширення полум'я вогню на трав'яних покриттях залежно від швидкості вітру, топографії, тобто ухилу пагорба, параметрів загороджувальної смуги, а саме її ширини та висоти. Досліджено поширення полум'я на трав'яному покритті висотою 21 см, кутах нахилу 0°, 5°, 15° та 30° та швидкостях вітру від 0 до 3 м/с. З отриманих даних видно, що із збільшенням кута ухилу трав'яного покриття швидкість поширення полум'я зростає, причому із зростанням кута інтенсивність її зростає з певним приростом [5]. Аналогічний вплив спричиняє швидкість вітру, причому її зростання інтенсифікує процес поширення полум'я. Збільшення швидкості вітру та його напрям призводить до підвищення швидкості поширення полум'я із чи не найбільшим приростом.

Визначено, що температура полум'я за найсприятливіших умов для горіння виміряна термометрами та пірометром відповідно становить 674 та 647 °С, причому ці значення є максимальними [5] під час усього процесу горіння досліджуваної трав'яної смуги. Крім того, під час горіння трав'яного покриття за максимальної температури полум'я на відстані 50 см був зафіксований тепловий потік величиною 19,74 кВт/м<sup>2</sup>. Для створення перешкод поширенню вогню по трав'яних смугах створювали загороджувальні смуги піноутворювачем підвищеної стійкості для гасіння пожеж «Барс S-2» різної висоти та ширини. Отримані результати показують, що висота піни з плином часу знижується кожних 5 хвилин в основному на однакову висоту. Проте, на окремих ділянках висота піни зменшується то швидше, то повільніше. Загалом чим вищий нанесений шар піни «Барс S-2», тим довше вона буде триматися на трав'яному покритті. Експериментальним шляхом досліджено загороджувальні смуги різної ширини з піноутворювача підвищеної стійкості для

гасіння пожеж «Барс S-2» за висоти 20 см, а саме: 10, 25, 40 та 55 см. Під час проведення досліджень зі смугою шириною 10 см та її витримкою після нанесення 15 хв і наступного підпалу виявлено, що вона стримувала поширення полум'я 52 секунди на відстані 95 см, проте через 1,5 хвилини полум'я перекинулося на трав'яний покрив за загороджувальною смугою. Після проведення аналогічного досліджу з шириною смуги 25 см виявлено прорив через 5 хв. Наступною досліджували ширину смуги 40 см, проте явного прориву полум'я не відбулось, однак, декілька горючих частинок під впливом вітру 3 м/с перелетіли на трав'яний покрив. Це може становити загрозу при більш сприятливих умовах горіння. Тому були проведені дослідження зі смугою шириною 55 см [5], де перелітання окремих горючих частинок не було зафіксовано.

Встановлено, що із зростанням кутів ухилу рельєфу місцевості від 0 до 30° зростає швидкість поширення полум'я по сухому трав'яному покриву, причому чим вищий кут ухилу, тим вища швидкість поширення. При зміні кута з 15 до 30° ця швидкість зростає у понад 2 рази. Наявність вітру додатково підвищує швидкість поширення полум'я. Так при куті ухилу 30° та швидкості вітру вздовж трав'яного покриву 3 м/с швидкість поширення полум'я зростає понад 1,9 раза у порівнянні з відсутністю вітру.

Максимальна температура полум'я за швидкості вітру 3 м/с, куті ухилу 30°, вологості горючого матеріалу 10% та температурі навколишнього середовища 22 °С становить 674 °С.

Показано, що чим більша висота шару нанесеної піни для створення загороджувальної смуги, тим довше вона тримається на трав'яному покриві. Це забезпечує проникнення змочувальних агентів піни в трав'яний покрив, що свою чергу буде краще запобігати загорянню горючого матеріалу.

Встановлено в полігонних умовах, що ефективна ширина загороджувальної смуги із піноутворювача підвищеної стійкості для гасіння пожеж «Барс S-2» за висоти трав'яного покриву 21 см, швидкості вітру 3 м/с і кута ухилу поверхні землі 30° становить не менше 55 см. Загороджувальні смуги шириною менше 55 см є неефективними і допускають прорив полум'я.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Szczygieł R (2012) Wielkoobszarowe pożary lasów w Polsce (Large-area forest fires in Poland). *Fire Saf Tech* 26(1):67–78 (in Polish).
2. Gill AM, Stephens SL, Cary GJ (2013) The worldwide “wildfire” problem. *Ecol Appl* 23(2): 438–454. doi: 10.1890/10-2213.1.
3. Penman TD, Nicholson AE, Bradstock RA, Collins L, Penman SH, Price OF (2015) Reducing the risk of house loss due to wildfires. *Environ Model Softw* 67:12–25. doi: 10.1016/j.envsoft.2014.12.020.
4. Rakowska, J., Szczygieł, R., Kwiatkowski, M. et al. Application Tests of New Wetting Compositions for Wildland Firefighting. *Fire Technol* 53,1379–1398 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10694-016-0640-0>.
5. Створення загороджувальних смуг вогнегасними пінами підвищеної стійкості для запобігання поширенню трав'яних пожеж / Р. Ю. Сукач, В. В. Ковалишин, Я. Б. Кирилів, Д. П. Войтович. *Пожежна безпека*. 2022. № 40, С. 84-91. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20786662.40.2022.10>

УДК 614.84

### **ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ГАСІННЯ ОСЕРЕДКІВ ПОЖЕЖІ У ЗАВАЛАХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО УТВОРИЛИСЯ ЧЕРЕЗ АРТИЛЕРИЙСЬКІ ОБСТРІЛИ ТА ВЛУЧАННЯ РАКЕТ**

*Іван КОМАНОВ, Ярослав ЛАВРИК, Іван ЧОРНОМАЗ, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Триває безжальна війна на території нашої країни. Країна-агресор використовує в своїх загарбницьких цілях всі можливі засоби ураження. Окрім стрілецької зброї використовується і значна кількість ракет, безпілотних літальних апаратів, здійснюються обстріли з мінометів, артилерії та скиди важких керованих авіаційних бомб.

На лінії розмежування переважно знаходяться підрозділи, що чинять опір агресору і практично відсутнє цивільне населення, тому ворог практично не застосовує там ракет. Свою жорстокість агресор переміщує на міста та населені пункти з метою залякування цивільного населення. Ворог знов обрав тактику ураження об'єктів критичної інфраструктури по всій території України. Для цього здійснюються ще й обстріли житлових масивів, особливо у нічний час.

Внаслідок застосування агресором ракет та безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА) виникають значні руйнування в житлових будинках, що супроводжується значними жертвами та руйнуванням будівель і споруд. В результаті руйнувань, як правило, утворюються завали будівельних конструкцій, які супроводжуються пожежами, в тому числі і порожнинах завалів, що утворилися внаслідок падіння (складання) несучих елементів будівель.

Одже, одним із викликів сьогодення є розробка нових ефективних способів боротьби з пожежами в завалах будівель, а також розробка нових видів обладнання, що дозволить ефективно і в найкоротші строки виконувати завдання за призначенням.

Одним з ефективних способів гасіння пожеж в порожнинах (пустотах) - є гасіння по об'єму за допомогою повітряно-механічної піни (далі – ПМП). До переваг гасіння ПМП можна віднести здатність охолоджувати та ізолювати осередок (осередки) пожежі.

Проте в умовах масових завалів житлових будинків, важко подати ПМП саме в необхідну ділянку завалу в силу цілого ряду причин. До таких причин можна зачислити наявність пошкоджених меблів, щільність залягання та наявність сипучих залишків елементів будівельних конструкцій, тощо. Тому використати наразі відомі способи та обладнання для створення і подачі ПМП у звичному вигляді навряд чи вдасться, через те що густина завалу та положення елементів будівельних конструкцій можуть завадити ефективно використовувати такий спосіб гасіння.

Вимоги сьогодення вимагають здійснювати пошук і розробку більш ефективних способів і прийомів гасіння пожеж у завалах, це потребує подальшого вивчення, дослідження, а також розробки відповідного обладнання і методики його застосування.

Одним із таких способів гасіння завалів будівель пропонується – гасіння ПМП низької кратності за допомогою модернізованого ствола-пробійника пожежного ручного СППР-50.

- Конструкцію даного ствола пропонується змінити (доопрацювання), а саме:
- виконати додаткові отвори для доступу повітря, біля перекидного крану;

- виконати у верхній частині отвір для приєднання напірно-всмоктуючого рукава для забору піноутворювача із сторонньої ємкості (передбачити заглушку, для можливості використання в разі потреби води);
- ствол повинен мати можливість до подовження чи скорочення за рахунок додаткових вставок на різьбових з'єднаннях.

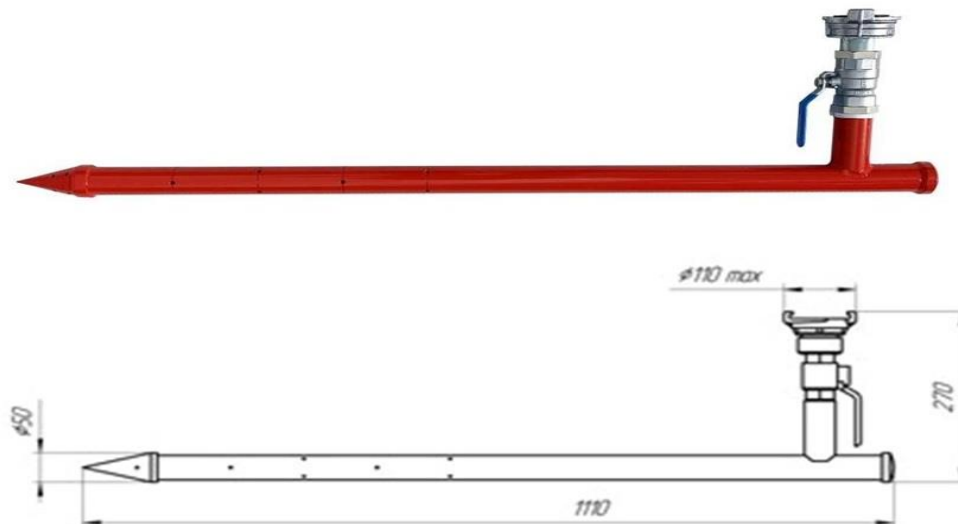


Рис. 1. Ствол-пробійник пожежний ручний СППР-50.

Використання ручних пожежних стволів такого типу потребує подальшого аналізу, вивчення та доопрацювання, тому дана тематика буде основою для подальшої наукової роботи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України (ЗУ від 02.10.2012 № 5403-VI).
2. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Затверджений наказом МВС України від 26.04.2018 № 340.
3. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2023 року. Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту. Київ: 2023.

УДК 614.84

#### ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ РОБОТИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ОБСТРІЛІВ ТА ІНШИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ ТА У НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ, ЩО ПОТРАПЛЯЮТЬ У ЗОНУ ПОСТІЙНИХ ОБСТРІЛІВ

*Іван КОМАНОВ, Іван ЧОРНОМАЗ, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Вже третій рік точиться безжальна війна, яка почалась після віроломного нападу країни агресора – російської федерації. Війна кровопролитна, війна безжальна, війна, через яку гинуть люди, війна, яка спустошує наші поля, знищує ліси та руйнує вщент цілі міста. Під час окупації населених пунктів України, окупанти займаються



мародерством, грабують та нищать все, що можуть в населення, на підприємствах, в державних установах, а цивільних громадян катують та вбивають.

Також слід зазначити, що окупанти залишають по собі, на звільнених територіях, значну кількість саморобних вибухових пристроїв, а також боєприпаси. В місцях де проводились бойові дії також можуть знаходитись боєприпаси, які були використані (приведені в дію), але з різних причин не розірвались. Такі вибухово-небезпечні предмети (далі – ВВП) також несуть значну небезпеку і цивільному населенню і військовим, адже не можна встановити їх точне місце падіння і тому це є підвищена небезпека. ВВП можуть бути розкидані на полях, лісосмугах, на узбіччі доріг та завдавати ушкоджень і травм іноді несумісних із життям, або ж призводити до значних травм та травматичних ампутацій кінцівок. Ще необхідно пам'ятати, що є різні способи мінування, в тому числі і дистанційне. За допомогою відповідного обладнання ворог може дистанційно заміновувати території поблизу позицій наших захисників, а це в свою чергу наражає наших захисників на додаткову небезпеку та ускладнює виконання ними поставлених завдань.

Також необхідно розглянути небезпеку для працівників екстрених служб (медики, енергетики, працівники служби газу, ДСНС), яким необхідно проводити аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, роботи з відновлення життєзабезпечення деокупованих населених пунктів. При виконанні таких завдань вони також наражаються на небезпеку через умисне мінування ворогом об'єктів критичної інфраструктури, приміщень, технологічного обладнання та прилеглої до них території.

Для збереження життя та здоров'я людини в місцевості, яка забруднена ВВП чи замінована, одним із важливих факторів є можливість визначення на місцевості місцезнаходження вибухонебезпечних предметів. Це хоча б дасть можливість не наступити, оминати, позначити і попередити інших про небезпеку. Особливо актуально швидко виявити та позначити ВВП чи інших небезпечний предмет в екстрених умовах та під час воєнних дій. В таких випадках час, є дуже вирішальним чинником і зволікання чи затримка може призвести до дуже тяжких наслідків.

Визначення наявності мін та інших ВВП саперами також проводиться з використанням металошукачів різних модифікацій та фірм виробників. Металошукачі дозволяють виявити небезпечні предмети закопані в землю, присипані листям (снігом), приховані чи ті, що не можливо виявити візуально.

Зазвичай металошукач використовується людиною, яка стоїть в повний зріст, тримаючи прилад однією рукою. Маховими круговими рухами з права на ліво навколо себе пошуковець (оператор металошукача) переміщує котушку приладу над поверхнею ґрунту, тим самим виявляється початковий сигнал (місцезнаходження) металевих предметів. Для уточнення його розташування предмету пошуковець має здійснити ще декілька рухів у визначеному місці, аби точно встановити де знаходиться металевий предмет. Все це можливо за сприятливих умов та достатній кількості часу. Проте якою б дужою не була людина, тривалий час з приладом важко ходити, адже це потребує значних фізичних зусиль.

Окрім того, слід врахувати що необхідність широкого застосування таких приладів на полі бою чи під час активних дій на території, яка зайнята противником, не дає можливості пересування по пересічній місцевості в повний зріст, повільно аби не пропустити жодного небезпечного предмету. Також військовим необхідно нести із собою зброю, боєкомплект та інше необхідне в бою обладнання та вантажі, тому руки, як правило вже задіяні і тримати ще й металошукач буде дуже важко і складно.

Тому даний прилад пропонується взяти за основу для виготовлення портативного приладу, який можна конструктивно змінити та адаптувати для застосування людиною таким чином, аби блок керування та котушка кріпилися на нозі. Пропонується котушку розмістити на рівні підошви по довкола взуття, блок

управління приладу пропонується розмістити на зовнішній частині стегна. Котушку пропонується фіксувати за допомогою липучих лент, що дозволить застосовувати прилад людям з різними антропологічними показниками. Ще однією перевагою такого приладу є можливість фіксації його на руці під час пересування повзком, тим самим надасть можливість виявляти ВНП перед собою.

Такий спосіб виконання приладу дозволить вчасно виявляти небезпечні предмети безпосередньо перед кожним кроком. Надасть можливість звільнити руки, особливо це актуально під час активних наступальних дій військових і дозволить зменшити ризик наступити на ВНП. Також пропонується виконати адаптований металошукач у двох модифікаціях, перша для цивільного населення із звуковим сигналом про небезпеку, друга для військових, де пропонується не встановлювати світловий сигналізатор та замінити динамік приладу на механізм, що буде створювати вібраційні коливання. Така модифікація дозволить військовим пересуватися на місцевості не викриваючи свого місцезнаходження через моргання та звук металошукача.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кодекс цивільного захисту України (ЗУ від 02.10.2012 № 5403-VI).
2. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Затверджений наказом МВС України від 26.04.2018 № 340.
3. <https://www.slovoidilo.ua/2023/05/31/infografika/bezpeka/rozminuvannya-ukrayiny-skilky-vybuxonebezpechnyx-predmetiv-znyshhuyetsya-shhomisyacya>.
4. <https://www.peoplesproject.com/shho-take-metaloshukach-ta-chim-vid-vidriznyayetsya-vid-minoshukacha/>.
5. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27974139>.

**УДК 614.842.4**

### **ІНТЕГРАЦІЯ ЯК НОВИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ**

*Олеся КОСТИРКА, канд. техн. наук, доцент,  
Софія ГОЛИК, курсантка факультету пожежної безпеки,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Створення високоефективних систем безпеки (СБ) наразі є особливим викликом: СБ - це комплекс інженерно-технічних рішень, спрямованих на захист критично важливих ресурсів об'єкта від різноманітних загроз.

У розвитку систем безпеки можна виділити два основні періоди:

1. Традиційні системи безпеки.
2. Інтегровані системи безпеки.

#### *Традиційні системи безпеки*

Традиційно система безпеки об'єкта, що охороняється, будувалася з набору автономних базових систем, кожна з яких забезпечувала захист від конкретної загрози:

1. Система охоронної сигналізації.
2. Система пожежної сигналізації.
3. Система відеоспостереження.
4. Система контролю та управління доступом.

Перевагами застосування традиційних систем є:

1. Надійність та простота використання традиційної апаратної бази та випробуваних технічних рішень;

2. Порівняно невеликі витрати на готові рішення.

До недоліків відносяться:

1. Інформаційне навантаження оператора.

2. Відсутність взаємодії між системами. Потрібен час, щоб логічно зіставити інформацію, що надходить від різних підсистем, і сформувати правильну реакцію на події, що відбуваються.

3. Встановлення всіх необхідних для забезпечення ефективного захисту об'єкта систем вимагає, як правило, значних витрат і призводить до непотрібного дублювання функцій та високих експлуатаційних витрат.

4. Низький ступінь автоматизації процесів управління, контролю та прийняття рішень щодо забезпечення безпеки.

Отже, зважаючи на вище зазначені недоліки, можна зробити висновок, що важливим кроком на шляху подальшого розвитку традиційної системи є інтеграція підсистем. Інтеграція підсистем гарантує більш швидке і точне реагування на події, значно знижує ймовірність помилки оператора і підвищує ймовірність того, що весь об'єкт буде захищений.

#### *Інтегровані системи безпеки*

Інтегрована система безпеки (ІСБ) – це комплексна система захисту об'єкта. Інтегрована система безпеки захищає об'єкт, що охороняється, відразу від декількох видів загроз.

Інтегрована система безпеки – це повноцінний програмно-апаратний комплекс високотехнологічного обладнання, який функціонально пов'язаний між собою на всіх рівнях, створюючи систему безпеки об'єкта.

Сучасна інтегрована система управління безпекою призначена для комплексного захисту офісів, підприємств, установ та інших об'єктів на основі функціональних систем охоронного відеоспостереження, систем контролю і управління доступом, охоронно-пожежної сигналізації та пожежогасіння, систем гучного зв'язку і оповіщення.

У порівнянні з окремими системами та засобами захисту, інтеграція має наступні переваги:

1. Більш швидке і точне реагування на події.

2. Значне зменшення потоку інформації, яку отримують оператори.

3. Полегшення роботи оператора за рахунок автоматизації процесів управління, контролю та прийняття рішень щодо забезпечення безпеки.

4. Значно знижує ймовірність помилки оператора (як наслідок двох попередніх пунктів).

5. Можливість аналізу та вироблення різноманітних керуючих впливів на основі єдиного інформаційного поля.

6. Простоту та можливість отримання максимуму різноманітної інформації.

7. Можливість створення та впровадження складних алгоритмів функціонування окремих елементів системи.

8. Зменшення витрат на обладнання через багатофункціональне використання окремих систем і більш повного їх завантаження.

До недоліків інтегрованих систем можна віднести підвищені вимоги до надійності підсистеми (за її наявності).

Наостанок кілька слів про перспективи розвитку інтегрованих систем безпеки. Основні напрями визначаються такими вимогами:

1. Зниження ролі людини у процесі забезпечення безпеки з допомогою підвищення інтелектуальності систем.

2. Зниження рівня хибних спрацьовувань за рахунок більш тісного використання підсистем.

3. Вимога відкритості. Розробники ІСБ повинні забезпечити замовнику за допомогою відкритих протоколів можливість підключення систем та обладнання інших виробників та гнучкого настроювання ІСБ під свої потреби.

Виконання цих вимог дозволить, з одного боку, підвищити ефективність системи безпеки та зменшити вплив людського фактору, а з іншого – зробити побудову інтегрованої системи більш прозорою.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Основи управління інформаційною безпекою: навч. посібник / А.М. Гребенюк, Л.В. Рибальченко. Дніпро: Дніпроп. держ. унт внутріш. справ, 2020. –С. 76 - 92.
2. Gallatin T. et al. Packet switch methods and systems: пат. 9391925 США. – 2018.

**УДК 614.842**

### **ВИБІР СИСТЕМИ ОПОВІЩЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЕВАКУАЦІЄЮ ПРИ ПОЖЕЖІ**

*Олеся КОСТИРКА, канд. техн. наук, доцент,  
Анастасія КАРАКОНСТАНТИН, здобувачка вищої освіти,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Система оповіщення та управління евакуацією людей під час пожежі (СОУЕ) є однією з найважливіших складових системи безпеки. Основне призначення СОУЕ — попередження людей, які перебувають у будівлі, про пожежу або іншу надзвичайну ситуацію, а також координацію їхніх дій при здійсненні евакуації. СОУЕ є комплексом технічних засобів та організаційних заходів, призначених для вирішення цих завдань.

Система оповіщення та умови її застосування повинні відповідати вимогам основних нормативних документів.

СОУЕ, що випускаються в даний час, мають технічну можливість приймати сигнали та команди централізованої системи оповіщення і транслювати їх по мовних оповіщувачах. Практика показує, що за недостатньої ефективності цих систем пожежа призводить до людських жертв та великих матеріальних втрат.

У СО застосовується різне обладнання виявлення пожежі та управління евакуацією. Останніми роками ходовими є бездротові системи оповіщення, що використовують IP-протоколи передачі даних та адресні пристрої оповіщення. На ринку технічних засобів забезпечення пожежної безпеки представлені українські та зарубіжні виробники, ціни на продукцію яких суттєво різняться.

З виходом і затвердженням методик розрахунку пожежних ризиків у будівлях та спорудах значення СОУЕ з використанням різних типів обладнання для забезпечення пожежної безпеки значно зростає.

У державних будівельних нормах [1] сформульовано загальні вимоги до систем оповіщення, основною з яких є розмежування функцій приймально-контрольних приладів та приладів управління. У паспорті на прилад має бути зазначено, до якого типу належить той чи інший прилад.

Оповіщення людей про пожежу здійснюється таким чином:

- передачею звукових та (або) світлових сигналів у приміщенні, де люди можуть зазнавати впливу небезпечних факторів пожежі, а також у приміщеннях, де можуть залишитися люди при блокуванні евакуаційних шляхів пожежею;

- трансляцією мовної інформації про необхідність евакуації та про дії, спрямовані на безпеку.

Управління евакуацією здійснюється за допомогою:

- передачі по СО спеціально розроблених текстів, спрямованих на запобігання паніці та іншим явищам, що ускладнюють процес евакуації (скупчення людей у проходах тощо);
- трансляції текстів, що містять інформацію про напрямки руху;
- включення світлових покажчиків напрямку евакуації “Вихід”, систем “рухомий рядок” та інших світлових засобів індикації напрямку руху;
- дистанційного відчинення дверей евакуаційних виходів (наприклад, обладнаних електромагнітними замками).

СОУЕ може проєктуватися сумісною з радіотрансляційною мережею будівлі. У цьому випадку елементи радіотрансляційної мережі та приміщення радіовузла повинні задовольняти вимоги, що висуваються до відповідних елементів та диспетчерського пульта СОУЕ.

Типи систем оповіщення та евакуація людей при пожежі залежить від її характеристик, можна виділити п'ять типів. *Перший тип* – характерний звуковим оповіщенням: дзвінок, тонований сигнал, сирена та інше застосовується на малих і середніх об'єктах. Як приладів управління застосовуються контрольні панелі, або приймально-контрольні прилади ОПС в поєднанні з виконавчими реле. Сигнали оповіщення про виникнення пожежі повинні відрізнятися від інших звукових сигналів. *Другий тип* – наявність звукового оповіщення, як у першому типі доповнюється світлові таблички «Вихід». Оповіщення проводиться у всіх приміщеннях об'єкта одночасно. Застосовується, аналогічно системі першого типу. *Третій тип* – характерний мовним методом оповіщення та наявністю світлові таблички. У системі встановлена черговість: спочатку оповіщається обслуговуючий персонал, а потім всі інші за черговістю. *Четвертий тип* – має мовний метод передачі інформації, наявність світлової таблички з напрямком евакуації і «Вихід», проводиться зв'язок диспетчерської і зон оповіщення. Також регламентована черговість оповіщення – спочатку персонал об'єкта, а потім інші присутні. *П'ятий тип* – як і четвертий, володіє всіма способами оповіщення зазначеними вище, але в системі передбачена повна автоматизація управління системи та можливість різних варіантів шляхів евакуації з кожної зони об'єкта.

Всі перераховані вище типи СОУЕ дозволяють встановлювати різні типи оповіщувачів. При проєктуванні слід враховувати, що незалежно від типу оповіщувача, він повинен бути розташований по всій зоні оповіщення про пожежу, щоб забезпечити чутність звукового сигналу і озвученого голосового повідомлення.

Залежно від технічних вимог, системи оповіщення можуть поєднуватися з системами оповіщення цивільної оборони, системами громадського мовлення, а також можуть виконувати функції радіо- та музичних систем. Слід зазначити, однак, що виконання системою сигналізації ряду додаткових завдань не повинно жодним чином впливати на виконання основних завдань комплексу – оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту. Зі Зміною №1.
2. ДСТУ EN 54-1:2022 Системи виявлення пожежі та пожежної сигналізації - Частина 1: Вступ (EN 54-1:2021, IDT).

УДК 614.842.8

### ПРИНЦИП ДІЇ АВТОМАТИЧНОЇ УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ НА ЛЕГКОВОМУ АВТОТРАНСПОРТІ

Михайло КРОПИВА, канд. техн. наук, Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. іст. наук,  
Олег ГОНЧАРУК, курсант факультету оперативно-рятувальних сил,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Необхідно відзначити, що за підсумками 2023 року порівняно з 2022 роком більшення кількості пожеж спостерігається лише по пожежам транспортних засобів, що головним чином є наслідком загорянь, пов'язаних звибухами та обстрілами, спричинених бойовими діями російськими збройними формуваннями.

На транспортних засобах виникло 3 613 пожеж (+6,6 %), що становить 5,3 % від загальної кількості пожеж. Прямі збитки збільшилися на 67,2 % та становлять 1 млрд 178 млн 687,3 тис. грн (5,1 % від загальної суми прямих збитків). Побічні збитки становлять 2 млрд 209 млн 268,8 тис. грн (зростання у 2,3 рази; 3,7 % від загальної суми побічних збитків).

№ з/п	Назва показників	2023 рік	2022 рік	Тенденція по країні, +/-, у %	% від загальної кількості
1	Транспортні засоби	3613	3389	6,6	5,3

Враховуючи результати проведеного аналізу та розглянувши всі методи та установки для припинення горіння у підкапотному просторі автомобіля [3,4], ми пропонуємо наступну конструкцію автоматичну установку для гасіння пожеж в підкапотному просторі автомобіля (рис. 1). Оптимальною вогнегасною речовиною для цих цілей є діоксид вуглецю CO<sub>2</sub>.

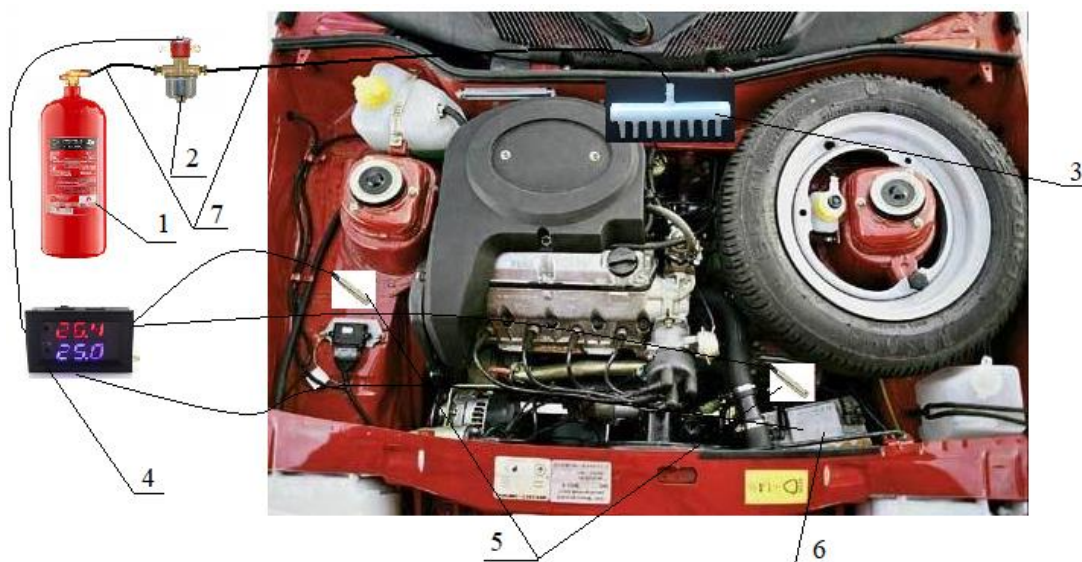


Рис. 1 – Схема установки для автоматичного пожежогасіння на легковому автотранспорті.

1. Ємність для вогнегасної речовини (CO<sub>2</sub>). (Вогнегасник ВВК-1,4).
2. Електромагнітний клапан.
3. Гребінка з форсунками.
4. Терморегулятор

5. Датчик температури.
  6. АКБ.
  7. З'єднувальні шланги (Термопластик).
- Принцип дії даної установки.

У підкапотному просторі автомобіля розташовуються 2-3 датчики температури. Ці датчики передають показник температури на терморегулятор який в свою чергу подає імпульс на електромагнітний клапан. Після відкриття електромагнітного клапану по з'єднанню для вогнегасної речовини (СО<sub>2</sub>) по з'єднувальним шлангам (термопластик) двоокис вуглецю через гребінку з форсунками потрапляє до підкапотного простору автомобіля та відбувається гасіння методом флегматизації.

В залежності від моделі, марки автомобіля та робочої температури двигуна внутрішнього згорання налаштовується температура відкриття електромагнітного клапану. В подальшому планується терморегулятор замінити на керуючу плату, для того щоб запрограмувати її на два режими роботи. Перший режим буде призначений для робочого режиму автомобіля(в заведеному стані), а інший для стоянкового режиму роботи автомобіля.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки за 12 місяців 2023 року Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту – С. 2-3.
2. Український науково-дослідний інститут цивільного захисту [Електронний ресурс]: – Режим доступу до матеріалу. : [https://undicz.dsns.gov.ua/files/2020/1/27/Analitichna%20dovidka%20pro%20pojeji\\_12.2019.pdf](https://undicz.dsns.gov.ua/files/2020/1/27/Analitichna%20dovidka%20pro%20pojeji_12.2019.pdf).
3. Исхаков Х.И., Пахомов А.В., Каминский Я.Н. Пожарная безопасность автомобиля – М: Транспорт, 1987г., – 86 с
4. Розроблення засобів гасіння пожежі в підкапотному просторі автомобіля/ А.Г.Ренкас, А. А. Ренкас, Волинський В. І. // Пожежна безпека 2013. - №23. – С. 139-143.
5. Постанова № 1128 «Про забезпечення колісних транспортних засобів первинними засобами пожежогасіння» від 8 жовтня 1997 р.
6. Патент на корисну модель № 142052 Лабораторний стенд для дослідження припинення горіння методом флегматизації Винахідники: Кропива Михайло Олександрович, Вовк Артур Юрійович, Землянський Олег Миколайович, Нуянзін Віталій Михайлович, Костенко Тетяна Вікторівна, Майборода Артем Олександрович. Зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 12.05.2020 р.

**УДК 614.84**

#### **ПРОБЛЕМАТИКА ПОЖЕЖОГАСІННЯ У ВАЖКОДОСТУПНИХ МІСЦЯХ ПІД ВАГОНАМИ МЕТРО**

*Костянтин ОСТАПОВ, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

Проблема виникнення надзвичайних ситуацій у підземних спорудах останнім часом набуває гостроти, що зумовлено не скільки зростанням їх кількості, скільки масштабами наслідків таких ситуацій [1]. Перше місце в цьому ряду посідають пожежі, аварії та терористичні акти, що супроводжуються виникненням пожеж і утворенням загазованого середовища [2]. Враховуючи велику кількість людей, які можуть одночасно перебувати в обмеженому просторі споруд метрополітену, а також об'єктивні труднощі проведення рятувальних операцій і дій

щодо ліквідації осередків пожеж і аварій, не важко уявити, до яких катастрофічних наслідків вони можуть призвести.

Аналіз інформації про загоряння і пожежі в метрополітенах України та світу [3] за останні роки свідчить про те, що вразливими з точки зору пожежної безпеки слід вважати дерев'яну підлогу вагонів, тягові електричні двигуни (ТЕД), силові й комутаційні кабелі з гумоподібних вуглеводних і полімерних матеріалів, тягові редуктора, що наповнені пожежонебезпечним мастилом, та інше. Їх пожежне навантаження, розподілене по підлозі умовно рівномірно та коливається в межах 45 – 50 кг/м<sup>2</sup>, в залежності від типу вагону. Будь-то: модель 81-714(717), чи модель 81-718(719), що експлуатуються в метрополітенах України. Причому, підвагонний простір є практично недоступна локація вказаного пожежного, навантаження.

Наявність великої кількості горючих матеріалів у під вагонному просторі вагонів метрополітену становить значну пожежну небезпеку. Виникнення пожежі під вагоном метро як правило супроводжується різким підвищенням температур та щільним задимленням станційних приміщень, перегінних тунелів, що в свою чергу ускладнює евакуацію та рятування пасажирів, обслуговуючого персоналу, вимагає залучення великої кількості сил і засобів пожежно-рятувальних підрозділів, створює значні труднощі в управлінні їх оперативними діями.

Під час гасіння рухомого складу метрополітену особовому складу пожежних підрозділів загрожує: можливість отримання травм при переміщенні у задимленій атмосфері, ураження електричним струменем, травмування рухомих складом, втрата орієнтації та зв'язку у спорудах, що задимлені, отримання теплового удару внаслідок високої температури середовища.

З урахуванням тої обставини, що при пожежі в метро струм в контактну мережу не подається, то тут стає можливим говорити про потенційну наявність переваг застосування гелеутворюючих складів (ГУС) для підвагонного гасіння пожеж на станціях метрополітену. Дійсно, сучасні ГУС складаються, в основному, з двох окремо збережених компонент, що можуть роздільно-одночасно подаватися в осередок пожежі. Один з них являє собою розчин гелеутворюючого силікату лужного металу, інший – розчин речовини, який взаємодіючи з силікатами утворює стійкий шар гелю. Вартість таких ГУС, порівняно з вогнегасним порошком, яким знаряджено більшість первинних засобів пожежогасіння у метрополітені, в 3 рази дешевше. До того ж вони мають достатньо стійкі адгезійні властивості, що дозволяють їм, шарами надійно прилипати до палаючих поверхонь, тим самим зменшуючи в рази кількість необхідної для гасіння вогнегасної речовини.

При чому, однією з переваг гасіння з використанням ГУС, є їх висока вогнезахисна спроможність, яка обумовлена охолоджуючою дією води, що міститься в гелі, яка з часом випаровується. Після випаровування всієї води із гелевої суміші утворюється пористий шар висушеного гелю (ксероргель), який фактично виключає повторне займання горючого матеріалу об'єкта через низьку теплопровідність ксерогелю [4].

Що стосується до порівняння показника вогнегасної здатності ГУС систем та розчинів на основі води слід відмітити наступне. За рахунок адгезійних властивостей ГУС міцно зчіплюються з поверхнею об'єкту, який захищається при пожежогасінні, що суттєво впливає на показник їх вогнегасної спроможності. Дійсно, при гасінні твердих горючих матеріалів цей показник, що визначається співвідношенням маси вогнегасної речовини, яка припадає на одиницю площі модельного вогнища, у ГУС значно нижче, ніж при використанні води. До цього додамо, що вже багато робіт практичного використанням ГУС при пожежогасінні [5, 6] базуються на об'єднанні переваг хіміко-технологічних можливостей ГУС, які пов'язані з «обгортанням» шарами гелю палаючих поверхонь, разом з тактико-технічними особливостями оперативної доставки цього вогнегасного складу до палаючих об'єктів.



Отриманні практичні результати наукових досліджень щодо гасіння підвагоного простору вагонів метрополітену можуть дати суттєве зменшення прямих та побічних збитків від гасіння та підвищити безпеку роботи пожежних при гасінні пожеж у складних умовах метрополітену.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Long, Z., Zhong, M., Chen, J., Cheng, H. (2023). Study on emergency ventilation strategies for various fire scenarios in a double-island subway station. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 235, 105364. doi: 10.1016/j.jweia.2023.105364.
2. Wang, K., Cai, W., Zhang, Y., Hao, H., Wang, Z. (2021). Numerical simulation of fire smoke control methods in subway stations and collaborative control system for emergency rescue. *Process Safety and Environmental Protection*, 147, 146–161. doi: 10.1016/j.psep.2020.09.033.
3. Wei, Z., Xi, Z., Zhuo-fu, W. (2016). Experiment study of performances of fire detection and fire extinguishing systems in a subway train. *Procedia Engineering*, 135, 393–402. doi:10.1016/j.proeng.2016.01.147.
4. Ostapov, K et al. (2021). Improving the installation of fire gasing with gelelating compounds. *Problems of emergency situations*, 33, 4–14. url: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/14116>.
5. Ostapov, K., Senchihin, Yu., Syrovoy, V. (2017). Development of the installation for the binary feed of gelling formulations to extinguishing facilities. *Science and education a new dimension. Natural and technical sciences*, 132, 75–77. url: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3891>.
6. Ostapov, K., Kirichenko, I., Senchykhyn, Y. (2019). Improvement of the installation with an extended barrel of cranked type used for fire extinguishing by gel-forming compositions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(10 (100)), 30–36. doi: 10.15587/1729-4061.2019.174592.

**УДК [614.895.5.621.5]:622-051**

### **СУЧАСНИЙ СТАН ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

*Юрій ПАВЛЮК, канд. техн. наук, доцент, Богдан СНИГУР, аспірант,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

У зв'язку з значними площами торгових центрів, наявності в них великої кількості відвідувачів та персоналу, основними акцентами пожежної безпеки, на яких варто зосередитися, є: виявлення пожежі на ранніх стадіях та безпечна евакуація відвідувачів.

**Аналіз статистичних даних.** Впродовж 2019-2020 років в Україні щорічно виникало від дев'яносто п'яти до ста тисяч пожеж [1]. В 2021-2022 роках щорічно виникало від шістдесяті до вісімдесяті тисяч пожеж відповідно. Зокрема, в об'єктах торгівлі і харчування протягом 2021 року було 706 пожеж, загинула 1 людина, травмовано 11 людей. А в 2022 році трапилася 901 пожежа, загинуло 5 людей, травмовано 30. За той же період пожежі в соціально-культурних, громадських та адміністративних спорудах, в 2021 році в цих закладах відбулося 476 пожеж, загинуло 20 і отримали травм 27 людей. В 2022 році сталося 829 пожеж. При цьому загинуло 12 людей, травмовано 103 людини.

В 2016 році, виникла пожежа в розважальному центрі "МІ100" у Львові [2]. В результаті пожежі постраждали 25 осіб. Причиною загибелі та травмування людей стало складне планування приміщень, яке в недостатній мірі було враховане при проектуванні систем протипожежного захисту.

В 2020 році виникла пожежа в одному з найбільших торгових центрів України –ТРЦ Forum Lviv [3]. Наявні системи протипожежного захисту, такі як локальне гасіння кухонного обладнання, система пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу, протипожежні штори, відпрацювали згідно заданого алгоритму. Травмованих та загиблих – не було.

В дослідженні [4] вивчається проблема евакуації з підземних приміщень торговельно-розважальних закладів. Враховуючи поведінку людей при дії на них небезпечних факторів пожеж, уникнення наближення до пожежі під час евакуації та припускаючи найгірший сценарій, автори пропонують модель вибору місця розташування джерела пожежі з кількома виходами. Потім це дослідження моделює пожежу в підземному торговельному центрі за допомогою програмного забезпечення Pygosim. Кількість людей у будівлі, час перед рухом та ширина безпечних виходів значно впливають на ризик евакуації під час пожежі в торговельних центрах. Зокрема, кількість людей у будівлі та час з моменту виявлення пожежі і початком евакуації, позитивно корелюють із ризиком евакуації, тоді як ширина евакуаційних виходів корелює негативно. Найбільше на ризик евакуації впливає кількість людей всередині будівлі.

Аналогічно в статтях [5, 6] розглядається питання евакуації людей з торговельно-розважальних центрів для людей різних груп мобільності а також виявлено недосконалість українських норм при розрахунку часу початку евакуації, що може впливати на розрахунок різних ризиків в комплексі інжинірингу пожежної безпеки.

В роботі [7] автор досліджує метод просторового синтаксису. Він використовує метод, для визначення дизайну торговельного центру, організації його простору, в тому числі й для передбачення перешкод, які можуть ускладнити швидко евакуацію людей та персоналу з торговельно-розважального центру.

Однією з проблем, є евакуація всіх людей з ТРЗ при хибному спрацюванні систем протипожежного захисту, і, відповідно, втрата прибутків.

Ця проблема, за допомогою Баєсової оцінки, досліджується в роботі [8]. Найбільш розповсюдженими сповіщувачами є димові. Проте, рівень помилкової тривоги у них високий. Автор пропонує метод оцінки пожежної тривоги з кількома димовими сповіщувачами на основі Баєсівської оцінки. Результати показують, що запропонований метод може виявити 77,5% хибних тривог.

Хибні спрацювання є актуальною проблемою сучасних систем пожежної сигналізації основними компонентами яких є димові сповіщувачі, які потребують застосування нових моделей оцінки спрацювань сповіщувачів. Це дасть змогу суттєво скоротити витрати при експлуатації.

На основі аналізу встановлено, що при правильному плануванні торговельно-розважальних закладів на стадії проектування, можна суттєво покращити час евакуації у разі виникнення пожежі. Аналогічно, при застосуванні нових досліджень та винаходів, можна досягти збільшення часу на евакуацію відвідувачів у разі загрози.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Звітні матеріали Державної служби України з надзвичайних ситуацій URL: <https://dsns.gov.ua/uk/operational-information/nadzvicaini-situaciyi-v-ukrayini-2/dovidka-za-rik> (дата звернення: 24.10.2023)
2. Інформація про виникнення пожежі у розважальному центрі Mi100 URL: [https://zaxid.net/vnaslidok\\_pozhezhi\\_u\\_nichnomu\\_klubi\\_u\\_lvovi\\_postrazhdali\\_ponad\\_20\\_lyudey\\_n\\_1410809](https://zaxid.net/vnaslidok_pozhezhi_u_nichnomu_klubi_u_lvovi_postrazhdali_ponad_20_lyudey_n_1410809) (дата звернення: 08.11.2023)
3. Інформація про виникнення пожежі у розважальному центрі Forum Lviv URL: <https://www.rbc.ua/rus/styler/odnom-naibolshih-trts-ukrainy-sluchilsya-1579282871.html> (дата звернення: 08.11.2023)

4. Ning Wang, Ying Gao, Chao-ying Li, Wen-mei Gai, Integrated agent-based simulation and evacuation risk-assessment model for underground building fire: A case study, *Journal of Building Engineering*, Volume 40, August 2021, Article 102609, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102609> (дата звернення: 24.10.2023)
5. Ковалишин В., Доценко О., Хлевной О., Дивень В. (2022). Дослідження евакуації людей різних груп мобільності з торговельно-розважального центру. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2022. 2(14). С. 99–107. DOI: [https://doi.org/10.33269/nvcs.2022.2\(14\).99-107](https://doi.org/10.33269/nvcs.2022.2(14).99-107) (дата звернення: 24.10.2023)
6. Оношко І., Ковалишин В. Аналіз методології оцінювання пожежних ризиків. *Пожежна безпека*. 2022. Т. 41. С. 94–102. DOI: <https://doi.org/10.32447/20786662.41.2022.11> (дата звернення: 24.10.2023)
7. H. Derya Arslan, Hilal Ergener, Comparative analysis of shopping malls with different plans by using space syntax method, *Ain Shams Engineering Journal*, Volume 14, Issue 9, September 2023, Article 102063 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102063> (дата звернення: 24.10.2023)
8. Gang Liu, Hongyong Yuan, Lida Huang, A fire alarm judgment method using multiple smoke alarms based on Bayesian estimation, *Fire Safety Journal*, Volume 136, April 2023, Article 103733 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2023.103733> (дата звернення: 24.10.2023)

УДК 614.841

### ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПОЖЕЖНОГО ПРОБИВНОГО СТВОЛА ДЛЯ ГАСІННЯ АВТОМОБІЛІВ З НАЯВНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ЧИ ГІБРИДНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ЖИВЛЕННЯ

*Дмитро Панасюк, Микола ГРИГОР'ЯН, канд. техн. наук, доцент,  
Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. іст. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У зв'язку з бурхливим зростанням парку електромобілів збільшується й кількість пожеж із ними. Гасіння таких «електричок» потребує немало часу, порівняно з машинами із ДВС. Завдання ускладнюється, якщо пожежа відбувається в обмеженому просторі – наприклад, у підземному чи багатоповерховому паркінгу. [1]

Обстановка, що може скластися під час загорання автомобілів з електричною, гібридною електричною системами приводу:

- наявність електроустановки з високою напругою і великою силою струму (інвертор, конвертор, тяговий електродвигун, силові кабелі);
- можливість ураження людей електричним струмом;
- загроза вибуху літій-іонної акумуляторної батареї;
- швидке поширення вогню горючою обшивкою автомобіля, електроізоляцією, гумотехнічними виробами, розливами мастила в разі пошкодження мастилонаповнених вузлів і агрегатів, у гібридних автомобілях - розливами палива в разі пошкодження паливної системи;
- сильне задимлення та утворення токсичних продуктів горіння. [2]

Під час гасіння пожежі в автомобілі з електричною, гібридною електричною системами приводу КГП зобов'язаний:

- організувати знеструмлення електричної системи автомобіля в моторному відсіку;
- від'єднати мінусову клему від низьковольтної акумуляторної батареї (кабель чорного кольору);
- від'єднати кабель високовольтної літій-іонної акумуляторної батареї (оранжевого кольору) від розподільчої коробки;

- використовувати для гасіння автомобіля розпилену воду, вогнегасні порошки та діоксид вуглецю.

У разі гасіння пожежі розпиленою водою:

заземлити пожежні стволи та насос пожежно-рятувального автомобіля;

використовувати діелектричні засоби;

здійснювати подачу стволів-розпилювачів з відстані не менше 1,5 м від автомобіля. У разі подачі компактних струменів води для змивання палива, що горить під автомобілем, відстань до стволів повинна бути не менше 4 м від автомобіля;

заземлити автомобіль з електричною, гібридною електричною системами приводу перед проведенням робіт з деблокування постраждалих;

не використовувати піну для гасіння пожежі [5].

Пожежний пробивний ствол призначений для подачі вогнегасних речовин (діоксиду вуглецю) до закритої герметичної ємності для гасіння автомобілів з наявними електричними чи гібридними елементами живлення.

Експериментальна модель пожежного пробивного ствола (мал. 1, 2) складається з наковальні 1 – для надання додаткового зусиль при проникненні в середину корпусу батареї, 2 – перекривний кран для початку або припинення подачі вогнегасячої речовини, 3 – трубопровід для з'єднання окремих частин та транспортування вогнегасячої червони, 4 – ємність з вогнегасячою речовиною під тиском, 5 – отвори для подачі вогнегасних речовин (діоксиду вуглецю) до місця горіння у середині закритого боксу (ємності) з акумуляторною батареєю, 6 – загострений з'ємний насадок для пробивання (прорізання) підлоги та закритого боксу (ємності) батареї та підлоги.

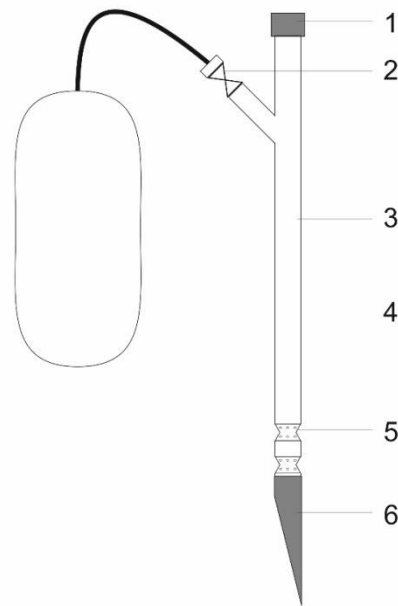


Рис. 1 – Схематичне зображення пожежного пробивного ствола для гасіння автомобілів з наявними електричними чи гібридними елементами живлення

Виходячи з необхідних конструктивних особливостей та аналізу досвіду використання пробивних пожежних стволів у авіації (пробивання фюзеляжу літаків) було створено (мал. 2) експериментальну модель пожежного пробивного ствола. Модель пожежного пробивного ствола потребує подальшого експериментального дослідження. На даний час проводиться оформлення патентної документації на винахід.



Рис. 2 – Пожежний пробивний ствол для гасіння автомобілів з наявними електричними чи гібридними елементами живлення

**Висновки:**

- проаналізовано та обґрунтовано небезпеки та ризики, які несуть акумуляторні батареї;
- у результаті аналізу наукових літературних джерел, встановлено, що питання, розробки пожежного ствола, якими можна проводити гасіння закритих емносте акумуляторних батарей, не досліджувалося;
- розроблена експериментальна модель пожежного пробивного ствола може використовуватися підрозділами Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж на електротранспорті.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. P. Sun, R. Bisschop, H. Niu, X. Huang. A Review of Battery Fires in Electric Vehicles, FIRE TECHNOLOGY – 56(2020). Invited Review <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3> [https://www.researchgate.net/publication/338542510\\_A\\_Review\\_of\\_Battery\\_Fires\\_in\\_Electric\\_Vehicles](https://www.researchgate.net/publication/338542510_A_Review_of_Battery_Fires_in_Electric_Vehicles).
2. Григор'ян М. Б., Федоренко Д. С. Небезпеки та ризики гасіння автомобілів з наявними електричними чи гібридними елементами живлення. Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист» 28 – 29 жовтня 2021 року.
3. Сучасні засоби автоматичного пожежогасіння: навч. посібник. / Антошкін О. А., Бондаренко С. М., Дерев'янко О. А., Дурєєв В. А., Котов А. Г., Литвяк О. М., Мурін М. М.. – Х.: НУЦЗУ, 2018. – 271 с..
4. Matulka R. The History of the Electric Car. Department of Energy 2014. <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>.
5. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 18 жовтня 2021 року № 761 «Про затвердження Змін до Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

УДК 355.58.001

### АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ ФІЛЬТРУЮЧОГО ТИПУ

*Сергій СЕМИЧАЄВСЬКИЙ, старший науковий співробітник відділу пожежно-рятувальної техніки та обладнання НВЦ,  
Марина ВОЛОДЧЕНКО, інженер спеціальної випробувальної лабораторії НВЦ,  
Вікторія ХОМЕНКО, інженер спеціальної випробувальної лабораторії НВЦ,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Формування нових підходів до забезпечення радіаційної, хімічної, біологічної безпеки в сучасному суспільстві пов'язане з небезпекою техногенних аварій та катастроф, локальними військовими конфліктами та прогнозованими терористичними актами із застосуванням токсичних хімікатів, біологічних рецептур і радіоактивних речовин.

Цільовою спрямованістю радіаційного, хімічного та біологічного захисту є забезпечення життєдіяльності найбільш уразливих до негативних впливів фізіологічних систем організму людини, включаючи органи дихання, зору, дотику та обличчя.

У зв'язку із агресією російської федерації на території України було пошкоджену велику кількість підприємств, що можуть становити як радіаційну, так і хімічну небезпеку у випадку аварійної ситуації.

Отже, актуальним залишається питання вдосконалення засобів індивідуального захисту органів дихання (далі - ЗІЗОД), які в залежності від конструктивного рішення можуть одночасно забезпечувати фізичний захист органів дихання, зору, обличчя та слуху. Найбільш поширеними ЗІЗОД є засоби фільтруючого типу.

В залежності від конструктивного виконання бувають такі засоби індивідуального захисту: протигази, респіратори та саморятівники. На рисунку 1 наведено зовнішній вигляд деяких видів ЗІЗОД фільтруючого типу.



Рис. 1 – Зовнішній вигляд деяких видів ЗІЗОД фільтруючого типу

На теперішній час є чинним технічний регламент [1], який встановлює вимоги щодо розроблення та виробництва засобів індивідуального захисту, які будуть надані на ринку, щоб забезпечити охорону здоров'я і безпеку користувачів та встановлення правил вільного обігу цих засобів на ринку України.

Загальною вимогою, що висуваються до сучасних протигазів за їх ергономічними та експлуатаційними властивостями, є мінімальне порушення функціональної діяльності організму людини та максимальне збереження працездатності особового складу, що діє у засобах захисту. ЗІЗОД повинні бути зручними у користуванні та забезпечувати виконання усіх видів робіт. Згідно із національним стандартом України ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006 [2] вони мають бути ремонтно-придатними, надійними в експлуатації, витримувати тривале зберігання та спеціальну обробку.

Відповідно до ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006 [2] до основних показників, що характеризують ергономічні та експлуатаційні властивості, відносяться:

- маса ЗІЗОД;
- опір дихання;
- механічні впливи лицьової частини на голову людини;
- поля та кути зору;
- звукопроникність та температура.

Дані вимоги належать до наступних елементів протигазів:

- захисного матеріалу лицьової частини та її форми;
- типу фільтрувально-поглинаючої коробки (ФПК), її шарам та властивостям;
- конструкції односпрямованих клапанів вдиху та видиху;
- місце знаходження ФПК на лицьовій частині, типу та формі очкового вузла;
- типу переговорного та питного пристрою.

Вимоги та методи випробувань до моторових повітрянагнітальних фільтрувальних пристроїв ЗІЗОД з масками, півмасками або чвертьмасками встановлює національний стандарт України ДСТУ EN 12942:2004 [3].

Отже, якісно новий рівень захисних властивостей ЗІЗОД може бути забезпечений розробкою та використанням нових технологій та методологій, що передбачають покращений захист проти широкого і все зростаючого спектру факторів, що вражає насамперед РХБ-агентів, при одночасному зменшенні фізіологічного навантаження на користувача.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Технічний регламент засобів індивідуального захисту, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 року №771.
2. ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006 (ГОСТ 12.4.041:2001, IDT). Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту органів дихання фільтрувальні. Загальні технічні вимоги. Чинний від [2007-07-01]. Київ, 2007. 10 с.
3. ДСТУ EN 12942:2004 (EN 12942:1998, IDT). Засоби індивідуального захисту органів дихання. Моторові повітрянагнітальні фільтрувальні пристрої з масками, півмасками або чвертьмасками. Вимоги, випробовування, маркування. Чинний від [2006-01-01]. Київ, 2006. 46 с.

**УДК 614.842:725.3**

### **ПРО ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГОРІННЯ МОДЕЛЬНИХ ВОГНИЩ ПОЖЕЖІ КЛАСУ А ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ІЗ ГОРІННЯМ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

*Сергій СЕМИЧАЄВСЬКИЙ, старший науковий співробітник  
відділу пожежно-рятувальної техніки та обладнання НВЦ,  
Віталій ПРИСЯЖНЮК,*

*начальник відділу пожежно-рятувальної техніки та обладнання НВЦ,*

*Михайло ЯКІМЕНКО, науковий співробітник*

*відділу пожежно-рятувальної техніки та обладнання НВЦ,*

*Максим ОСАДЧУК, науковий співробітник*

*відділу пожежно-рятувальної техніки та обладнання НВЦ,*

*Віталій СВІРСЬКИЙ, молодший науковий співробітник*

*відділу пожежно-рятувальної техніки та обладнання НВЦ,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

У публікації [1] зазначено актуальність питання розроблення науково обґрунтованих пропозицій щодо можливості застосування різних типів вогнегасників для гасіння пожеж на колісних транспортних засобах, а також розроблення сучасних

норм оснащення цих транспортних засобів вогнегасниками, що повинні враховувати особливості транспортних засобів і сучасний технічний рівень вогнегасників. Для розроблення вищезазначених пропозицій є доцільність проведення відповідних аналітичних та експериментальних досліджень.

Для сприяння у вирішенні зазначеної проблеми в Інституті державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (далі – ІДУ НД ЦЗ) проводиться науково-дослідна робота «Обґрунтування параметрів та типів первинних засобів пожежогасіння для оснащення колісних транспортних засобів», в рамках якої передбачено проведення експериментальних досліджень з визначення вогнегасної здатності різних типів вогнегасників під час гасіння модельних вогнищ пожежі різних класів, з подальшим встановленням взаємозв'язку між рангом вогнегасників та параметрами пожежної навантаги колісних транспортних засобів.

Основними параметрами, які характеризують процес горіння модельних вогнищ пожежі є втрата маси модельного вогнища та зміна температури і густини теплового потоку. При цьому, суттєву роль відіграють вологість деревини та відстань між сусідніми брусками в шарі модельного вогнища.

На теперішній час проведено перший блок експериментальних досліджень з виявлення залежності втрати маси від часу горіння модельних вогнищ пожежі класу А різних рангів та динаміки зміни їх температури у часі.

На рисунку 1 наведено графіки з результатами проведення експериментальних досліджень щодо визначення втрати маси модельного вогнища пожежі класу 5А. Також на цьому графіку наведено результати вимірювання температури у трьох контрольних точках модельного вогнища пожежі класу 5 А.

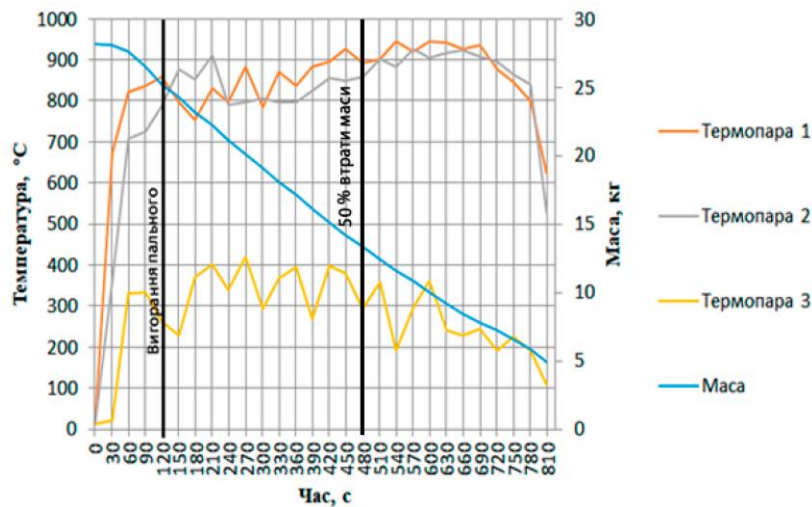


Рисунок 1 – Результати проведення експериментальних досліджень щодо визначення втрати маси модельного вогнища пожежі класу 5А та результати вимірювання температури у трьох контрольних точках

Таким чином, на підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень горіння модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А і 13А згідно з ДСТУ EN 3-7 [2] виявлено залежність втрати маси вказаних модельних вогнищ від часу їх горіння.

Виявлено залежність масової швидкості вигорання вказаних модельних вогнищ пожежі від тривалості їх горіння, що надалі може застосовуватися в розрахунках щодо втрати маси під час горіння колісного транспортного засобу (автомобіля).

Масова швидкість вигорання вказаних модельних вогнищ пожежі знаходиться у наступних діапазонах:



– для модельного вогнища пожежі класу 5А (протягом часу горіння 810 с): мінімальна 0,006 кг/хв, максимальна 0,937 кг/хв. На першій хвилині горіння – 0,46 кг/хв.;

– для модельного вогнища пожежі класу 8А (протягом часу горіння 780 с): мінімальна 0,01 кг/хв, максимальна 1,47 кг/хв. На першій хвилині горіння – 0,72 кг/хв.;

– для модельного вогнища пожежі класу 13А (протягом часу горіння 810 с): мінімальна 0,013 кг/хв, максимальна 2,61 кг/хв. На першій хвилині горіння – 1,28 кг/хв.

Виявлено динаміку зміни температури модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А та 13А в залежності від часу їх горіння.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Семичаєвський С.В., Присяжнюк В.В., Осадчук М.В., Якіменко М.Л. Щодо необхідності обґрунтування параметрів та типів первинних засобів пожежогасіння для оснащення колісних транспортних засобів. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2023. Том 34 (73) № 1. С. 288-294.

2. ДСТУ EN 3-7:2014. Вогнегасники переносні. Частина 7. Характеристики, вимоги до робочих параметрів і методи випробувань. [Чинний від 2016-01-01]. Київ, 2016. 53 с.

**УДК 614.842.83.054**

#### **ОБґРУНТУВАННЯ НОРМАТИВУ НАДЯГАННЯ ЗАХИСНОГО ОДЯГУ ТА СПОРЯДЖЕННЯ ПОЖЕЖНИКА У КОМПЛЕКТІ ІЗ БРОНЕЖИЛЕТОМ**

*Тарас СКОРОБАГАТЬКО, канд. техн. наук,  
Андрій ПРУСЬКИЙ, д-р техн. наук, професор,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту;  
Віктор СТРИЛЕЦЬ, д-р техн. наук, професор,  
Національний університет цивільного захисту України;  
Ігор МАЛОВИК,  
Департамент запобігання надзвичайним ситуаціям апарату ДСНС*

Оперативно-рятувальні підрозділи ДСНС кожен день здійснюють близько 200 виїздів на ліквідацію наслідків обстрілів ворогом населених пунктів та об'єктів інфраструктури [1]. При цьому захист пожежників під час виконання завдань за призначенням забезпечується використанням відповідних засобів індивідуального захисту. Зокрема, в умовах війни, коли виникає висока ймовірність потрапляння під обстріл ворога під час слідування до місця виклику або безпосередньо під час виконання завдань за призначенням, додатково до традиційного комплекту захисного одягу, застосовуються бронезилети, як правило не нижче 3 класу захисту, виготовлені відповідно до вимог [2].

Застосування захисного спорядження впливає на здатність пожежників виконувати певні обсяги роботи, оскільки маса традиційного комплекту захисного одягу та спорядження, що включає в себе такі основні елементи як: каска, захисний одяг, пояс, захисне взуття, рукавички та апарат на стисненому повітрі, орієнтовно сягає 25 кг. Додатково до маси комплекту традиційного захисного спорядження пожежника слід додати й масу бронезилета. Так, для бронезилета 3 класу захисту вона приблизно складатиме 10 кг. Тобто загальне навантаження за масою на пожежника може збільшуватись мінімум до 35 кг [3].

Крім того, процес надягання такого спорядження потребує від пожежника певних умінь та навичок, від яких відповідно залежить тривалість збору та виїзд за

тривогою пожежно-рятувального підрозділу, а також безпосередня захищеність самого пожежника від можливих супутніх негативних чинників. Набуття цих умінь та навичок досягається шляхом проведення певних тренінгів та відпрацювання нормативів. Відповідно метою досліджень в рамках цієї роботи було обґрунтування нормативу для оцінювання рівня підготовленості пожежників до одягання традиційного захисного одягу та спорядження в комплекті із бронежилетом.

У ході досліджень застосовувались методи математичної статистики для обґрунтування підходу до визначення обраної нормативної оцінки рівня підготовленості пожежників та аналізу експериментальних результатів, а також метод безпосередніх експертних оцінок щодо визначення відповідних часток (частот) всіх можливих результатів, що застосовувались в рамках роботи [4] під час проведення схожих досліджень для піротехніків.

З результатами проведених досліджень встановлено, що для отримання нормативів для оцінювання рівня підготовленості пожежників до одягання захисного одягу та спорядження в комплекті із бронежилетом необхідно підтвердити нормальний характер розподілу часу визначеної операції, та такі його показники як середній час та середньоквадратичне відхилення, а також визначити оцінки ймовірностей отримання відповідних оцінок.

Результати статистичного оцінювання експериментальних результатів, які були отримані під час одягання захисного одягу та спорядження у комплекті із бронежилетом при рівні значимості  $\alpha = 0,05$  описуються нормальним розподілом, що дозволяє використовувати його параметри (середнє значення  $\bar{t}_{op} = 42,52$  с та середньоквадратичне відхилення  $\alpha = 2,91$  с) для визначення відповідних нормативів для оцінювання рівня підготовленості пожежників.

За результатами застосування статистичного підходу до аналізу дійсних експериментальних результатів виконання вправи пожежниками та урахування точки зору експертів стосовно кожного нормативу щодо відповідних часток (частот) всіх можливих результат у вигляді середньозважених оцінок отримано нормативні оцінки ( $t_5 = 39$  с;  $t_4 = 43$  с;  $t_3 = 46$  с) для оцінювання рівня підготовленості до одягання пожежниками захисного одягу та спорядження у комплекті із бронежилетом.

У якості контрольної вправи обрано вправу щодо надягання захисного одягу та спорядження пожежника у комплекті з бронежилетом, що є характерним для умов воєнного стану. Це пояснюється необхідністю врахування більшої тривалості надягання захисного одягу та спорядження пожежника у комплекті із бронежилетом, що в свою чергу й збільшує нормований час збору та виїзду пожежно-рятувального підрозділу за сигналом "Тривога". В цьому випадку пожежник має діяти в наступній послідовності: "Спеціальний одяг та спорядження складені на стелажі будь-яким способом. Рукавиці закріплені на карабін. Бронежилет знаходиться на стелажі біля спеціального одягу. Пожежник знаходиться в одному метрі від стелажа обличчям до нього. Початок виконання вправи відбувається за командою "Спеціальний одяг та бронежилет надягнути". Вправа вважається завершеною якщо спеціальний одяг та спорядження надягнути, куртка застібнута на всі гудзики (гачки, блискавки), пояс застібнутий, кінець його заправлений в пряжку. Підборідний ремінь каски закріплений. Бронежилет одягнуто поверх спеціального одягу, всі лямки підігнані, застібки (липучки, елементи кріплення) застебнуті". В зимовий час норматив виконання такої вправи буде дещо відрізнятись.

Слабкою стороною застосування обраного підходу до обґрунтування нормативів для оцінювання якості виконання інших типових операцій в умовах ведення бойових дій є складність проведення однорідних рандомізованих незалежних експериментальних досліджень для визначення достовірних (на рівні значимості  $\alpha=0,05$ ) статистичних показників, оскільки в цьому випадку буде необхідність

отримання нових вихідних даних. Подальших досліджень вимагає підтвердження того, що підготовка із застосуванням нормативів буде більш ефективною, ніж без них.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Надзвичайні події : оперативна інформація ДСНС щодо наслідків ведення бойових дій російською федерацією. URL : <https://dsns.gov.ua/uk/news/nadzvicaini-podiyi/operativna-informaciia-dsns-shhodo-naslidkiv-vedennia-boiovix-dii-rosiiskoiu-federacijeu-355> (дата звернення 29.11.2023).
2. ДСТУ 8782:2018 Засоби індивідуального захисту. Бронежилети. Класифікація. Загальні технічні умови (зі зміною №1). [Чинний від 2019-07-01]. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2018. 20 с.
3. Скоробагатько Т., Єременко С., Пруський А., Савельєв І. Стрілець В. & Сидоренко В. Порівняльний аналіз діяльності газодимозахисників різних вікових груп. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2023. № 1(15). С 41–55. [https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1\(15\).41-55](https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1(15).41-55).
4. Стрілець В.М., Стецюк Є.І., Шепелєв І.В. Статистичний метод обґрунтування нормативів для оцінювання рівня підготовленості піротехніків (на прикладі одягання засобів індивідуального захисту сапера). Військово-технічний збірник. 2018. № 19. С. 85–93. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.19.2018.85-93>.

УДК 351.861

### ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ В РАДІАЦІЙНО-ЗАБРУДНЕНІЙ МІСЦЕВОСТІ

*Віктор СТРИЛЕЦЬ, доктор технічних наук, професор, Сергій СТЕПАНЧУК,  
Національний університет цивільного захисту України;  
Валерій Стрілець, кандидат технічних наук,  
International humanitarian organization The Halo Trust, Kyiv, Ukraine*

На цей час понад 95% території зони відчуження Чорнобильської АЕС, в першу чергу в лісистій місцевості, заміновано. Не є виключеним і мінування Запорізької АЕС або застосування російськими окупантами тактичної ядерної зброї. Все це свідчить про актуальність проблеми гуманітарного розмінування в умовах радіаційного забруднення та підготовки особового складу ДСНС до такого виду робіт.

Аналіз експериментальних результатів досліджень дій саперів ДСНС, які будуть здійснювати такий вид гуманітарного розмінування [1], дозволив розробити відповідну математичну модель

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{\text{НС}} \Rightarrow W \in \langle w_{\text{ззш}} \cap w_{\text{ззод}} \cap w_{\text{брж}} \cap w_{\text{брш}} \rangle; \\ t_w = \bar{t}_w^* + (\bar{t}_{w1} - \bar{t}_w^*) \cdot e^{-\lambda \cdot (n-1)}; \\ n_w^* = n_w, \text{ якщо } H_0 : \bar{t}_w(n_w) = \bar{t}_w(n_w + 1); \\ t_w^*(n_w^*) = \bar{t}_w(n_w^*) + \sigma_w(n_w^*) \cdot \Phi^{-1}(P_w^*); \\ E_{\text{після}} > E_{\text{до}}, \text{ якщо } H_1 : \bar{t}_w(n_w^* + 1) < \bar{t}_w(n_w^*), \end{array} \right.$$

яка складається з п'яти аналітичних залежностей.

Перша описує залежність множини ресурсів  $W$ , яку повинен задіяти сапер ДСНС для забезпечення гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій

місцевості без зниження рівня особистої безпеки та яка включає поєднання окремих варіантів одночасного використання засобів індивідуального захисту шкіри  $w_{зш}$ , органів дихання  $w_{зод}$  від можливого радіаційного впливу, а також конкретних модифікацій бронезилету  $w_{брж}$  та бронешолому  $w_{брш}$  у якості захисту від вибухонебезпечних предметів, від умов надзвичайної ситуації в місці проведення розмінування.

Друге рівняння описує експоненційний характер скорочення часу виконання обраної для аналізу операції ГР РЗМ в залежності від досвіду саперу ДСНС, у якості якого розглядається кількість  $n$  спроб виконання ним цієї операції, з параметром  $\lambda$  і зсувом  $n=1$ , який свідчить про те, що практична підготовка саперу починається з першої реально виконаної спроби.

Третє рівняння показує можливість припинення тренувань саперами ДСНС виконанню обраної операції ГР РЗМ за тієї спроби  $n_w^*$ , після якої середній час здійснення обраного варіанту оперативної діяльності перестав скорочуватись, свідченням чого є виконання нуль-гіпотези рівності оцінок середнього часу виконання в поточній  $n_w + 1$  та попередній  $n_w$  спробі.

Четверта залежність дозволяє визначити нормативи  $t_w^*(n_w^*)$  для оцінювання рівня підготовленості саперів ДСНС до ГР РЗМ, за яких буде забезпечене скорочення часу ГР РЗМ, використовуючи значення зворотної функції  $\Phi^{-1}$  стандартного нормального розподілу з параметрами середнього часу виконання обраної операції  $\bar{t}_w(n_w^*)$  та його середньоквадратичного відхилення  $\sigma_w(n_w^*)$ , а також тієї долі кожного нормативу  $P_w^*$ , яка відповідає імовірності улучення випадкової величини в заданий інтервал.

П'ята залежність дозволяє зробити висновок, що підготовка з урахуванням розроблених нормативів є ефективною, якщо середній час виконання вправи після цього  $\bar{t}_w(n_w^* + 1)$  суттєво зменшиться.

Показано, що така математична модель може стати основою відповідної методики скорочення часу гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості (рис. 1).



Рис. 1 – Методика скорочення часу гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Степанчук С. О., Стрілець В. М., Макаров Є. О., Стрілець В. В. Порівняльний кількісний аналіз особливостей гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2023. № 38. С. 208-223. DOI: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2023-38-14>.

**УДК 614.84**

### **ОРГАНІЗАЦІЯ НЕСЕННЯ СЛУЖБИ ТА ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ ПІДРОЗДІЛАМИ ДСНС УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ**

*Роман СУКАЧ, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

За час повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України підрозділами ДСНС України було здійснено близько 150 тис. виїздів на ліквідацію наслідків ведення бойових дій. Ліквідовано більше 20 тисяч пожеж, що виникли внаслідок ворожих обстрілів [1]. Виконання завдань за призначенням у населених пунктах, на територіях, що зазнали обстрілів, організовуються органами управління та підрозділами ДСНС з урахуванням особливостей оперативної обстановки на місці події та відповідно до вимог основних нормативних документів [2].

Організація несення служби підрозділів ДСНС України та виконання ними завдань за призначенням на територіях, що зазнають постійних обстрілів не передбачена в чинних керівних документах. Внаслідок чого пожежно-рятувальні підрозділи з міркувань безпеки вимушені діяти на власний розсуд і керуватись отриманим досвідом при ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій на територіях, що зазнають постійних обстрілів. Ці навички є надзвичайно цінними, проте вони є не у кожного пожежно-рятувального підрозділу, а їх застосування допоможе вберегти особовий складу під час гасіння пожеж та ліквідації наслідків обстрілів в умовах війни.

Враховуючи здобутий досвід роботи пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України на прифронтових територіях, а також територіях, що зазнають постійних обстрілів – доречно внести зміни та доповнення до таких нормативних документів : наказ МНС України від 07.05.2007 року № 312 [3], Тимчасова настанова із організації зв'язку, оповіщення та інформатизації в ДСНС України [4], наказ МВС України від 26.04.2018 року №340 [4], наказ МВС України від 10.02.2022 року №116 [6]. Основні зміни та доповнення у керівних документах повинні стосуватися: особливостей організації виконання органами управління та підрозділами ДСНС завдань за призначенням; дій керівника гасіння пожежі та організації оперативних дій під час гасіння пожеж після обстрілу; особливостей організації служби в підрозділах ДСНС дислокованих на прифронтових територіях; комплектування пожежно-рятувальною технікою та обладнанням підрозділів ДСНС дислокованих на прифронтових територія; організацію зв'язку підрозділами ДСНС на прифронтовій території; порядку забезпечення роботи зовнішніх джерел протипожежного водопостачання на прифронтовій території; вимог безпеки праці під час несення служби та виконання завдань за призначенням на прифронтовій території.

Згідно аналізу досвіду роботи підрозділів ДСНС України на прифронтових територіях, а також територіях, що зазнають постійних обстрілів необхідно доповнити та змінити чинні документи наступними пунктами:

1. Організацію внутрішньої та караульної служб в органах та підрозділах ДСНС.

*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

- кількість і тип спеціальної пожежно-рятувальної техніки у складі чергових караулів визначається з урахуванням обстановки та особливостей оперативно-тактичної характеристики району виїзду підрозділу;
  - караульне приміщення необхідно облаштувати у захисній споруді та обладнати необхідними системами життєзабезпечення.
  - у підрозділах, що дислокуються на прифронтових територіях доцільно організувати чергування вахтовим методом та встановити режим чергування для караулів – 2 доби чергування через 6 діб відпочинку.
  - під час проведення зміни чергових караулів, відповідальний по підрозділу має перевірити наявність в особового складу бронежилетів 6 класу захисту [8], шоломів 1 класу захисту [7], індивідуальних медичних аптечок з турнікетами;
2. Організацію оперативних дій підрозділів ДСНС під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС), гасіння пожеж в прифронтовій зоні та після обстрілу.
- під час організації заходів з реагування на НС, пожежі підрозділи ДСНС здійснюють обмін інформацією з військовою адміністрацією;
  - пересування підрозділу ДСНС в прифронтовій зоні здійснюється безпечним маршрутом. У разі одночасного виїзду декількох автомобілів повинна дотримуватися безпечна дистанція між ними близько 100-150 метрів;
  - при організації оперативних дій під час гасіння пожежі КГП повинен визначити місця для укриття особового складу на випадок обстрілу або оголошення сигналу про небезпеку з повітря. При можливості потрібно визначити декілька місць укриття для розосередження особового складу;
  - при організації оперативних дій максимально розосередити техніку на місці проведення робіт так, щоб при можливих обстрілах вона була прикрита від вражаючих факторів будівлями та спорудами і не допускалося її скупчення;
  - при роботі підрозділів у прифронтовій зоні у темний період доби за можливості необхідно мінімізувати використання потужних приладів освітлення, а застосовувати групові та індивідуальні ліхтарі;
  - у разі виявлення на місці проведення робіт вибухонебезпечні предмети, необхідно організувати їх огороження та залучити піротехнічні розрахунки.

Наведені зміни та доповнення до нормативних документів надають чіткий алгоритм організації несення служби та дій органів управління та підрозділів ДСНС під час ліквідації надзвичайних ситуацій чи гасіння пожеж як у районах ведення бойових дій так і в глибокому тилу на території держави.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСНС України. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2023 року – Київ: ІДУНДзЦЗ, 2024. – 39 с.
2. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану – навчальний посібник/ за загальною редакцією професора Мирослава Ковалю – Львів: ЛДУ БЖД, 2023. – 306 с.
3. Наказ МНС України від 07.05.2007 року № 312 “Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України”.
4. Тимчасова настанова із організації зв’язку, оповіщення та інформатизації в ДСНС України.
5. Наказ МВС України від 26.04.2018 року № 340 “Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж”.
6. Наказ МВС України від 10.02.2022 року № 116 “Порядок організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах та підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій”.
7. Наказ ДСНС України від 12 березня 2024 року №256 “Про затвердження технічних вимог на шолом кулезахисний 1 класу захист”.
8. Наказ ДСНС України від 12 березня 2024 року №257 “Про затвердження технічних вимог на бронежилет 6 класу захисту”.

**УДК 614.842**

**ВІЙСЬКОВА ПОЖЕЖНА ОХОРОНА УКРАЇНИ.  
ПРОБЛЕМИ, НЕДОЛІКИ, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

*Олександр ТАРАСЮК,  
Головне управління безпеки військової служби Збройних Сил України*

В сучасних умовах повномасштабної російсько-Української війни, під час постійних ракетно-бомбових ударів і обстрілів, а також враховуючи збільшення тенденції виникнення пожеж на військових об'єктах критичної інфраструктури вимагає від нас системного пошуку, вивчення і впровадження сучасних механізмів державного управління з метою забезпечення пожежної безпеки, пошуку новітніх науково-технічних розробок і технологій, вивчення і впровадження нових методів і засобів гасіння пожеж.

На даний час між пожежно-рятувальними підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій і пожежно-рятувальними підрозділами Збройних Сил України, відсутня належна, чітка взаємодія, координація, розподіл обов'язків і визначений алгоритм дій між пожежно-рятувальними, аварійно-рятувальними, та іншими спеціалізованими службами при ліквідації наслідків пожеж, як на військових об'єктах так і цивільних об'єктах.

Щодня Збройні Сили України проводять заходи по звільненні території України від окупанта.

Щодня російська федерація підступно наносить ракетно-бомбові удари по військовим і цивільним об'єктам на всій території України.

Військові пожежники Збройних Сил України мужньо борються з наслідками війни, беруть участь у ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і подій спричинених ракетно-бомбовими ударами, гасять пожежі та надають невідкладну допомогу потерпілим.

На військових об'єктах функціонують штатні військові пожежно-рятувальні підрозділи Збройних Сил України і Міністерства оборони України, які забезпечують заходи пожежної безпеки, в тому числі ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій і гасіння пожеж.

Разом з тим військові пожежно-рятувальні підрозділи приймають участь у гасінні пожеж цивільного сектору, в тому числі і об'єктів критичної інфраструктури.

На даний момент існує дефіцит кадрів військових фахівців в галузі пожежної безпеки, для потреб оборони України. Разом з тим існує і ряд супутніх проблем таких, як відсутність належного професійного розвитку Військових пожежників, відсутність курсів з підвищення кваліфікації для керівного складу, слабка навченість і фахова підготовка як солдатського, сержантського і старшинського складу так і офіцерського складу. Військові пожежники не мають класності і чіткого розподілу рівнів підготовки, в порівнянні із Військовими пожежниками зарубіжних країн, такі, як США, Канада, Велика Британія, Німеччина, Франція, Польща, та інші. А також ми маємо малу кількість проведення фахових занять, навчань та тренувань, мало розвинуту навчально-матеріальну базу і матеріально-технічне забезпечення, відсутність наукових і технічних розробок в галузі Військової пожежної охорони.

Для військових пожежно-рятувальних підрозділів, служб (відділів) пожежної безпеки, управління (відділів) пожежної безпеки Збройних Сил України, на даний час не існує нормативно-правового акту, який регламентує безпеку праці та охорону праці в управлінні (відділі), в службах пожежної безпеки і пожежно-рятувальних підрозділах Збройних Сил України, а також нормативно-правового акту з організації роботи газодимозахисної служби в системі Міністерства оборони України.

У військових Статутах Збройних Сил України, повною мірою не визначені права і обов'язки військовослужбовця під час проведення заходів по гасінню пожеж та ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, також не враховано проведення аварійно-

рятувальних заходів спричинених ракетно-бомбовими ударами. Чітко не визначено алгоритм дій пожежно-рятувальних підрозділів під час оголошеної повітряної тривоги і здійснення заходів з метою ліквідації пожеж і надзвичайних ситуацій на військових об'єктах. В порівнянні в органах і підрозділах ДСНС України є чинні нормативно-правові акти, які поширюється лише на органи і підрозділи ДСНС України.

Штатні нормативи особового складу військовослужбовців Військових пожежників і штат пожежної техніки не відповідають вимогам сучасних викликів і загроз. Пожежна техніка, яка стоїть на озброєнні використовується пожежно-рятувальними підрозділами працює понад встановлені терміни експлуатації, пожежна техніка, яка надходить в Збройні Сили України, від країн партнерів, як матеріально-технічна допомога, переважно використовується без попереднього проходження спеціалізованого навчання і підготовки фахівців, а також не змінюючи при цьому розрахунок і норматив військовослужбовців на інший вид і пожежної техніки і озброєння, що в свою чергу призводить до виникнення різного роду несправності і не вірного, не вмілого використання техніки. Що в свою чергу може призвести до низького рівня виконання завдання і може призвести до травмування військовослужбовців.

Окремим важливим проблемним питанням яке потребує вивчення є укриття військовослужбовців у захисних спорудах, укриття і безпека військовослужбовців під час оголошеної повітряної тривоги і ракетної небезпеки, вимоги безпеки праці під час здійснення заходів по гасінню пожеж військових об'єктів і об'єктів критичної інфраструктури, а також визначений алгоритм дій пожежно-рятувальних підрозділів, служб (відділів) пожежної безпеки, управління (відділів) пожежної безпеки Збройних Сил України у взаємодії із ДСНС України та іншими спеціалізованими аварійними і екстреними службами і відомствами.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Андрієнко М. В. Механізми державного управління пожежною безпекою в Україні: дис. докт. держ. упр. : 25.00.02 / Андрієнко М. В. - Київ, 2015. - 347 с.
2. Горбаченко Ю.М., Грибенюк Г.С., Капля.А.М., Кришталь Т.М., Щерба Т.О. Основи державного управління у сфері пожежної безпеки: навч.- метод. посібник. Черкаси: АПБ, 2012. - 191 с.
3. Рожков А.П. Пожежна безпека. Навчальний посібник. - Київ. : Пожінформтехніка, 1999.-256 с.
4. Сировой В.В., Сенчихін Ю.М., Лісняк А.А., Дерев'янка І.Г. Основи тактики гасіння пожеж: навчальний посібник. - Харків., НУЦЗУ, 2015. - 213 с.

**УДК 614.842**

### **РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАННЯ І ПІДГОТОВКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ І СЛУЖБ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*Олександр ТАРАСЮК,*

*Головне управління безпеки військової служби Збройних Сил України*

З 24 лютого 2022 року російська федерація без оголошення війни наносить ракетно-бомбові удари по цивільному сектору і військовим об'єктам, а також по об'єктам критичної інфраструктури, по житловим, громадським та іншим цивільним будівлям України. Повномасштабна війна триває й досі. Органи державної влади і місцевого самоврядування на всіх рівнях і у сферах управління зіткнулися з катастрофічними наслідками надзвичайних подій і надзвичайних ситуацій спричиненими внаслідок бойових дій на території України.



В результаті ракетно-бомбові ударів по військовим об'єктам, пожежна охорона України зіткнулася з новими методами і тактикою проведення заходів, щодо ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій, які до початку повномасштабних бойових дій на території України не знала жодна країна світу.

Методика і тактика проведення гасіння пожеж в наслідок бойових дій у спеціалізованих навчальних закладах повною мірою не розглядалася і не вивчалася. Механізми державного управління з ліквідації наслідків надзвичайних подій, на початкових етапах не працювали. На об'єктах ліквідації наслідків надзвичайних подій керівники гасіння пожеж, помилково обирали не вірні, вирішальні напрямки на пожежі, при цьому не оцінюючи в повному обсязі небезпеку і в більшості випадках нехтуючи заходами безпеки з охорони праці, що в результаті спричинило більший масштаб розвитку пожежі на об'єкті та на превеликий жаль привело до травмування і загибелі серед особового складу військовослужбовців та аварійних і інших спеціалізованих екстрених служб держави, а також значних матеріальних збитків, які звичайно не порівняти із ціною життя населення.

Щодня від країн партнерів до України надходять сучасні зразки пожежної техніки, пожежного озброєння і оснащення, що в свою чергу вимагає від нас розробки, вивчення, пошуку, аналізу, синтезу і адаптації сучасної підготовки військових пожежників відповідно до сучасних викликів і загроз.

Нам необхідна розробка нової системи підготовки і навчання військового пожежника для солдатів, сержантів, старшин і офіцерів Збройних Сил України.

Мало хто задумується, що поставка Україні міжнародної гуманітарної допомоги у вигляді сучасних зразків озброєння і військової техніки, зокрема і військових літальних апаратів типу F-16 вимагає від нас виконання вимог безпеки польотів та стандартів, та зокрема забезпечення сучасними системами і засобами пожежогасіння сучасною пожежною технікою, що в свою чергу передувє проведення спеціального навчання пожежників із задіянням зарубіжних інструкторів і навчально-матеріальної бази на військових базах країн НАТО.

Якісне і вміле застосування пожежної техніки є результат успішного виконання бойового завдання, захист, як військовослужбовців, тих хто виконує пожежно-рятувальні завдання так і того кому надають допомогу і рятують життя, здоров'я, матеріальні цінності і національне багатство.

Військові пожежники відіграють дуже важливу роль у обороні великих, могутніх, провідних зарубіжних країн, таких, як США, Канада, Велика Британія, Німеччина, Польща та інші. Де навчання і підготовці приділена велика увага держави. Військові пожежники проходять початкову базову підготовку після чого проходять навчання в спеціалізованих військових навчальних центрах і школах підготовки. На кожному етапі підготовки і навчання створені випробування і атестація, тільки в разі позитивного складання випробувань і атестації військовослужбовець може бути рекомендованим і допущеним до самостійної роботи та направленим для подальшої військової служби на військову базу чи військову частину. Не всі кандидати які успішно пройшли навчання і випробування мають можливість в подальшому бути направленим і продовжити військову службу у військових пожежних підрозділах, спричинено конкурсом.

Військові пожежники працюють в бойових умовах з небезпечними матеріалами та унікальним середовищем у всьому світі, вони беруть участь у плануванні бойових операцій військ (сил), військових контингентах, щодо забезпечення миру і безпеки у всьому світі, залучаються в райони проведення бойових дій та антитерористичної операції [2, с.1-3].

Дотримуючись місії по забезпечення миру і безпеки військові пожежники діють не лише на військових об'єктах, а й допомагають цивільним професійним пожежно-рятувальним підрозділам та в ходять в національну систему оборони держави та країн партнерів. Вони забезпечують безпеку військових аеродромів,

кораблів, полігонів і навчальних центрів. Штатні військові пожежні підрозділи постійно перебувають на чергуванні як і цивільні пожежні підрозділи, та за необхідністю залучаються в територіальній приналежності, на ліквідацію можливих аварій, пожеж, повеней, землетрусів, дорожньо-транспортних пригод та інших надзвичайних подій. [3, с.7].

Наявна система навчання і підготовка військових пожежників Збройних Сил України, навчально-матеріальна база, програми і професійні стандарти підготовки, а також нормативно-правові акти щодо забезпечення військової пожежної охорони, навчання і підготовки потребують нового розроблення і адаптації на основі набутого досвіду АТО, ООС, бойових дій та досвіду підготовки країн партнерів НАТО.

Проаналізувавши зарубіжні і міжнародні нормативно-правові акти Військова пожежна охорона – це орган, який виконує забезпечуючу і контролюючу функцію в системі Міністерства оборони. Виконує завдання державної пожежної служби, а також інші завдання, що випливають із специфіки функціонування Збройних Сил.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Сировой В.В., Сенчихін Ю.М., Лісняк А.А., Дерев'яно І.Г. Основи тактики гасіння пожеж: навчальний посібник. - Харків, НУЦЗУ, 2015. - 213 с.
2. Офіційний сайт. Military firefighterher. [https:// www.military firefighterheritage.com](https://www.militaryfirefighterheritage.com).
3. Офіційний сайт. US Defense Department firefighters [https://wiki/U.S.Defense. Department](https://wiki/U.S.Defense.Department).

**УДК: 351.86:355.58**

### **ПРОБЛЕМАТИКА НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ ЦИВІЛЬНИМ ЗАХИСТОМ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ**

*О. ТЕСЛЕНКО, аспірант, начальник відділу моделювання пожеж та надзвичайних  
ситуацій науково-дослідного центру протипожежного захисту,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Актуальність даного дослідження обумовлена унікальними умовами Зони відчуження, де високі ризики надзвичайних ситуацій (далі - НС) створюють значні виклики для екологічної та соціальної безпеки регіону. Проблематика державного управління цивільним захистом (далі - ЦЗ) у цій зоні, особливо з точки зору ефективності контролю, відповідальності та координації між органами управління, потребує детального вивчення та розробки нових підходів. Розгляд раціонального розподілу сил і засобів щодо обслуговування об'єктів Зони відчуження та впровадження змін до нормативно-правової бази підкреслює необхідність науково обґрунтованих рішень для покращення системи державного управління на цій території. Зростаюча динаміка загроз і збільшення обсягів завдань, що стоять перед пожежно-рятувальними підрозділами, вимагають ефективного контролінгу для забезпечення безпеки усіх, хто перебуває на цій території.

Для вирішення зазначених проблем у Зоні відчуження було проаналізовано ефективність діяльності підрозділів протипожежної охорони на основі статистичних даних про пожежі за 2016-2020 роки [1]. Виявлено, що тривалість гасіння пожеж та час реакції на виклики суттєво впливають на ефективність ліквідації НС. Підкреслено значення швидкості прибуття пожежних бригад до місця події, яке має бути менше 20 хвилин для зниження рівня загрози. Критично важливим виявилось вдосконалення законодавчої та нормативно-правової бази для забезпечення ефективної роботи підрозділів ЦЗ.

Надалі для розв'язання наукового завдання проаналізовано стан законодавчої та нормативно-правової бази сфери ЦЗ, що регулює питання зниження

рівня ризиків та загроз виникнення НС у Зоні відчуження, запобігання та належного реагування на них, зокрема ситуації, пов'язані з техногенною та пожежною безпекою. За результатами проведеного аналізу виявлено недосконалість законодавчої та нормативно-правової бази, що досліджувалась.

Під час дослідження виявлено основні проблемні питання у державному управлінні ЦЗ щодо забезпечення контролінгу загроз та виникнення НС у Зоні відчуження, а саме:

- недостатня координація між різними державними структурами, що відповідають за ЦЗ, та відсутність чіткого розподілу обов'язків і повноважень між ними;

- відсутність ефективного механізму моніторингу та контролю за станом екологічної безпеки у Зоні відчуження;

- недостатня кількість кваліфікованих кадрів та недосконалі освіченість населення щодо НС та правил поведінки в таких випадках;

- відсутність відповідної фінансової підтримки та неефективність використання існуючих ресурсів та інструментів управління ЦЗ.

Таким чином, можна зробити висновки, що чинна нормативно-правова база, яка регламентує роботу пожежної охорони в Зоні відчуження, потребує удосконалення завдяки внесенню змін до законодавства, а також розробленню проєкту нового нормативно-правового акту, спрямованого на усунення існуючих недоліків і прогалин у законодавстві. З метою вирішення завдань, пов'язаних з державним управлінням цивільним захистом на території Зони відчуження пропонуємо:

- згідно [2] встановити відповідальність Державного агентства України з управління Зоною відчуження (далі - ДАЗВ) за забезпечення техногенною та пожежною безпекою на цій території завдяки внесенню змін до [3, 4];

- внести зміни до [5, 6] та скасувати [7], що забезпечить раціональний розподіл відповідальності за забезпечення техногенної та пожежної безпеки на території Зони відчуження між ДСНС та ДАЗВ;

- встановити можливість визначення кількості та місць розташування пожежних депо відомчої пожежної охорони ДАЗВ на території Зони відчуження завдяки розробленню окремої постанови Кабінету Міністрів України, де унормується критерій, за яким утворюються підрозділи відомчої пожежної охорони ДАЗВ на цій території.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Звіт науково-дослідної роботи за темою: «Дослідження впливу пожежних ризиків на комплекс заходів для уникнення або мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій на території Зони відчуження («ПБ Зони відчуження»), 2021р. / Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Київ, 2021. С.23-73.

2. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2013. С. 102.

3. Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи: Закон України від 27.02.1991 № 791а-XII. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 1991. № 16. Ст. 198.

4. Про затвердження Положення про Державне агентство України з управління зоною відчуження: Постанова КМУ від 22.10.2014 №564. *Офіційний вісник України*. 2014 № 86. 2014. С. 20.

5. Про затвердження критеріїв утворення державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин) ОРС ЦЗ в адміністративно-територіальних одиницях та переліку суб'єктів господарювання, де утворюються такі підрозділи (частини): Постанова Кабінету Міністрів України від 27 листопада 2013 року № 874. *Офіційний вісник України*. 2013. № 96. С. 113.

6. Про затвердження переліку суб'єктів господарювання в яких створюється відомча пожежна охорона: Постанова Кабінету Міністрів України. 2013. № 397. *Офіційний вісник України*. 2013. № 43. С. 18.

7. Про внесення зміни до переліку суб'єктів господарювання, в яких створюється відомча пожежна охорона: Постанова КМУ від 20.02.2019 № 111. *Офіційний вісник України*. 2019. С. 51.

## **ДЕЯКІ АСПЕКТИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ**

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. істор. наук,  
Микола ГРИГОР'ЯН, канд. техн. наук, доцент,  
Владислав СИЛКА, курсант факультету цивільного захисту  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Станом на 01.04.2024 р. з початку повномасштабного військового вторгнення Російської Федерації на території України знешкоджено 462 тисячі 609 одиниць вибухонебезпечних предметів та 2 тисячі 892 кілограм вибухової речовини, у тому числі 3 тисячі 143 одиниць авіаційних бомб. За оцінками Державної служби України з надзвичайних ситуацій, близько 30% території лишаються замінованими. Для того, щоб повністю очистити нашу країну від загроз, знадобляться десятки років.

За підсумками 2023 року піротехнічними підрозділами ДСНС, ДССТ та неурядових операторів було обстежено 275 тис. га земель сільгосппризначення. Понад 200 тис. га – повернуто в господарську експлуатацію.

Щоб досягнути масштаб проблеми, достатньо згадати, що навіть за 80 років в Україні знаходять снаряди часів Другої світової війни. Скільки ВНП залишиться на нашій землі після перемоги над російськими окупантами – поки навіть уявити складно.

Одним із завдань оперативного реагування на повідомлення про виявлення ВНП є здійснення у максимально стислі терміни заходів щодо ідентифікації виявленого підозрілого предмета та у разі підтвердження його належності до ВНП формування відповідної заявки до піротехнічного підрозділу на вилучення, транспортування і знешкодження (знищення) [1].

З метою проведення ідентифікації виявленого вибухонебезпечного (підозрілого) предмета керівник районного (міського) відділу (управління, сектору) або пожежно-рятувального підрозділу ставить відповідне завдання фахівцям, до обов'язків яких належить здійснення ідентифікації ВНП.

Термін проведення ідентифікації виявленого вибухонебезпечного (підозрілого) предмета не повинен перевищувати 2 (дві) години з моменту отримання Повідомлення у робочий час або з моменту його доведення до керівника районного (міського) відділу (управління, сектору) або пожежно-рятувального підрозділу при отриманні Повідомлення у нічний час [1].

Ідентифікація вибухонебезпечного (підозрілого) предмета здійснюється шляхом його візуального огляду, під час якого категорично забороняється:

- торкатися, піднімати, переміщувати виявлений предмет та здійснювати на нього будь-які механічні, термічні та інші впливи;
- проводити земляні та інші види робіт, що можуть спричинити коливання ґрунту або його зміщення.

Під час проведення ідентифікації пропонуємо заповнити спеціальну форму (таблиця 1) та поставити відповідні позначки поруч з ознаками, які відповідають об'єкту дослідження, що дозволить підтвердити або спростувати інформацію, що виявлений предмет належить до ВНП.

Класифікаційні ознаки, які викладені в таблиці, не остаточні і можуть бути доповнені користувачем з власного досвіду.

XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»

Таблиця 1. Класифікаційні ознаки ВВП

Type/Вид	Role/Призначення	Hazards/Загрози	Fuse/Підричник	Colour/Колір	Hazard band/Маркувальна полоса	General condition/Загальний стан	Calibre/Калібр
Small arms ammunition/Боєприпаси для стрілецької зброї	High explosive/фугасний	Blast/вибух	Unfused/без підричника	Grey/сірий	None/відсутня	Unexploded ordnance/нерозірваний	< 20 mm/мм
Hand grenade/ручна граната	Fragmentation/осколковий	Frag/уламки	Pyrrotechnical/піротехнічний	Khaki/хакі	Black/чорна	Abandoned explosive ordnance/залишений	20-50 mm/мм
Rifle grenade/Гвинтівкова граната	Armour-piercing/бронебійний	Shaped charge/кумулятивний заряд	Mechanical/механічний	Yellow/жовтий	White/біла	Buried/закопаний	50-90 mm/мм
Projected grenade/граната з металевим зарядом	Tracer/трасуючий	Burning/горіння	Electric/електричний	Black/чорний	Blue/блакитна	Half-buried/напівзакопаний	90-120 mm/мм
Projectile/снаряд	Smoke/димовий	WP/білий фосфор	Electronic/електронний	Orange/помаранч	Red/червона	On the surface/на поверхні	120-150 mm/мм
Rocket/reactive снаряд	Illumination/освітлювальний	Ejection/виштовпування	Point-detonating/контактний	Green/зелений	Yellow/жовта	Old/старий	150-300 mm/мм
Missile/ракета	Incendiary/запалювальний	Chemical/хімічний	Base-detonating/донний		Rose/рожева	New/новий	> 300 mm/мм
Submunition/суббоєприпаси	Chemical/Хімічний	EMR/електромагнітне випромінювання	Point-initiating, base-detonating/головодонний		Green (single)/зелена одинарна	Damaged/пошкоджений	
Landmine/наземні міни	Cluster/касетний	Static/статик	Time/часовий		Green (double)/зелена подвійна		
Booby-trap/міна-пастка		Piezo-electric/П'єзоелектричний	Delay/затримка				
Improved explosive device/саморобний вибуховий пристрій		Variable Time/передстановлений час підриву	Proximity/неконтактний				
Fuse/підричник		Clock Work/Годинниковий механізм	Self-destruction/з самоліквідатором				
Propellant charge/металевий заряд		Magnetic/магнітний					
Rocket engine/ракетний двигун		Sesmic/Акустичний					
Unknown/невідомо		Booby trap/Пастка					

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Наказ ДСНС від 08.08.2018 р. №461 Про затвердження Стандартної оперативної процедури 09.10-12(1)/ДСНС «Порядок проведення органами та підрозділами цивільного

*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

захисту очищення (розмінування) територій, забруднених вибухонебезпечними предметами. Оперативне реагування».

2. Наказ МВС від 21.12.2022 р. №833/443 Про затвердження «Порядку здійснення першочергових заходів щодо знешкодження (знищення) вибухонебезпечних предметів на території України та організації взаємодії під час їх виконання».

3. Explosive Ordnance Reconnaissance. Level 1. <https://www.cpadd.org/news/end-of-the-fourth-edition-of-the-explosive-ordnance-reconnaissance-eor-course/>.

## **АЛГОРИТМ РЕАГУВАННЯ НА ХІМІЧНІ ІНЦИДЕНТИ**

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. іст. наук,  
Віталій КОМΠΑН, курсант факультету оперативно-рятувальних сил,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На території України станом на кінець 2023 року розміщено 491 хімічно небезпечний об'єкт (далі – ХНО), діяльність яких пов'язана з виробництвом, використанням, зберіганням і транспортуванням сильнодіючих отруйних речовин, а в зони можливого хімічного забруднення може потрапити понад 4,7 млн осіб. Кількість хімічно небезпечних об'єктів в Україні, поділених за ступенем хімічної небезпеки: I ступеню небезпеки 8%; II – 22%; III – 13 %; IV – 57%.

Небезпека функціонування цих об'єктів господарювання пов'язана з імовірністю аварійних викидів (виливів) великої кількості сильнодіючих отруйних речовин за межі об'єктів, оскільки на багатьох із них зберігається 3 – 15 добовий запас хімічних речовин.

Найбільш ймовірною причиною виникнення надзвичайних ситуацій, під час яких відбувається виток небезпечних речовин, є техногенні аварії. Саме велика ймовірність виникнення техногенних аварій та їх можливі наслідки зумовлюють найбільшу небезпеку промислових хімічних інцидентів. Безпека функціонування хімічно небезпечних об'єктів залежить від багатьох чинників: фізико-хімічних властивостей сировини, напівпродуктів і продуктів, від характеру технологічного процесу і надійності обладнання, умов зберігання і транспортування хімічних речовин, стану контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації, ефективності засобів протиаварійного захисту тощо. Крім того, безпека виробництва, використання, зберігання і перевезення небезпечних хімічних речовин значною мірою залежить від рівня організації профілактичної роботи, своєчасності і якості планових профілактичних робіт, підготовленості і практичних навичок персоналу, системи нагляду за станом технічних засобів протиаварійного захисту

Величезне значення має сама інформація про виникнення або ймовірність виникнення хімічного інциденту. Інформація може надходити і передаватися через декілька каналів, у тому числі через спецслужби, громадськість, штаби екстрених служб, в рамках попередньої інформації щодо факторів ризику, що фігурує в оперативних планах, під час маркування небезпечних речовин і транспортних засобів, що їх перевозять, а також на основі виявлення екстреними службами ознак і симптомів зараження (людей, тварин, рослин і місцевості). Для зниження наслідків інциденту місце події необхідно ізолювати. Ефективна організація робіт на місці події (в «гарячій зоні») припускає контроль доступу в зону і з зони людей і транспорту, заражених постраждалих осіб, що піддалися зараженню, забезпечення безпечних умов для роботи екстрених служб, запобігання потраплянню шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Для ліквідації наслідків хімічного інциденту необхідно встановити зв'язок та співпрацю з іншими службами.

Сценарій реагування на НС хімічного характеру (хімічних інцидентів) та ліквідація їх наслідків буде зводитись до наступних дій:

1. Оцінка обсягу і характеру хімічного інциденту (вид речовини, її кількість, місце витоку та потенційні наслідки для здоров'я та довкілля; визначення напрямку вітру, зони небезпеки).

2. Виконання заходів захисту населення (евакуація, медико-санітарна допомога, забезпечення засобами індивідуального захисту; запобігання проникнення токсичних речовин (ізоляція простору) та їх розповсюдження).

3. Заходи реагування (гасіння пожежі; припинення витоку речовини; локалізація розповсюдження).

4. Систематичний контроль рівня токсичних речовин (у повітрі, воді, ґрунті).

5. Аналіз причин та наслідків, щоб уникнути подібних ситуацій у майбутньому (оцінка ризику).

В умовах воєнного стану спектр загроз може суттєво змінюватись, тому має сенс використовувати концепцію спеціального планування у разі надзвичайних ситуацій для конкретних умов.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

4. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI (Офіційний вісник України від 30.11.2012 – 2012 р., № 89, стор.9).

5. Наказ МВС України від 29.11.2019 № 1000 «Про затвердження Методики прогнозування наслідків вилу (викиду) небезпечних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті».

6. Закон України «Про забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією» від 01 грудня 2022 року № 2804-IX.

7. Максим Довгановський. Хімічна безпека. Довідник рятувальника. ОБСЄ. Київ. 2018. С. 135: веб-сайт. URL: <https://www.osce.org/uk/project-coordinator-in-ukraine/375937>.

### **АЛГОРИТМ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ У РАЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ХІМІЧНОЇ ЗБРОЇ З БОКУ АГРЕСОРА**

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. іст. наук, Михайло КРОПИВА, канд. техн. наук,  
Антон СЕДЛАК, курсант факультету цивільного захисту,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

З початку повномасштабного вторгнення в Україну і до кінця 2023 року окупанти здійснили проти Сил оборони 465 хімічних атак, з них 91 – лише за грудень 2023 року. За останній час кількість таких атак значно збільшилася. Так, на сьогодні вже зафіксовано 1068 випадків застосування російськими окупантами хімічних боєприпасів, з яких 250 – за лютий 2024 року.

Застосування хімічної зброї заборонене Конвенцією про заборону розробки, виробництва, накопичення, застосування хімічної зброї та її знищення від 13 січня 1993 року [1]. До Конвенції у різні роки приєдналися 193 держави-члени ООН із 196, у тому числі і Росія. Незважаючи на заяви про повне знищення хімічної зброї, у РФ проводяться дослідження з розроблення бойових токсичних отруйних речовин, залишились потужності та технології з їх виробництва.

Відповідно до цієї Конвенції, хімічна зброя – це токсичні хімікати та їхні прекуртори, боєприпаси та пристрої, спеціально призначені для заподіяння смерті або іншої шкоди завдяки токсичним властивостям цих токсичних хімікатів, а також

будь-яке обладнання, спеціально призначене для використання безпосередньо внаслідок застосування цих боєприпасів і пристроїв.

Використовувати як засіб ведення війни не можна також хімічні засоби боротьби з заворушеннями (наприклад, сльозогінний газ).

Найчастіше ворог використовує безпілотники для скидання на українські позиції гранат К-51, РГР, РГ-В, наповнених газом CS (2-хлорбензальмалонітрил) подразнювальної дії.

Алгоритм реагування на НС у разі застосування або загрози застосування хімічної зброї з боку агресора можна зводиться до наступних дій та заходів:

1. Оцінка обстановки (розвідка):

- надходження інформації про загрозу або виникнення НС тощо (до чергової зміни підрозділів ДСНС, оперативно-чергових служб органів влади, підприємств, установ, організацій, населення);

- надходження додаткової (уточненої) інформації (про додаткову (уточнену) інформацію щодо НС оперативний черговий (черговий диспетчер, радіотелефоніст) повинен негайно передати наявними каналами зв'язку відповідальній особі, яка очолює підрозділ, залучений до проведення АРІНР, у тому числі й під час пересування до місця виникнення НС).

2. Зонування місця аварії (події), визначення початкової зони небезпеки та напрям вітру:

- гаряча зона небезпеки (основні заходи, які здійснюються у «гарячій» зоні – розвідка, евакуація людей з небезпечної зони, гасіння пожежі (у разі її виникнення), рятування людей, локалізація розповсюдження забруднення, збір даних про подію);

- тепла зона небезпеки (основні заходи, які здійснюються у «теплій» зоні – безпосереднє керівництво роботами з ліквідації, влаштування пункту первинної деконтамінації, деконтамінаційне сортування постраждалих, проведення інших допоміжних заходів);

- холодна безпечна зона (основні заходи, які здійснюються у холодній зоні – медичне обстеження та сортування травмованих, невідкладна медична допомога та транспортування потерпілих, облаштування пункту збору евакуйованих, влаштування пункту відпочинку та надання психологічної допомоги, вивчення/аналіз зібраних даних про подію, організація оперативного штабу та поста спостереження, розміщення резервних сил та засобів).

3. Евакуація потерпілих (евакуація людей із зони безпосереднього впливу небезпечної речовини та зони небезпечного впливу вторинних загроз. У разі неможливості евакуації людей потрібно організувати укриття на місці).

4. Ліквідація наслідків аварії (деконтамінація потерпілих та особового складу, гасіння пожежі, припинення витоку речовини, локалізація розповсюдження).

Враховуючи впевненість РФ у відсутності покарання за порушення правил ведення війни, можна зробити висновок, що інтенсивність застосування засобів ураження з вмістом НХР проти Сил оборони України буде збільшуватись.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Конвенція про заборону розробки, виробництва, накопичення, застосування хімічної зброї та її знищення від 13 січня 1993 року, ратифікована Законом України від 16.10.1998 № 189-XIV.

2. Наказ МВС України від 29.11.2019 № 1000 «Про затвердження Методики прогнозування наслідків вилу (викиду) небезпечних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті».

3. Максим Довгановський. Хімічна безпека. Довідник рятувальника. ОБСЄ. Київ. 2018. С. 135: веб-сайт. URL: <https://www.osce.org/uk/project-coordinator-in-ukraine/375937>.



## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КІНОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ПОШУКУ ПОТЕРПІЛИХ У ЗАВАЛАХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. іст. наук,  
Марина СЕРДЮК, студент заочної форми навчання,  
Віталій КОМΠΑН, курсант факультету оперативно-рятувальних сил,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Тема пошуку потерпілих в завалах будівель та споруд завжди стояла гостро, а з початком повномасштабного вторгнення РФ на територію України – це стало одним з ключових аспектів діяльності ДСНС України. В умовах постійних обстрілів є необхідність швидко обстежувати завали, виявляти, деблокувати та евакуювати потерпілих.

Для пошуку потерпілих в завалах будівель та споруд використовують такі методи: візуальний, кінологічний, акустичний, тепловий та інші [1].

З практики воєнних років бачимо тенденцію до збільшення кількості залучень кінологічних підрозділів саме до пошуку потерпілих в завалах будівель та споруд. Спеціально навчені службові собаки здатні швидко обстежувати завали та виявляти потерпілих не лише на поверхні, а й глибоко під завалами.

В Україні наразі функціонує 14 кінологічних підрозділів – в центрах швидкого реагування і в деяких гарнізонах. Для прибуття кінологічних підрозділів треба більше часу, так як вони можуть бути досить віддалені від місця НС (можуть залучатися кінологічні підрозділи з центрів швидкого реагування, якщо в даному гарнізоні такий підрозділ відсутній) і це є негативними фактором в їхній роботі, так як час на завалі вирішує все.

Для підвищення ефективності роботи безпосередньо кінологічних підрозділів було б доцільно в кожному гарнізоні сформувати хоча б по одному кінологічному підрозділу. Яким чином це впливатиме на ефективність? Після багатогодинних переїздів собакам треба дати час на відпочинок перед роботою і чим довшим був переїзд, тим більше часу треба на відпочинок. Тому наявність більшої кількості кінологічних підрозділів значно скоротить час їх прибуття і тим самим позитивно вплине на стан самих службових собак і, як наслідок, ефективність їх роботи.

Також для підвищення ефективності роботи безпосередньо службового собаки варто приділити більше уваги його підготовці, а саме урізноманітнити місця проведення тренувань. Варто запровадити такі правила підготовки – постійна зміна місця тренування (заняття на різних об'єктах); навчання собак до пошуку потерпілих, які знаходять на глибині.

Наразі пошук потерпілих з використанням службових собак полягає в швидкому поверхневому обстеженні завалу. Через свою специфіку даний метод не має великої довіри і зазвичай пошуки проводять лише візуальним методом. Проте якщо навчити службового собаку самостійно ретельно обстежувати завал, працюючи не на швидкість, а на якість, то це підвищило б ефективність роботи службових собак. Звертаючись до алгоритму пошуку потерпілих в завалах будівель та споруд [2] бачимо такий порядок:

1. попереднє обстеження;
2. основне обстеження;
3. детальне обстеження;
4. повторне обстеження.

Тому, якщо впровадити новий метод підготовки службових собак за напрямком «пошук в завалі», а саме зробити акцент на ретельному типу пошуку, то можна зменшити час, використаний для пошуку. Як це відбудеться? Із вищевказаного порядку пошуку залишаємо попереднє обстеження, тому що це

потрібно для знайомства собаки з місцевістю і новими запахами і саме тут буде паралельно відбуватися поверхневий пошук. Коли собака ознайомився із завалом можна переходити одразу до ретельного пошуку – детальне обстеження. Після того як увесь завал було обстежено і з позначених місць деблоковано та вилучено потерпілих можна провести повторне обстеження для закріплення результату. Таким чином з 4 пунктів порядку пошуку залишилось 3. Основне обстеження проводиться також поверхневим способом, тому доцільно буде вважати його непотрібним і не включати в новий порядок.

Висновок: для підвищення ефективності кінологічного методу слід постійно змінювати місця тренувань і змінити власне принципи підготовки службових собак за напрямком «пошук в завалі», а саме зорієнтуватися на якості проведення пошуку, а не на швидкості.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Організація аварійно-рятувальних робіт: Підручник. За загальною редакцією В.П. Садкового / Аветисян В.Г., Сенчихін Ю.М., Кулаков С.В., Куліш Ю.О., Тригуб В.В.. Харків 2009 р. Глава 6, розділ 4.2 Методи розшуку потерпілих (<http://academy.apbu.edu.ua/e-books/oar/publish/9787.html>)

2. Наказ ДСНС України від 17.09.2014 р. № 527 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо застосування кінологічних підрозділів ДСНС України під час проведення пошуково-рятувальних робіт» / Розділ II / п.2.5.

**УДК 614.84**

### **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТРУБ ЗІ ШТУЧНИХ ПОЛІМЕРІВ СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ НА ТЕРИТОРІЇ АЕС**

*Юрій ФЕЩУК, канд. техн. наук, ст. дослідник,  
Ярослав БАЛЛО, канд. техн. наук, ст. дослідник;  
Світлана ГОЛІКОВА, Андрій ЦИГАНКОВ,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

За даними підрозділів територіальних органів ДСНС щороку на трансформаторних підстанціях, електророзподільних пунктах зареєстровано 190 пожеж.

Вимоги щодо матеріалу труб зовнішніх та внутрішніх мереж протипожежного водопроводу на електростанціях і підстанціях I групи, що визначені в [1] відмінені в Україні. Разом з цим, в [2] визначено, що зовнішні й внутрішні мережі протипожежного водопроводу, а також мережі установок водяного пожежогасіння й охолодження повинні виконуватися зі сталевих труб.

Враховуючи, застарілість відомчих будівельних норм, науково-технічний прогрес в частині матеріалу трубопроводів, що застосовується для їх виготовлення, інформації з науково-технічних джерел створено передумови для розгляду можливості використання сучасних матеріалів з яких виготовляються трубопроводи для улаштування зовнішнього протипожежного водопостачання.

Проведення даного дослідження є досить актуальним, адже дозволить вирішити проблему ржавіння сталевих трубопроводів системи зовнішнього протипожежного водопостачання, що призводить до їх руйнування та неможливості виконання функції за призначенням, замінивши їх на трубопроводи з штучних полімерів. При цьому має бути збережено експлуатаційну придатність таких трубопроводів, не знижуючи протипожежний рівень об'єкта в цілому.

Мета дослідження – визначення можливості використання за призначенням трубопроводів зі штучних полімерів в системі зовнішнього протипожежного водопостачання на території АЕС.

Головним критерієм визначення можливості використання трубопроводів зі штучних полімерів в системі зовнішнього протипожежного водопостачання на території АЕС по суті є їх підтримання експлуатаційної придатності з метою виконання функції за призначенням. А отже, необхідно дослідити чи прогрівається такий трубопровід до критичної температури у разі виникнення пожежі на поверхні землі.

З цією метою необхідно визначити місце на території АЕС з найбільшою пожежною навантагою. Такими місцями визначено: залізничну естакаду прийому мазуту (1-й сценарій) та територію зберігання нафтопродуктів (2-й сценарій).

Проведено комп'ютерне моделювання [3] з метою дослідження температури прогріву поверхні трубопроводу (рисунок 1).

З врахуванням коефіцієнту безпеки 1,2 прийнято, що прийняте критичне значення температури на поверхні трубопроводу під час проведення розрахунків не повинно перевищувати 76 °С.

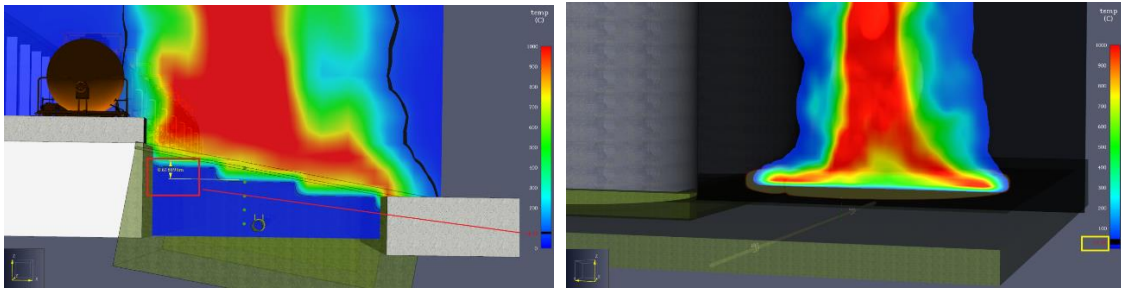


Рис. 1 – Візуалізація максимальної глибини прогріву ґрунту до критичного значення: зліва - залізнична естакада, справа – нафтоцистерни

За результатом моделювання по 1 сценарію встановлено, що на глибині ґрунту - 1,5 м (на такій глибині по факту проходить протипожежний трубопровід), максимальна температура його прогріву становить до 20,47 °С.

За результатом моделювання по 2 сценарію встановлено, що на глибині ґрунту - 1,5 м (на такій глибині по факту проходить протипожежний трубопровід), максимальна температура його прогріву становить до 23 °С.

Отже, отримані температурні розподіли дозволяють зробити висновок, що підвищення температурних умов (впливу) внаслідок пожежі малоімовірно може вплинути на експлуатаційну придатність зовнішнього протипожежного водопроводу АЕС, який знаходиться під поверхнею землі, виконаного з штучних полімерних труб.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. НАПБ В.05.025-2005/111 «Протипожежне водопостачання та визначення витрат води на пожежогасіння енергетичних підприємств. Інструкція з проектування, будівництва та експлуатації».
2. ВБН В.1.1-034-03.307-2003 «Протипожежні норми проектування атомних електростанцій з водо-водяними енергетичними реакторами».
3. Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide / K. McGrattan [et al.] // NIST Special Publication 1019-5. 2009. - 176.

UDK 614.84

## THE USE OF TECH IN THE TURKEY EARTHQUAKE RESCUE OPERATIONS

*Rezzak ELAZAT, Joint platform "Search, rescue, medical and humanitarian assistance"*



The 7.8 magnitude earthquake which hit Turkey and north-western Syria on February 6 left over 46,000 dead (a number that is expected to rise) and millions homeless in what is the deadliest catastrophe in the modern history of Turkey. A second earthquake with a magnitude of 7.5 struck the region just nine hours later, heightening the damage. The affected area is extremely wide, and in Turkey alone, the total area of the affected provinces is 99,362 square kilometers. To put this number into perspective, Ireland and Portugal have surface areas of 84,421 and 92,212 square kilometers, respectively.

Countries from around the globe rushed to send humanitarian aid and rescue teams to the affected regions. More than 80 countries contributed to the rescue operation, with more than 7,000 personnel working to provide aid, undertake search and rescue work, and establish field hospitals.

The role of technology in responding to natural disasters

Drones are of significant importance during rescue operations following natural disasters as they allow officials to get an idea of the scale of the destruction with a birds-eye view of the area. Drone-mapping software then helps create 2D and 3D maps of the images captured by drones. They also support teams in search and rescue zones by identifying the safe and dangerous zones and determining the structural conditions of buildings. Spain and China, among others, provided Turkey with drone technology support. Light drones supplied by China were used during rescue operations at night as they have the ability to light up an area of 8,000 square meters.

Satellite mapping technology also provides significant benefits to rescue operations. Both the United Nations and the European Union activated their emergency satellite mapping service following the earthquake.

Alongside these, thermal image camera systems and carbon dioxide detectors have been of crucial importance to detect and locate any survivors under the rubble. This is done by analyzing areas of body heat and detecting life by looking at whether there is a higher concentration of CO<sub>2</sub> in a particular area. NASA's FINDER (Finding Individuals for Disaster Emergency Response) tool can detect heartbeats under 30 feet of rubble by using microwave radar sensors. The technology was sent by NASA to Turkey to aid rescue operations.

The use of social media in finding earthquake survivors.

The aftermath of the earthquakes saw thousands of people flood to social media, in particular, Twitter, to reach out for help or search for missing family and friends. Many that were trapped under the rubble of their own homes posted their addresses or those of their loved ones in hopes that a rescue team would reach them in time.

#### **UDK 614.84**

### **LESSONS LEARNED FROM THE WORLD'S FIRST KNOWN CASE OF USING A CUTTING EXTINGUISHER ON AN EV-FIRE**

*Georg HEYNE, Chairman of the Fire Council of the City of Hamburg*

The call came in late one snowy winter evening in January 2023: Garage fire, partially involved.

Vestfold Interkommunale Brannvesen is a career fire service association just south of Oslo. It has an agreement to support voluntary part time on-call brigades near their jurisdiction, and was called out as back up with a five man team, one truck and a tanker.

Including driving time, the voluntary brigade and Håvard's team arrived at the same time, about 20 minutes from when the call came in.

The officers from both brigades decide that the Vestfold team would start on the back side of the building plus one of the short end walls, and the voluntary team would attack the front of the garage with the doors, plus the other short end wall.

The garage was a freestanding wooden structure with 7 stalls in a row, and was estimated to have been built sometime in the mid 90s.

The building was about 45 % involved when extinguishing efforts were initiated. The three middle stalls were entirely involved, with flames through the roof on the middle stall.

According to their normal routine operational procedures, Håvard's team started cooling the fire gases in the stalls adjacent to those which were already involved. They shot water mist, mixed with the additive X-fog, through the walls using the Cobra, in the hopes of stopping further fire spread and keeping the uninvolved parking stalls intact.

After about ten minutes of active fire gas cooling, the Vestfold team were called to assist at the front of the building. The garage ports had by then been removed, and access was now considerably better from that angle.

The commanding officer then discovers a small burning electric vehicle at the seat of the fire. It was very clear that the fire had started in the vehicle, because flames had burned through the roof just above the EV.

It was also clear that the Lithium-Ion battery pack was at this point fully involved and had been burning for a while.

(Investigations have later showed that the fire in the EV had started as a conventional fire in the engine room due to an electrical problem. The fire did spread to the battery pack but had not started there).

The commanding officer then asked Håvard if he would consider using the Cobra to extinguish the battery pack. This was several weeks before MSB published the results from their fire tests on lithium batteries, and no-one at the Vestfold brigade had heard of this method before.

"My spontaneous answer was; since this had never been done before, we had no procedure or guidance on how to do it. Therefore, it would have to be on the basis on trial and error", Håvard says in an interview with CTIF News on May 25th.

After a quick but thorough risk analysis, Håvard decided he felt safe doing the operation based on the following criteria:

- The roof had burnt off, which meant he was clear of confinement in case of a battery explosion, or other unexpected fast propagation in the battery
- The doors had been removed which allowed for a quick retreat
- Everything inside the vehicle had already burnt off, exposing the battery pack
- The lance of his cutting extinguisher is made from plastic, which insulates from electricity
- His feet and the area where he was working were dry

“I have to admit my pulse was very high when I started preparing to penetrate the battery pack. But it helped that I could see the pack clearly, and didn’t have to go very near the battery. I could also stand with the lance resting on the trunk of the car, which meant I could step back quickly if needed”, says Håvard.

The rear window was already broken, and despite considerable amounts of smoke, Håvard could see three holes, about 8-10 cm (2 - 3 inches), in an adjacent casing angled up 90 degrees from the actual battery pack.

The three holes were situated about where the rear seat back cushions would have been.

Out of the middle hole, jet flames were pulsating, and a hissing sound was heard.

“It sounded like short spurts of a similar high pitch type of sound as a jet engine. ‘Pysch... Pysch’... I have been to many vehicle fires but I have never experienced anything of the this intensity like these jet flames before”, says Håvard.

Every time the hissing sound was heard, a very intense jet flames came gushing out from the middle hole.

Afterwards, Håvard has learned that the three holes are vent holes for the battery pack, and these types of holes are common on EV batteries. At the time however, there was limited visibility and he could only guess that the flames came from the seat of the fire propagation inside the battery.

“I have learned, also after the fact, that it is normal to hear a ‘popping’ sound when these vent holes open in order to relieve pressure the battery once they reach a certain temperature”, says Håvard.

The fact he didn’t hear the popping sound this time tells him the fire had been burning for a considerable time in the battery pack.

“Other than that, it was difficult to know at what stage the battery fire was. Doing the math: it took us 20 minutes to arrive, and then another 30 minutes before I penetrated the battery. It could have easily burned for half an hour, maybe even up to 40-60 minutes before I started cooling it”, Håvard says.

Part of the operational procedure at Vestfold is to always use an IR camera to locate hotspots, in order to know where to apply the gas cooling most effectively.

With the help of the TIC he had located a hot spot just below the vent hole, and decided to not attempt to penetrate the battery case at first, and instead shoot water mist through the vent hole and in towards the cells that way.

“I noticed quite high temperatures inside the batteries, at least 740 degrees C ( 1365 degrees F) under the middle vent hole “, Håvard says.

Without knowing off by hand the normal burning temperature of lithium-ion batteries, he spontaneously felt these were very unusually high temperatures for a car fire.

Placing the lance in his right hand, and the TIC in his left, he started flooding the battery case with water. He shot full blast, leaning the lance on the trunk of the car, through the broken window and shot straight in, using no abrasive additive.

(In hindsight, Håvard has learned that X-fog should not be used in this type of operation, since the additive contains certain salts which can cause further short cuts the battery and worsen the propagation of the fire.)

Half the temperature in the battery after 5-6 minutes of cooling

After 5-6 minutes of full blast through the vent hole, Håvard could observe with the TIC that temperatures inside the battery pack were dropping considerably. By the time the

temperature had reached 400 C (750 F) he decided to change his tactical approach and wanted to try penetrating the actual battery casing.

He then moved lower and rested the lance on the number of the car. He left about 10 - 15 cm ( 4 - 6 inches) between the nozzle and the body of the car, for safety.

He used water with abrasive agent and shot through the battery casing where the red X is marked on the drawing.

In hindsight, it turned out he had hit the battery pack so perfectly the technicians had assumed Håvard had intimate knowledge of the battery design.

“In reality, it was a shot in the dark, it was sheer luck that I aimed so well. I had no idea, especially with all that smoke. And my pulse was probably about about 200 BPM when I started penetrating the battery casing”, he says.

At that point, there was a drastic drop in temperature to about 200 C (400 F), and he figured the operation was going quite well at that point.

He then moved to the right rear wheel house, with the idea of creating a limit line inside the battery by attempting to stop propagation inside the potentially unaffected parts of the battery.

“However, I don’t know if I achieved a good aim from that angle. It was even more a shot in the dark”, he says.

After analyzing the incident in his head after the fact, Håvard feels that he over complicated the operation, and also pulled back too early.

More holes - more oxygen

Making an extra hole in the battery from the side only meant the introduction of more oxygen to the cells, which meant more of the lithium-ion could continue burning even after cooling.

Lithium-ion produces its own oxygen during a fire, but it needs a certain amount of innate heat to do so. In order to be fully involved, it also needs oxygen from the air, so Håvard now feels the less holes you make, the better.

“So a better tactic, after initializing cooling through the vent hole, would have been to continue through the trunk for longer, just filling the battery from that one angle. It would have been safer, and more effective. By the wheel house, I was working in an awkward position, with less options for a quick retreat”, Håvard says.

2-3 hours after extinguishing efforts were ended, some smoke and steam was observed coming gushing out from the the middle vent hole (where the jet flames had been), which told the team that some remaining lithium inside the battery pack had reignited, or at least were smouldering to some degree.

“My main mistake that I can see afterwards, is that I stopped cooling while the temperature was still too high. I shouldn’t have settled for 200 C (400 F). Rather I should have continued until I had reached about 100-150 C, or even down to 50 C (120 F). If I had done that, I would have removed enough energy from the battery pack that it couldn’t possibly have reignited”, he says.

20 minutes would have been an appropriate cooling time

In total, Håvard used about 15 minutes to cool the battery, 7 minutes through the vent hole, and then about 7-8 minutes through the trunk. (In hindsight, about 20 minutes of cooling would perhaps have been the ideal time. )

He estimates he used about 750 liters (200 US gallons) of water, and he figures with time and practice, an EV battery in an earlier stage of propagation could possibly be extinguished with as little as 250 liters of water. (65 gallons)

“If I compared to the “container tactic” which is an established method in many parts of Norway where a burning EV inside a submerged in water inside a shipping container, this method produces much less contaminated water”, Håvard reflects.

A 20 foot transport container uses 15 - 20,000 litres (4-5,000 gallons) of water which would need to be contaminated before it is discarded. It also requires a crane, and a heavy vehicle to transport the container, with the combined weight of the vehicle and the water.

“We respect the some brigades have chosen that method, but we feel that it is too resource heavy. Also, who pays for the decontamination of the container water? The same goes for filling the container with sand. That’s even more weight, and a lot of decontamination”, Håvard says.

After this incident, Vestfold fire & service have done tests with fire blankets for EV-fires, but found that they also fall short on the decontamination issue.

“We find lithium fire blankets are better used as calling blankets on adjacent vehicles, to stop radiant heat and propagation to spread to uninvolved vehicles”, Håvard says.

Vestfold fire & rescue association has had cutting extinguishers in their stations for over a decade, but it’s only in the last few years that the use of them has really taken hold and become part of the standard operational procedures.

“Now it is so established that you never had to motivate who you used, but rather why you didn’t use it”, Håvard says.

He emphasized the tool cannot actually put out a fire - just like the water mist function on a variable nozzle is not used to attack the seat of a fire in a building, a cutting extinguisher is primarily used to cool fire gases (often to prepare for PPV) and thereby create a safer environment before an interior “smoke diving” attack is made.

Chose the correct tool for the situation: Knowledge in fire behaviour is key

“A fire truck is a tool box on wheels, and for us, it is one of many invaluable tools. We don’t say you should always use it; if the room is fully involved, there is no point to use small water droplets, they’ll just evaporate. But we always say ‘use your heard, then chose the correct tool”.

The added value of being able to use a cutting extinguisher also on EV fires has brought an ear perk - however, EV fires don’t happen often and shouldn’t necessarily be the only reason for a brigade to invest in this type of tool.

“There are several brands of cutting extinguishers established here in Norway, and we encourage the use of them all. But It should be a part of an overall tactic for structure fires, with a thorough understanding of how to use it, with training also in the use of the IR camera, Without strong fire behaviour skills, it wont benefit you much”, Håvard says.

Main learning points:

- Never touch the body of the car, either with your hands, feet or with the lance
- Make sure you have a good retreat route
- Open the doors of the vehicle and use an IR camera to located the hotspot in the floor
- Do not use X-fog om batteries
- Leave 10-15 cm (4-6 inches) between the car body and the nozzle for “insulation” against shocks
- Operate in reasonably dry conditions. Don’t attack the battery if you are standing in pools of water
- When you see good effect and the temperature dropping, continue in the same position until the IR camera shows 150 C (300 F) or less
- Limit the amount of entry holes. More holes means more oxygen to the battery cells
- You don’t need to worry about attacking the hottest part of the battery: all the lithium is likely burned out by the time you reach it. Focus on cooling the parts of the battery which are not yet involved.
- You don’t normally need to take any precautions about “shooting through” the battery case
- One entry hole is usually enough. Once the case is penetrated, the water will break up and reach the cells inside without enough power to go out the other side.



## ENSURING SAFETY AND EFFICIENCY: AN ANALYSIS OF IMPLEMENTING SHELTERS IN SCHOOLS

Ritoldas ŠUKYS, PhD in Technological Sci. Vilnius Gediminas Technical University,  
(Vilnius TECH, Lithuania),

Aušra STANKIUVIENĖ, PhD in Technological Sci. (Vilnius TECH, Lithuania),

Stas SERHIY, Phd., Prof.,

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

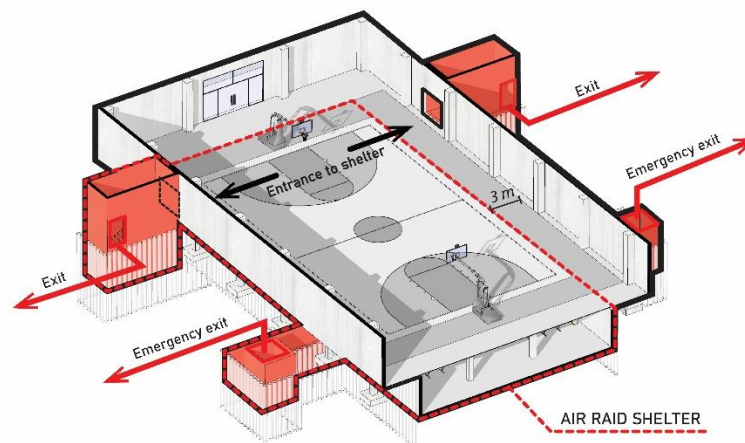
Marius MATULIŪKŠTIS, Master's degree in Safety Eng. (Vilnius TECH, Lithuania)

In recent years, ensuring the safety of pupils, teachers and employees in educational institutions has become an important priority. The implementation of shelters in schools is a proactive measure to mitigate the risks associated with various emergencies, including natural disasters and security threats.

Ensuring the safety of individuals within school premises is paramount, especially considering the heightened risks to life and well-being. With schools often experiencing high levels of occupancy and classrooms typically providing only 1.5 m<sup>2</sup> per person, the implementation of effective security measures becomes imperative.

A recent analysis revealed that there is a lack of shelters in schools throughout Lithuania. In 2024, a new Construction Technical Regulation STR 2.07.02:2024 "Slėptuvės, kolektyvinės apsaugos statinio ir priedangos projektavimo ir įrengimo reikalavimai" (Requirements for the design and installation of hideouts, collective buildings and shelters) was prepared. This regulation establishes specific requirements governing the design and installation of shelters in buildings.

The accompanying images present architectural solutions that take into account not only legal mandates but also identify the most favourable and optimal shelter locations. In addition, illustrative diagrams (see Fig. 1 and Fig. 2) are provided to increase clarity and assist in the effective implementation of these security measures.



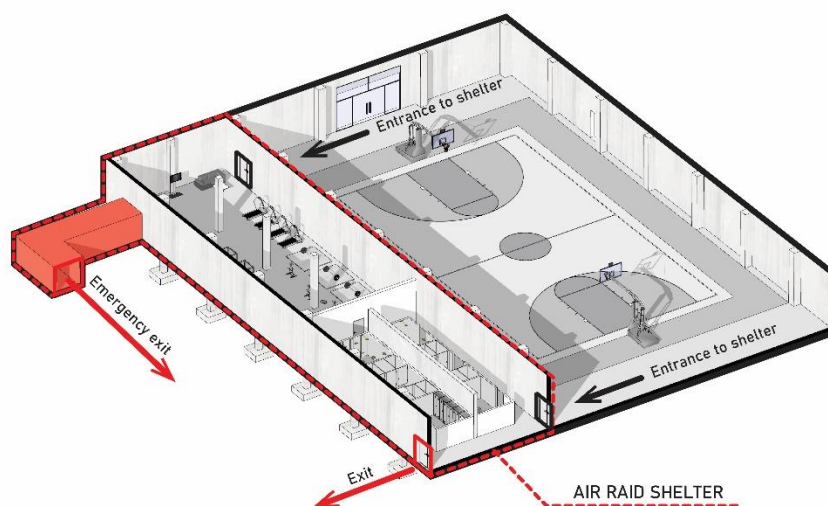
**Fig. 1** Scheme of the installation of the shelter under the gymnasium gym hall

During the installation of a shelter beneath the gymnasium, the calculation scheme for the structures of the above-ground part of the building remains unchanged. There is no requirement for structural strengthening or remodelling of the existing gym hall. The general construction jobs for installing the shelter entail the demolition of the facade (to allow construction equipment to enter), floor demolition, soil excavation, foundation installation, concreting, floor restoration, and partial restoration of the facade in the existing gym hall. An analysis of the scheme for the installation of a shelter under the gymnasium gym hall is provided in Table 1.

**Table 1.** Analysis of the scheme for the installation of a shelter under the gymnasium gym hall

Risk/Adaptation	Aspect	
	Negative	Positive
Protection against attack	-	underground no fences bordering the field
The speed of entry into the shelter	accessibility for people with individual needs	-
Installation options	-	the additional plot is not built
Use of premises	not all facilities can be installed underground	-

When installing a shelter near the gymnasium, the calculation scheme for building structures changes. The existing hall needs to be strengthened or remodelled. For the installation of the coating, general construction jobs are performed near the existing hall: strengthening or remodelling of structures, installation of foundations, concreting, installation of the roof, and installation of the facade.



**Fig. 2** Scheme of the installation of the shelter near the gymnasium

**Table 2.** Analysis of the scheme for the installation of a shelter near the gymnasium

Risk/Adaptation	Aspect	
	Negative	Positive
Protection against attack	fences bordering the field	-
The speed of entry into the shelter	-	accessibility for people with individual needs
Installation options	additional construction of the plot	-
Use of premises	-	rooms for various purposes can be installed

Upon careful evaluation based on the analysis provided in Table 1 and Table 2, it can be concluded that all schools – whether existing or new – have gym halls that are mostly constructed using a framework structural scheme. Compared to other school premises, installing a shelter beneath or near the gym hall is a simpler process. The installation of shelters beneath the gymnasium is a universal solution that applies to all school projects, regardless of whether they are new or existing. Placing the shelter under or near the gym hall makes it easy to locate and access the shelter from the outside. Additionally, the exterior of the halls is visibly distinct from other school premises.

However, in urbanized areas, installing a shelter near a sports hall can be a complicated process because it may require additional plot construction, outdoor net installation, or infrastructure reorganisation.

These presented innovative architectural solutions for the implementation of school shelters that can be adapted to existing and newly built schools according to specific needs and vulnerabilities. This makes it possible to improve aspects of the implementation of safety systems in schools, ensuring the continuity of educational activities in case of emergencies. Integrating these safety initiatives also contributes to building a sense of safety and resilience among pupils, teachers and the wider community by reducing anxiety during emergencies and fostering confidence in the school's ability to respond effectively to crises.

#### **REFERENCES**

1. Goel, M. D. and Matsagar, V. A. (2014). Blast-resistant design of structures. Practice Periodical on Structural Design and Construction, 19(2) DOI:10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000188
2. Matuliūkštis M. (2024). Master's thesis No. 1
3. RT 92-11173 S1-luokan teräsbetonikatot (*RT 92-11173 S1 class reinforced concrete shelter*) [https://www.rakennusbetoni.fi/download\\_file/force/238/192/](https://www.rakennusbetoni.fi/download_file/force/238/192/)
4. Smilowitz, R., Blewett, W., Williams, P. and Chipley, M. (2006). Design guidance for shelters and safe rooms. US Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency, Washington DC, FEMA, 453
5. STR 2.07.02:2024 „Sléptuvės, kolektyvinės apsaugos statinio ir priedangos projektavimo ir įrengimo reikalavimai“ (*Requirements for the design and installation of hideouts, collective buildings and shelters*) <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/e8af8d30d67911ee9269b566387cfeb?jfwid=lra0svx4u>

**UDC 614.842**

#### **ON THE ISSUE OF ASSESSING THE OPERATIONAL READINESS OF CIVIL DEFENSE FORCE UNITS FOR THE PERFORMANCE OF RESCUE WORK**

*V. N. Yelisieiev, Ph.D., Associate Professor, E. V. Bykova, Ph.D., Associate Professor,  
Institute of Public Administration and research on civil protection of Kyiv, Ukraine*

According to Article 19 of the Law of Ukraine "On the Defense of Ukraine" [1], it is determined that the civil defense of Ukraine in wartime is carried out taking into account the features defined by the legislation on defense, mobilization and the legal regime of martial law. Article 6.item 4 of the Law of Ukraine "On the Legal Regime of Martial Law" [2] requires bringing the unified state system of civil protection (USSCP) and its functional and territorial subsystems into readiness to perform assigned tasks in a special period. One of the main tasks of the USSCP in a special period according to the Code of Civil

Defense of Ukraine [3] is to ensure the readiness of civil defense forces and means for actions aimed at preventing and responding to emergency situations, conducting rescue and other urgent work to eliminate the consequences of an emergency.

In DSTU 2860-94. Reliability of equipment. Terms and definitions [4] the following indicators for assessing the readiness and operability of weapons facilities are recommended:

readiness - property of the object, to be able to perform the required functions under the given conditions at any time or during the given time interval, provided the necessary external resources are provided;

stationary coefficient of readiness:  $K_r$  - the value of the coefficient of readiness is determined for the operating conditions of the object when the average failure flow parameter  $\lambda$  and the average recovery duration  $\mu$  remain constant;

coefficient of operational readiness:  $K_{or}(t) = K_r * P(t)$  - the probability that the object at an arbitrary moment in time will be in an operational state and in the future during the given time interval;

average earnings before maintenance failure  $T_o$  - mathematical expectation of the object's earnings before the first failure;

the average duration of recovery  $T_r$  - the mathematical expectation of the time it takes to restore the operational state of the object after a failure.

To assess the readiness of the weapon facility of the civil defense forces during rescue operations, we will use the stationary readiness coefficient and the operational readiness coefficient, which are determined by the formulas:

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_r}, \quad (1)$$

$$K_{ru}(t) = \frac{T_o}{T_o + T_r} * P(t), \quad (2)$$

where  $P(t)$  is the probability of failure-free operation, i.e. the probability that the object will not fail within a given time  $t$ .

For the operating conditions of the object, when the average failure flow parameter  $\lambda$  remains constant, the probability of the object's failure-free operation  $P(t)$  has the form [5]:

$$P(t) = e^{-\lambda t}, \quad (3)$$

In order to assess the readiness of the civil defense unit during rescue operations, we will use the statistical indicators  $K_{ru}$  and  $K_{oru}$ , which are determined by the formulas:

$$K_{ru} = \frac{m_o}{M_o}, \quad (4)$$

$$K_{oru}(t) = \frac{m_o}{M_o} * \prod_{i=1}^{m_o} P_i(t), \quad (5)$$

where  $m_o$  - the number of operational weapons facilities in the unit;

$M_o$  - the total number of objects involved in rescue operations.

A simplified example.

Given: To carry out rescue and other urgent work related to the elimination of the consequences of a local emergency, 5 weapons are involved, having the reliability indicators of  $T_o$  -100g and  $T_r$  = 3g. The time of the rescue operation is  $t$  = 10g.

It is necessary to determine: Indicators of the readiness of the unit of the civil defense forces when performing rescue work to the  $K_{ru}$  and to the  $K_{oru}(t)$ .

Decision:

1. According to formula (1), we calculate the readiness factor of the civil defense force facility

$$K_{ru} = 100 / (100 + 3) = 0,97$$

2. Using formula (4), we calculate the average number of operational objects in the subdivision

$$m_o = K_{ru} * M_o = 0,97 * 5 = 4,85$$

3. Using formula (3), we calculate the probability of the object's fault-free operation

$$P(t) = e^{-(10/100)} = 0.9$$

4. According to formula (5), we calculate the average number of operational objects in the subdivision after the end of the rescue operation

$$K_{oru}(t) = 0.97 * (0.9)^5 = 0,97 * 0.57 \approx 0,55$$

Conclusion. Using the proposed mathematical model, to predict the operational readiness of the civil defense unit after the end of the rescue operation

#### REFERENS

1. On the Defense of Ukraine (1992): Law of Ukraine dated 06.12.1991 No. 1932-XII (News of the Supreme Council of Ukraine (GSC), 1992, No. 9, Article 106)
2. On the legal regime of martial law (2015): Law of Ukraine dated May 12. No. 389-VIII of 2015 (News of the Supreme Council of Ukraine (GSC), 2015, No. 28, Article 250)
3. Code of Civil Protection of Ukraine (2012). Law of Ukraine dated 02.10.2012 No. 5403-VI. - K., 2012. (News of the Supreme Council of Ukraine (GSC), 2013, No. 34-35, Article 458)
4. DSTU 2860-94. Reliability of equipment. Terms and definitions.
5. Wentzel E.S. The theory of probabilities. 1969.

## **Секція 2. Особливості створення та застосування протипожежної, аварійно- рятувальної та іншої спеціальної техніки. Цифровізація в ДСНС**

---

---

УДК 621.3.088.7

### **ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ**

*Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент, Тетяна БАКАТНЮК,  
Олександр ТИЩЕНКО, д-р техн. наук, професор,  
Ігор МАЛАДИКА, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Одним із завдань оперативно-рятувальної служби цивільного захисту є проведення аварійно-рятувальних та пошуково-рятувальних робіт. Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи - роботи, спрямовані на пошук, рятування і захист населення, уникнення руйнувань і матеріальних збитків, локалізацію зони впливу небезпечних чинників, ліквідацію чинників, що унеможливають проведення таких робіт або загрожують життю рятувальників[1]. Пошуково-рятувальні роботи можуть бути як складовою проведення аварійно-рятувальних робіт, так і проводитись окремо чи під час виконання інших видів робіт і спрямовані на пошук і рятування людей на уражених об'єктах і територіях, надання домедичної (невідкладної медичної), психологічної допомоги постраждалим на місці небезпечної події та транспортування їх до закладів охорони здоров'я [2,3].

БПЛА здатні вести повітряну розвідку і спостереження, передавати фото і відеоінформацію в режимі реального часу, в екстремальних умовах, зокрема в областях, які зазнали радіаційного, хімічного або біологічного зараження, у районах катастроф або інтенсивної вогневої протидії. Спостереження може вестись в рамках умов техногенних та природних катастроф. Для ефективного використання БПЛА під час проведення пошуково-рятувальних робіт необхідною умовою є оснащення його, окрім камер видимого світла, сучасними складними приладами, основним з яких є тепловізор.

Тепловізор - це пристрій для безконтактного вимірювання температури. Він допомагає виявити енергію в інфрачервоному діапазоні, що випромінює матеріал та представити її у вигляді термограми. Термограма - теплове зображення, в якому кожен окремий показник температури відображається іншим кольором.

У той час як інфрачервоні термометри представляють тільки температуру в одній точці, тепловізори дають повну картину одночасно відображуючи результати з десятків точок вимірювання. Теплова візуалізація - це найефективніший спосіб пошуку потенційних проблем у різних областях застосування.

Тепловізор (також відомий як тепла камера) є, по суті, датчиком тепла, який здатний виявити дрібні відмінності в температурі. Пристрій збирає інфрачервоне випромінювання від об'єктів та створює електронне зображення на основі інформації про різницю температури. Оскільки об'єкти не завжди мають однакову температуру, що й інші об'єкти навколо них, тепла камера може їх виявити, і вони будуть виглядати окремо у тепловому зображенні.

Теплові зображення, як правило, мають відтінки сірого: чорні предмети холодні, білі — гарячі, а глибина сірих позначає варіації між двома. Деякі теплові камери додають кольору до зображення, щоб допомогти користувачам ідентифікувати об'єкти при різних температурах.

Принцип роботи тепловізорів базується на перетворенні термоелектронної емісії спостережуваного об'єкта на те, що бачить людське око. За допомогою цих пристроїв об'єкти можуть бути виявлені та розпізнані під час туману, дощу чи снігу. Він може працювати цілодобово, не беручи до уваги рівень освітленості. Проте тепловізійні пристрої не дозволяють виявляти дрібні деталі об'єкта, оскільки термічне зображення змінюється, коли змінюється температура об'єкта (наприклад, людське обличчя). Воно відрізняється від зображення, яке ви бачите в пристрої теплового зображення.

Рятувальні операції є ще однією причиною широкого застосування теплових камер. Вони здатні легко виявити людину, чий одяг зливається з фоном навколишнього середовища.

Окрім забезпечення БПЛА технічними пристроями спостереженнями необхідною умовою для їх використання є розробка тактики застосування БПЛА під час проведення пошуково-рятувальних робіт для різних сценаріїв застосування.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кодекс цивільного захисту України: закон України від 2 жовтня 2012 року // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст.458;
2. Положення про Оперативно-рятувальну службу цивільного захисту, [Текст]: затверджене Наказом Міністерства внутрішніх справ України 03 липня 2014 року № 631 зареєстроване в Міністерстві юстиції України 23 липня 2014 р. за № 853/25630;
3. Порядок проведення пошуково-рятувальних робіт на об'єктах туристичних відвідувань, [Текст]: затверджене Наказом Міністерства з надзвичайних ситуацій України 12 червня 2012 року № 631 зареєстроване в Міністерстві юстиції України 3 липня 2012 р. за № 1098/21410.

**УДК 621.3.088.7**

### **ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ІЗ ЗАСОБАМИ ЗВУКОВОГО ОПОВІЩЕННЯ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ**

*Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент, Євген ТИЩЕНКО, д-р техн. наук, професор,  
Андрій КОЗАК,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Розширити ж можливості проведення пошуково-рятувальних операцій можливо, оснастивши БПЛА окрім засобів візуального спостереження ще й системою гучномовного зв'язку для оповіщення знайдених осіб; ліхтарем для роботи в темну пору доби та системою утримування й скидання вантажів для доставки корисних вантажів. Поєднання даних систем в один універсальний модуль, яким можна оснастити БПЛА суттєво розширить можливості проведення пошуково-рятувальних операцій, тому тема магістерської роботи є актуальною.

В якості вирішення даного питання, на нашу думку, варто розробити універсальний модуль для проведення пошуково-рятувальних робіт за допомогою БПЛА, який увібрав би найкращі характеристики вищезгаданих систем, та за потреби міг бути встановленим протягом декількох хвилин на мультироторний БПЛА.

Досить часто необхідно провести оповіщення людей на певній ділянці території, або передати повідомлення особам, стосовно яких проводяться пошуково-рятувальні роботи. Для виконання цих завдань необхідно передбачити систему гучномовного зв'язку[1,2].

Основними характеристиками системи гучномовного зв'язку є необхідний рівень звукового тиску, який залежить від дальності до об'єкту, потужності гучномовця та спрямованості звукової хвилі. Для більш детального обґрунтування параметрів системи гучномовного зв'язку необхідно провести ряд розрахунків[1,].

Також з метою спрямування гучномовця до конкретної точки простору варто передбачити встановлення його на моторизованому підвісі разом з прожектором системи освітлення, що дозволить змінювати кут спрямованості відносно горизонту від 0 до 90 град.

Розрахунок акустичних параметрів звуковідтворювальних пристроїв передбачає вибір необхідних гучномовців в залежності від діючого рівня фонового шуму і обраної схеми озвучування. Вважається, що для якісного сприйняття мови (диспетчерських передач) рівень звукового тиску гучномовця повинен на 10-15 дБ перевищувати рівень фонового шуму в найбільш віддаленій точці простору.

За результатами проведених розрахунків акустичних параметрів системи гучномовного зв'язку та оповіщення обрано рупорні гучномовці з потужністю 10-30 Вт, які забезпечують звуковий тиск 12% 16 Па (115-118 дБ) і більше, маючи, таким чином, найбільш високе співвідношення децибел до ватт.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. FonicFly Resonus is a UAV equipped with an autopilot, camera system, and a "Airborne Clear Voice (ACV)" speaker system (the most incredible compact speaker you've ever heard). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.theissuav.com/speaker-systems#new-page-2>;
2. Acescore technologies zoe x4 SPEAKER DRONE [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://acescoretechnologies.com/wp-content/uploads/2020/04/AC-ZO-X4-SPEAKER-DATASHEET-v1.0.1.pdf>.

**УДК 614.84 + 629.73**

### **ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ ТА ХІМІЧНОЇ РОЗВІДКИ**

*Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Михайло ПУСТОВІТ, Ольга КАЛІНЧУК,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Сучасні умови оперативних дій по ліквідації наслідків НС посилили вимоги до повноти інформаційного забезпечення процесів управління оперативними діями і як наслідок розширюються вимоги до авіаційних систем як постачальникам інформації про надзвичайні ситуації [1]. При цьому досліджуються питання застосування авіаційних систем в ролі активного елемента, що забезпечує стійке, безперервне, оперативне функціонування системи управління в умовах надзвичайних ситуацій.

Існує гостра потреба у сучасних видах техніки та засобах оперативного реагування, спеціальних видів пожежної техніки та обладнання, в тому числі сучасних засобах проведення хімічної, радіологічної розвідки та проведення розвідки пожеж на відкритих територіях [2]. Така ситуація відображає актуальність застосування підрозділами ДСНС безпілотних літальних апаратів.



Сучасні БПЛА обладнані навігаційним обладнанням, можуть використовуватись в широкому діапазоні температур та протидіяти поривам вітру. Для передачі відео сигналу в БПЛА використовують камери, зображення з яких транслюється на пульт диспетчера в режимі реального часу. В якості пульта може використовуватись мобільний пристрій – планшет або смартфон. Відстань на яку передається відео сигнал може сягати декількох десятків кілометрів.

Використання БПЛА під час проведення радіаційної та хімічної розвідки дозволяє мінімізувати ризики для здоров'я персоналу, оскільки вони можуть працювати у віддалених небезпечних зонах без прямого контакту з небезпечними хімічними чи радіоактивними речовинами. На основі даних, отриманих від БПЛА, можна проводити оцінку ризиків для здоров'я населення та розробляти плани евакуації та заходів захисту.

БПЛА оснащені різними типами датчиків, які можуть виявляти хімічні чи радіоактивні речовини в атмосфері. Це дозволяє оперативно виявляти потенційні небезпеки та виконувати моніторинг рівня забруднення повітря, води або ґрунту такими речовинами під час аварійних ситуацій або природних катастроф без шкоди для здоров'я людей.

В Данії, починаючи з 2019 р., стежать за вмістом сірки у вихлопних газах суден, що проходять через протоку Великий Бельт з борта БПЛА Saab Skeldar V-200, оснащеного датчиками сірчаного газу – газоаналізаторами, що дає змогу виявляти і вимірювати в режимі реального часу рівні викидів сірки у вихлопних газах судна. БПЛА прямує за судном на відстані близько 100 м і здійснює аналіз викидів судна в атмосферу [3]. Для аналізу ступеня хімічного забруднення повітря використовується БПЛА Scentroid DR1000 (рис. 1), який можна використовувати для відбору проб і аналізу навколишнього повітря до 150 м над рівнем землі. Це дає можливість контролювати більш 30 різних забруднювачів [4].

Чеська компанія NUVIA представили БПЛА BRUS із системою моніторингу Drones-G для вимірювання рівня радіації (рис. 2). За короткий час за допомогою безпілота можна визначити локальну аварію і знайти джерело забруднення, у тому числі у важкодоступних місцях [5]. Британська компанія Kromek запропонувала автономну систему контролю радіації з повітря (AARM) на базі БПЛА Kromek, що забезпечує картографування радіоактивного забруднення на малих висотах. AARM надає карти випромінювання з метровою розрізненністю, включаючи місця з високою дозою і недоступні місця, зводячи при цьому до мінімуму ризик опромінення оператора [6].



Рис. 1 – БПЛА Scentroid DR1000  
рівня радіації



Рис. 2 – БПЛА BRUS для вимірювання  
рівня радіації

Висновок. Як показує світовий досвід, БПЛА мають широкі перспективи щодо їхнього застосування при виконанні завдань з радіаційної, хімічної розвідки, а також у ході ліквідації НС, у результаті яких відбувається радіаційне та хімічне забруднення. Ми вважаємо цей напрям перспективним і таким, який потребує проведення низки різноманітних досліджень і випробувань.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Ігор Маладика, Артем Биченко, Михайло Пустовіт / Формування підходу до утворення підрозділів з використання безпілотних літальних апаратів в ДСНС України // Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». Черкаси, ЧПБ, 2023 – с. 94.
2. Андрушко О.С., Вовк С.А, Чалий Д.О. / Застосування безпілотних літальних апаратів для вирішення оперативних завдань формувань та підрозділів ОРС ЦЗ // XIII Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності». Львів, ЛДУБЖД, 2023 – с.109.
3. Skeldar V-200 URL: <https://www.saab.com/products/skeldar-v-200> (дата звернення 29.03.2024 р.)
4. DR1000 FLYING LAB Drone-Based Air Quality Analyzer / URL: <https://scentroid.com/products/analyzers/dr1000-flying-lab/> (дата звернення 29.03.2024 р.)
5. BRUS – Unmanned Aerial Universal System / URL: <https://www.vtusp.cz/en/products/brus/> (дата звернення 29.03.2024 р.)
6. AARM / URL: <https://www.kromek.com/product/aerial-radiation-mapping-drone/> (дата звернення 29.03.2024 р.)

**УДК 614.84**

**УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТАКТИЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ  
ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ НА ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРНАХ  
В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

*Володимир ДЕМЧУК, Ігор МАЛАДИКА, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Ліквідація наслідків обстрілів окупантами населених пунктів та об'єктів інфраструктури часто пов'язана із гасінням пожеж. На жаль, не поодинокими випадками є повторні ураження об'єктів ворогом, що призводять до загибелі та травмування людей, виведення з ладу техніки. На місці виникнення НС, пожежі, небезпечної події, після обстрілу, на основі оцінки обстановки старша посадова особа підрозділу ДСНС приймає рішення щодо рятування людей, гасіння пожежі, проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, необхідності направлення основних та додаткових сил і засобів. З метою забезпечення безпеки на місці виконання завдань за призначенням проводяться ряд заходів, що зводяться до розосередження та прикриття від вражаючих факторів техніки біля місця проведення робіт, вчасного виявлення та реагування на загрози, укриття особового складу тощо [1].

Тактичні можливості пожежно-рятувального підрозділу – це спроможність особового складу, озброєного технічними засобами (пожежно-рятувальними автомобілями, рукавами, пожежно-технічним обладнанням та ін.) і вогнегасними речовинами, ефективно виконувати оперативні завдання за певний час. Тактичні можливості підрозділу залежать від тактико-технічної характеристики пожежно-рятувального автомобіля, його комплектування пожежно-технічним обладнанням, чисельності та тактичної підготовки оперативних розрахунків, наявності на їх

озброєнні ізолюючих протигазів та оперативно-тактичних особливостей району виїзду або об'єкта та інших факторів [2].

Максимальне розосередження техніки на місці проведення робіт та її прикриття від вражаючих факторів будівлями та спорудами, уникнення її скупчення передбачає часто значне збільшення відстаней прокладання магістральних та робочих рукавних ліній. В деяких випадках, збільшення відстані прокладання рукавних ліній може бути значно обмежено характеристиками конкретної насосно-рукавної системи.

Значну роль у реалізації тактичних можливостей пожежно-рятувального автомобіля становлять характеристики його спеціальних агрегатів, а саме напір та подача насосу. Найбільш поширеними насосними установками в Україні є насоси типу ПН-40 та ПН-60, де максимальні величини напору сягають 100 м.вод.ст., та частково наявні новітні насосні установки, що відповідають вимогам ДСТУ EN 1028-1:2019, які здатні розвивати напори значенням до 170 м.вод.ст. [3].

Величина необхідного напору на насосі залежить від ряду факторів (1):

$$H_{\text{н}} = h_{\text{р.л.}} + H_{\text{ств}} + z, \quad (1)$$

де  $H_{\text{н}}$  - необхідний напір на насосі, м;  
 $h_{\text{р.л.}}$  - втрати напору в рукавних лініях, м;  
 $H_{\text{ств}}$  - необхідний напір на стволі, м;  
 $z$  - висота підйому стволів.

Необхідний напір на насосі залежить від ряду незмінних та змінних факторів. Величина змінних факторів визначаються умовами гасіння та умовами місцевості – довжина, вид та кількість рукавних ліній, витрата води з пожежних стволів, висота підняття стволів. Незмінним фактором лишається необхідний напір на стволі.

Результатом модернізації парку протипожежної та аварійно-рятувальної техніки є, в тому числі, перехід на сучасні комбіновані ручні пожежні стволи типу Protek 360 та Protek 366 з номінальним напором 70 м. вод. ст. При використанні таких стволів в насосно-рукавних схемах з пожежно-рятувальними автомобілями із встановленими насосами типу ПН-40 та ПН-60 довжина прокладання рукавних ліній та висота підняття стволів значно обмежені.

Таким чином, актуальним є пошук таких видів насосно-рукавних схем, що за своїми характеристиками можуть забезпечити максимальні дальності подачі вогнегасних речовин із забезпеченням необхідної витрати вогнегасних речовин. Вибір, обґрунтування та розрахунок таких насосно-рукавних систем повинен базуватись на використанні технічних компонентів, здатних забезпечити максимальні значення створюваного напору, нормативні витрати вогнегасних речовин при мінімальному напорі на приладі подачі, мінімізацію втрат напору в рукавних лініях тощо.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Рекомендації про особливості виконання органами управління та підрозділами ДСНС завдань за призначенням у населених пунктах і на територіях під час збройної агресії, [Текст]: затверджене наказом Державної служби України з надзвичайних ситуацій 02 квітня 2024 року № 375;
2. Пожежна тактика: Підручник / Ключ П.П., Палюх В.Г., Пустовой А.С., Сенчихін Ю.М., Сировой В.В. – Х.: Основа, 1998. – 592 с.
3. ДСТУ EN 1028-1:2019 Протипожежні насоси. Насоси протипожежні відцентрові з попередньою заливкою. Частина 1. Класифікація. Загальні вимоги та вимоги щодо безпеки (EN 1028-1:2002 + A1:2008, IDT)

УДК 614.841

## АНАЛІЗ ВИДІВ, НОМЕНКЛАТУРИ ТА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ НАПІРНИХ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ ДЛЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Наталія ЗОБЕНКО, канд. техн. наук, Олексій МОГИЛЯН,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Ефективна діяльність оперативно-рятувальних підрозділів цивільного захисту, зокрема Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), неможлива без належного пожежно-технічного обладнання. Це обладнання та технічні засоби, такі як спеціальні транспортні засоби та інше обладнання, відіграють вирішальну роль у ліквідації надзвичайних ситуацій, зокрема пожеж та аварійних ситуацій.

Важливість належного технічного стану цього обладнання та правильної його експлуатації очевидна: це впливає на швидкість реагування на надзвичайні ситуації та результативність проведення рятувальних операцій. Крім того, навички особового складу у використанні цього обладнання і знання його характеристик є ключовими факторами в успішній діяльності під час надзвичайних ситуацій.

Таким чином, належне пожежно-технічне обладнання є невід'ємною складовою успішної роботи оперативно-рятувальних підрозділів, а їхні можливості залежать від якості цього обладнання та кваліфікації особового складу.

Згідно зі стандартом ДСТУ 2273, пожежний рукав є ключовим елементом пожежно-технічного обладнання. Визначено, що це гнучкий трубопровід з'єднувальними головками на кінцях, призначений для перенесення вогнегасних речовин.

Відповідно до цього стандарту, існують наступні види пожежних рукавів:

- напірні рукави (в країнах Євросоюзу вони класифікуються як – плоскоскладані) призначені для транспортування вогнегасних речовин під надлишковим тиском;

- всмоктувальні рукави - призначені для транспортування водних вогнегасних речовин під розрідженням;

- напірно-всмоктувальні рукави - призначені для транспортування водних вогнегасних речовин як під надлишковим тиском, так і розрідженням. Серед технічних засобів, що призначені для транспортування вогнегасних речовин до осередку пожежі, головну роль безумовно відіграють напірні пожежні рукави.

На сьогоднішній день існує багато виробників пожежних рукавів з різних країн світу. Деякі з них включають фірму «BEZALIN» з Польщі, фірму «TECHNOLEN-BOJANOV» з Чехії, фірму «NOHA» з Норвегії, фірму «OSW Eschbach GmbH» з Німеччини та інші.

На українському ринку єдиним вітчизняним виробником напірних пожежних рукавів та комплектуючих до них є ТОВ «СПЕЦПРІА», розташоване в місті Харкові. Це підприємство спеціалізується на виробництві напірних пожежних рукавів під марками «AQUASILA» та «Sula».

Серед напірних плоскоскладаних пожежних рукавів для пожежно-рятувальної техніки, які виробляються підприємством, можуть бути наступні види:

- рукава типу «Т» «AQUASILA» і типу «Т» «Sula», що призначені для пожежних транспортних засобів та пожежних мотопомп, використовуються для транспортування води та вогнегасних речовин під робочим тиском 1,6 МПа та розривним тиском до 5,0 МПа. Матеріалом рукава є поліефірна нитка, а внутрішнє покриття виготовлене з модифікованих полімерів. Рукави доступні з діаметрами 32 мм, 38 мм, 51 мм, 66 мм, 77 мм та 150 мм.

- посилені пожежні рукави типу «Т» «AQUASILA», які призначені для пожежно-рятувальної техніки та пожежних мотопомп. Рукави мають підвищені

експлуатаційні характеристики, в тому числі стійкість до стирання (не менше 400 циклів). Застосовуються для подачі води та вогнегасних речовин з робочим тиском 1,6 МПа та розривним тиском до 6,0 МПа. Матеріалом рукава є поліефірна нитка, внутрішнє покриття виготовлене з модифікованих полімерів. Рукави виготовляються з діаметрами 51 мм, 66 мм, 77 мм, 100 мм, 125 мм, та 150 мм;

- пожежні рукави з двобічним покриттям, які виготовлені з найвищими показниками стійкості до стирання (не менше 600 циклів). Такі рукава застосовуються в умовах гасіння пожеж в містах, висотних будівлях. Застосовуються для подачі води та вогнегасних речовин з робочим тиском 1,2 - 1,6 МПа та розривним тиском до 6,0 МПа. Матеріалом рукава є поліефірна нитка, внутрішнє покриття виготовлене з модифікованих полімерів. Рукави виготовляються з діаметрами 51 мм, 66 мм, 77 мм.

Після аналізу видів, номенклатури та основних параметрів напірних пожежних рукавів для пожежно-рятувальної техніки було попередньо визначено основні параметри та технічні характеристики цих рукавів. Ці параметри будуть піддані експериментальному обґрунтуванню та включені до проекту національного стандарту, що розробляється Українським науково-дослідним інститутом цивільного захисту. Цей стандарт встановлюватиме загальні технічні вимоги та методи випробувань для пожежних плоскоскладаних рукавів, які призначені для використання на пожежно-рятувальних автомобілях.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ 2273:2006 Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять.- К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 44 с.

2. Провести дослідження та розробити експериментальні зразки пожежного устаткування з функцією світлового орієнтування: звіт про НДР (заключний) УкрНДІЦЗ; Київ, 2017. 581 с.

### **УДК 621.3**

#### **АСПЕКТИ, ПОВ'ЯЗАНІ З РОЗРОБКОЮ ТА ВИРОБНИЦТВОМ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ**

*Руслан КЛЮЧКО, канд. техн. наук, Борис ОРЕЛ, Максим КОМЛИК,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Пожежні автомобілі (ПА) виступають як основний матеріальний засіб для проведення оперативно-тактичних дій пожежно-рятувальних підрозділів, спрямованих на ліквідацію пожеж та рятування людей. Висока ефективність пожежогасіння та проведення рятувальних операцій в значній мірі залежить від технічного рівня та комплектації цих автомобілів сучасними пристроями і устаткуванням. Україна, подібно до інших країн світу, розширює функції своїх підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Таким чином, пожежні автомобілі поступово трансформуються в пожежно-рятувальні (ПРА), оскільки вони комплектуються додатковим рятувальним обладнанням, яке використовується для ліквідації різних надзвичайних ситуацій, а не лише під час пожеж. Створення сучасних пожежно-рятувальних автомобілів є актуальною проблемою для всього світу, включаючи Україну.

До цього дня в Україні використовувався нормативний документ [1], вимоги якого вже застаріли і не повністю відповідали сучасним стандартам якості пожежно-рятувальних автомобілів (ПА). Саме через це вітчизняні виробники випускають ПА відповідно до технічних умов для кожного конкретного типу

автомобіля. Ураховуючи недоліки нормативного документа [2], співробітники Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту розробили ряд нових нормативних документів, які повністю відповідають сучасним вимогам і застосовуються до пожежно-рятувальних автомобілів. Ці документи повністю відповідають європейським стандартам [4] і були прийняті в Україні як експериментальні. Такий підхід у галузі виробництва протипожежної техніки був обраний, насамперед, через інтеграцію України в Євросоюз, а також через відсутність національних виробників сучасних базових типів шасі. З урахуванням вищевикладеного можна зробити наступні висновки.

1. Після проведення аналізу типажів пожежних автомобілів (ПА) з часів СРСР були виявлені недоліки у розробці базових моделей ПА. Це призвело до уніфікації техніки, що сприяло критичному стану парку пожежних автомобілів в Україні. Крім того, були прийняті нереалістичні плани стосовно освоєння великої кількості моделей ПА (69) та збільшення обсягів виробництва. У результаті типаж не був реалізований практично у всіх напрямках - як основних, так і спеціальних моделях ПА.

2. У країнах Європейського Союзу не існує однозначного типу пожежно-рятувальних автомобілів (ПА). Виробництво цих автомобілів здійснюється відповідно до ряду чинних нормативних документів, дотримання яких забезпечує використання передових технологій та вискоєфективного обладнання, у поєднанні з сучасною організацією виробництва. Компанії-виробники розробляють ПА, враховуючи максимально можливі потреби замовника. Однак, ці вимоги не охоплюють основні параметри, мінімальні значення яких визначаються європейськими стандартами для модельних рядів пожежно-рятувальних автомобілів.

3. В даний момент в Україні нормативна база з питань виробництва пожежних автомобілів повністю відповідає європейським стандартам.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Звіт про НДР «Провести дослідження та розробити проект типу пожежних автомобілів на 2012-2016 роки» – УкрНДІЦЗ № Держреєстрації 0111U004210. Київ. – С. 325.
2. Сучасні пожежні автомобілі./ Яковенко Ю.Ф. – М.: Стройіздат, 1988. – с. 352.
3. EN 1846-2:2001 Firefighting and rescue service vehicles – Part 2: Common requirements. Safety and performance (Транспортні засоби для пожежних та рятувальних підрозділів – Частина 2: Загальні вимоги – Безпека та показники якості).
4. EN 1846-3:2002 Firefighting and rescue service vehicles – Part 3: Permanently installed equipment – Safety and performance (Транспортні засоби для пожежних та рятувальних підрозділів – Частина 3: Обладнання, яке встановлюється стаціонарно – Безпека та показники якості).
5. ДСТУ 3286-95 (ГОСТ 26938-95) «Пожежна техніка. Автомобілі гасіння. Загальні технічні умови».

### **УДК 621.3**

#### **ОБНОВЛЕННЯ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ З БАГАТЬМА ФУНКЦІЯМИ**

*Руслан КЛЮЧКО, канд. техн. наук, Борис ОРЕЛ, Євгеній ЯРОВИЙ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На сьогоднішній день однією з ключових проблем технічного забезпечення підрозділів ДСНС України є потреба в модернізації пожежного автопарку, зокрема, його структура повинна відповідати новим викликам та завданням, що стоять перед оперативно-рятувальною службою сьогодні. З огляду на те, що Україна

уклала угоду про асоціацію з Європейським Союзом, нормативні документи, що визначають вимоги до оснащення та функціональності пожежної техніки, повинні відповідати європейським стандартам. Таким чином, першим кроком у вирішенні цієї проблеми є розробка нового покоління пожежних автомобілів.

- Розробка нових моделей універсальних пожежних автомобілів (ПА) з розширеним функціоналом;
- Оновлення існуючих ПА для забезпечення їх ефективного використання у перехідний період;
- Створення спеціалізованих комплексів ПА, призначених для оптимального використання в певних умовах або ситуаціях. Засновуючись на міжнародному досвіді, можна виділити чотири основні напрями втілення концепції багатофункціональності:
  - Посилення аварійно-рятувальних можливостей пожежних автомобілів, зокрема, автоцистерн, для ефективного гасіння пожеж;
  - Розширення функціоналу аварійно-рятувальних автомобілів шляхом додавання їм можливостей у гасінні пожеж;
  - Забезпечення пожежогасіння висотних рятувальних автомобілів (автодрабин, автопідіймачів);
  - Розширення можливостей пожежних автомобілів, призначених для роботи в зонах промислового ризику, за рахунок використання на них 4-5 видів вогнегасних речовин і пристроїв для їх розпилення.

Отже, мультифункціональні пожежно-рятувальні та пожежно-технічні автомобілі представляють собою транспортні засоби, придатні як для гасіння пожежі, так і для виконання різноманітних технічних та спеціальних завдань на місці пожежі. Щодо вітчизняного досвіду, концепція мультифункціональності пожежних автомобілів замінила довгострокову, але неефективну концепцію, що домінувала протягом багатьох років. Наприклад, такою неефективною концепцією в Україні була пожежна автоцистерна середнього класу АЦ-40 на шасі ЗІЛ, яка була включена до складу всіх підрозділів ДСНС протягом багатьох років. Однак цей транспортний засіб, обладнаний лише одним насосом типу ПН-40, недостатньо ефективний для вирішення всіх завдань, що стоять перед оперативно-рятувальною службою, особливо перед об'єктовими підрозділами. Тим паче, він не здатний впоратися з цими завданнями в умовах сучасних екстремальних ситуацій.

Проте ситуація поступово розпочинає змінюватися. Деякі інші підприємства розпочали роботу над створенням пожежно-рятувальних автомобілів. Об'єктивно кажучи, національна концепція мультифункціонального пожежно-рятувального автомобіля в країні ще не визнана загально, проте це лише початок нашого шляху. Важливо приділити більше уваги зарубіжному досвіду у вирішенні цієї проблеми.

Пожежно-рятувальний автомобіль нового покоління від компанії E-ONE (Великобританія) відрізняється від традиційного англійського дизайну (з передньою кабіною, низькою габаритною висотою та обмеженими кутами прохідності). Цей автомобіль має високу питому потужність і оснащений пожежним насосом, генератором, освітлювальним обладнанням, рятувальним інструментом та іншими компонентами. Пожежно-рятувальний автомобіль від компанії Rosenbauer також відзначається широким асортиментом комплектації, що забезпечує його багатофункціональність. Кузов цього пожежного автомобіля виготовлений з алюмінію, а в його конструкцію вбудований корпус цистерни, також виготовлений з алюмінію. Цей автомобіль обладнаний комбінованим насосом (з режимами нормального та високого тиску), катушками першої допомоги, лафетним стволом, генератором, мотопомпою, світлотехнікою, аварійним інструментом та іншим обладнанням, яке зручно розташоване.

Прикладом успішної реалізації концепції багатофункціональності у модульній конструкції є остання розробка компанії Sides з Франції - об'єктовий

пожежний автомобіль моделі VMR 30 EP 820, побудований на шасі Mercedes з масою 17 тонн. Цей автомобіль складається з п'яти модулів:

- Кабіна з можливістю перевезення 1+2 осіб.
- Цистерна об'ємом 2250 літрів для піноутворювача.
- Модуль з порошковим вогнегасником (820 кг порошку).
- Модуль для "легкої води" (фторсинтетичний плівкоутворюючий піноутворювач "легка вода" з об'ємом 760 літрів розчину AFFF).
- Насосний модуль з насосом потужністю 4000 літрів на хвилину при напорі 120 метрів водного стовпа, а також автоматичним пінозмішувачем з регульованим вмістом піногенератора від 0 до 10%.

Висновок: з вищезазначеного можна зробити висновок, що Україна знаходиться лише на початкових етапах своєї модернізації та переходу до використання більш багатофункціональних пожежних автомобілів нового покоління. Аналіз поточного стану проблеми показує, що необхідно продовжувати роботу у цьому напрямку, зокрема: розробляти моделі поетапного переходу; досліджувати надійність складних систем багатофункціональної пожежної техніки; а також вирішувати питання щодо доцільності використання вже модифікованих пожежних автомобілів у майбутньому.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Яковенко Ю.Ф. Пожарные автомобили нового поколения: концепція многофункціональності // Средства спасения. Противопожарная защита 2004. – М.: 2004.
2. Державні стандарти України (збірник). Пожежна безпека. Продукція протипожежного призначення. Київ – 2000.
3. ДСТУ 2860-94. Показники надійності. – К: Держстандарт України, 1994. – 92 с

**УДК 614.844**

### **ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ КОМПЛЕКТІВ І КОМПОНЕНТІВ СТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ**

*Ростислав КРАВЧЕНКО, канд. техн. наук, старший дослідник,  
Олена КОРОЛЬОВА, канд. екон. наук, доцент,  
Дмитро ХРОМЕНКОВ, Юрій ГУЛИК, Ніна ІЛЬЧЕНКО,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Комплект стаціонарної системи пожежогасіння (далі – ССПГ) – це набір компонентів ССПГ, що вводяться в обіг на ринок одним виробником і потребують збирання перед використанням в будівлі або споруді.

На підставі положень [1] більшість суб'єктів вважають, що компоненти усіх видів ССПГ мають відповідати вимогам технічного регламенту будівельної продукції [2], і тому забезпечення вимог цього технічного регламенту є достатнім для введення в обіг на ринку України таких компонентів або комплектів з них. Пов'язано це з тим, що в Україні нормативно-правовими актами не конкретизовано, на які компоненти і комплекти ССПГ поширюється дія технічного регламенту будівельної продукції.

Відповідно до Рішення Комісії [3] об'єктами технічного регламенту будівельної продукції є такі комплекти ССПГ: комплекти пожежних кран-комплектів, комплекти систем внутрішнього протипожежного водопроводу (сухотрубні та повітрязаповнені стояки), комплекти спринклерних та дренчерних (водозаповнених) систем, комплекти систем пінного пожежогасіння, комплекти



систем порошкового пожежогасіння, комплекти систем газового пожежогасіння, пожежні гідранти, компоненти спринклерних і дренчерних систем та компоненти систем газового пожежогасіння.

У Рішенні Комісії [3] не визначено комплекти систем пожежогасіння тонкорозпиленою водою (водяного туману), комплекти систем аерозольного пожежогасіння, комплекти систем пожежогасіння на комерційних кухнях та комплекти систем флегматизації (зі зниження концентрації кисню).

Вимоги до компонентів систем флегматизації встановлено в ДСТУ EN 16750 [4]. Згідно з цим стандартом на різні компоненти таких систем поширюється дія технічних регламентів [2], [5], [6].

На підставі методичних рекомендацій [7] маємо, що на газові балони і трубопроводи для ССПГ поширюється дія Технічного регламенту обладнання, що працює під тиском [6].

Компоненти систем аерозольного пожежогасіння згідно з ДСТУ EN 15276-2 [8] мають відповідати вимогам технічного регламенту [2] та ДСТУ EN 15276-1 [9]. Якщо такі компоненти використовуються у вибухонебезпечних зонах, вони мають відповідати вимогам Технічного регламенту обладнання та захисних систем, призначених для використання в потенційно вибухонебезпечних середовищах [5]. Для інших випадків відповідність технічним регламентам не визначена.

Відповідно до Технічного регламенту засобів цивільного захисту [10] характеристики таких засобів мають забезпечувати обмеження впливу небезпечних чинників пожежі на людей, тварин, майно і навколишнє середовище. Цей технічний регламент розроблено не на основі європейських технічних регламентів, тому його дія може бути поширена на компоненти систем аерозольного пожежогасіння [9].

Типові зразки систем пожежогасіння на комерційних кухнях [11], [12] та систем пожежогасіння тонкорозпиленою водою [13] мають випробовуватися акредитованими органами з оцінки відповідності (третьою стороною) до постачання у вигляді комплекту на об'єкти будівництва.

З огляду на зазначене на комплекти таких систем, тобто на самі такі системи, а також компоненти систем пожежогасіння тонкорозпиленою водою може бути також поширена дія Технічного регламенту засобів цивільного захисту.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Про затвердження переліку категорій будівельної продукції : Постанова Кабінету Міністрів України від 28.04.2021 р. № 426. *Урядовий кур'єр*. 2021. 30 квітня. № 84.
2. Про надання будівельної продукції на ринку: Закон України від 02.09.2020 р. № 850-IX. *Голос України*. 2020. 3 жовтня. № 183.
3. Consolidated text: Commission Decision of 24 June 1996 on the procedure for attesting the conformity of construction products pursuant to Article 20 (2) of Council Directive 89/106/EEC as regards fixed fire-fighting systems (Text with EEA relevance) (96/577/EC) / <http://data.europa.eu/eli/dec/1996/577/2002-07-20>
4. ДСТУ EN 16750:2022 (EN 16750:2017+A1:2020, IDT) Стационарні системи пожежогасіння. Системи зниження концентрації кисню. Побудова, проектування, монтаж та підтримання експлуатаційної придатності
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 грудня 2016 р. № 1055 «Про затвердження Технічного регламенту обладнання та захисних систем, призначених для використання в потенційно вибухонебезпечних середовищах»
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 16 січня 2019 р. № 27 «Про затвердження Технічного регламенту обладнання, що працює під тиском»
7. Guidelines related to the Pressure Equipment Directive 2014/68/EU (PED) / [grow-pressure-equipment@ec.europa.eu](mailto:grow-pressure-equipment@ec.europa.eu) page 241
8. ДСТУ EN 15276-2:2022 (EN 15276-2:2019, IDT) Стационарні системи пожежогасіння. Системи аерозольного пожежогасіння. Частина 2. Проектування, монтування та технічне обслуговування

9. ДСТУ EN 15276-1:2021 (EN 15276-1:2019, IDT) Стационарні системи пожежогасіння. Системи аерозольного пожежогасіння. Частина 1. Вимоги до компонентів і методи їх випробування

10. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 травня 2023 р. № 535 «Про затвердження Технічного регламенту засобів цивільного захисту»

11. ДСТУ EN 17446:2022 (EN 17446:2021, IDT) Системи пожежогасіння на комерційних кухнях. Проект системи, документація та вимоги до випробувань

12. ДСТУ CEN/TS 17749:2022 (CEN/TS 17749:2022, IDT) Системи пожежогасіння на комерційних кухнях. Проектування системи, документація та вимоги до випробувань. Процедури випробувань на вогнегасність камери припливу та повітропроводів

13. ДСТУ EN 17450-1:2022 (EN 17450-1:2021, IDT) Стационарні системи пожежогасіння. Компоненти водяного туману. Частина 1. Характеристики продукту та методи випробувань фільтрів та фільтруючих компонентів.

## **УДК 004.9**

### **ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОЗРОБЦІ НОВІТНІХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ**

*Руслан МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, доцент,  
Наталія ЗОБЕНКО, канд. техн. наук, Алла АХМЕТКАЛІЄВА,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Наразі впровадження штучного інтелекту (ШІ) відбувається на стрімкому рівні у різних сферах діяльності. ШІ є цілим розділом інформатики, який зосереджений на моделюванні когнітивних функцій людського мозку за допомогою комп'ютерної техніки. Цей напрямок технологій розвивається протягом останніх десятиліть, і його вплив на сучасне суспільство та економіку надзвичайно великий.

Застосування штучного інтелекту включає в себе широкий спектр технологій та додатків, таких як машинне навчання, глибоке навчання, обробка природної мови, комп'ютерне зорове розпізнавання і багато інших. Ці технології використовуються в таких галузях, як медицина, фінанси, транспорт, реклама, виробництво, освіта та багато інших.

Впровадження ШІ дозволяє автоматизувати багато процесів, підвищувати продуктивність, знижувати витрати та покращувати якість послуг і продуктів. У загальному, ШІ відіграє ключову роль у сучасному технологічному прогресі, і його вплив на суспільство буде лише зростати в майбутньому.

Так, однією з ключових переваг використання штучного інтелекту є можливість нівелювати людський чинник у процесах прийняття рішень і виконання рутинних операцій [1].

Не оминає застосування ШІ і сферу розробки новітньої техніки для проведення аварійно-рятувальних робіт. Постійний розвиток сучасних технологій, розробка нових видів матеріалів та дослідження в галузі медицини дозволяють залучати ШІ для розробки новітніх засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників [2].

Для прикладу, при запиті в розробці новітніх засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників з врахуванням фізіологічних властивостей людини, сучасних тенденцій розвитку технологій та засобів індивідуального захисту органів дихання, а також небезпеки для людини непридатного для дихання середовища ШІ видає наступний результат.

Розробка новітніх засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників має бути комплексним підходом, що враховує фізіологічні потреби

та можливості людини, сучасні тенденції в технологіях та небезпеку непридатного для дихання середовища. Ось кілька ключових аспектів, які варто врахувати:

- ефективність фільтрації і вентиляція: Засоби захисту повинні мати високу ефективність фільтрації для усунення шкідливих аерозолів, газів та інших шкідливих речовин з повітря. Вони також повинні забезпечувати достатню вентиляцію, щоб уникнути перегріву та перенапруження дихальної системи.

- маневреність і комфорт: Засоби захисту повинні бути легкими, комфортними для носіння та забезпечувати достатню маневреність для роботи в обмежених умовах, таких як завалені будівлі або труднодоступні місця.

- технологічні інновації: Використання передових матеріалів, таких як нанотехнології для підвищення ефективності фільтрації та зниження ваги засобів захисту. Також можливе використання сенсорів та зв'язку для моніторингу стану носія та навколишнього середовища.

- гнучкість у використанні: Засоби захисту повинні бути гнучкими у використанні та легко адаптуватися до різних ситуацій та типів небезпеки.

- тривалість захисту та легкість обслуговування: Важливо, щоб засоби захисту забезпечували достатній час захисту у небезпечних умовах та були легкими у технічному обслуговуванні та заміні фільтрів або батарей.

- ергономіка та дизайн: Засоби захисту повинні мати ергономічний дизайн, щоб забезпечити максимальний комфорт для носія та забезпечити правильне прилягання до обличчя.

- освітлення та індикація: Вбудовані світлодіодні системи для підвищення видимості та сприяння комунікації між членами рятувальної команди.

Розробка нових засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників повинна ґрунтуватися на глибокому розумінні потреб користувачів, фізіології дихальної системи, а також найновіших досягнень у сфері матеріалознавства та технологій [3].

Таким чином, вивчивши результати декількох виданих результатів запиту до ШІ щодо опису та розробки новітніх засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників, можна стверджувати, що залучення ШІ значно спростить та пришвидшить такий процес. А також, однією з ключових переваг використання ШІ є можливість нівелювати людський чинник у процесах прийняття рішень і виконання рутинних операцій, обробляти величезні обсяги даних та виділяти з них корисну інформацію. Це дозволяє приймати кращі та обґрунтовані рішення на основі фактичних даних, а не інтуїції або досвіду. Окрім цього, відбудеться мінімізація помилок, оскільки ШІ не піддається людським емоціям або втомі, він може працювати безперервно та без помилок, що часто відбувається в умовах, коли людина втомлюється або втрачає концентрацію; використання всього потенціалу даних – ШІ може аналізувати та використовувати весь обсяг наявних даних, враховуючи навіть ті, що можуть бути недосяжними для людини через їх обсяг чи складність.

Ці переваги допоможуть підвищувати продуктивність, зменшувати витрати та ризики в різних сферах діяльності. Вивільнений час та ресурси можуть бути спрямовані на вирішення більш важливих завдань, таких як розробка стратегій та інновацій, що сприяє загальному розвитку служби цивільного захисту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Штучний інтелект: цифрове майбутнє доступне кожному. URL: <https://voll.com.ua/uk/blog/shtuchnij-intelekt-cifrove-majbutnye-dostupne-kozhnomu> (дата звернення: 22.03.2024).

2. Технології добросовісного використання штучного інтелекту у сфері освіти та науки. URL: [https://cuesc.org.ua/images/informlist/Maket\\_advanced\\_training\\_PSAU.pdf](https://cuesc.org.ua/images/informlist/Maket_advanced_training_PSAU.pdf) (дата звернення: 23.03.2024).

3. ChatGPT 3.5. URL: <https://chat.openai.com/> (дата звернення: 24.03.2024).

УДК 004.9

## ВИКОРИСТАННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЗАГОРЯНЬ ТА УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯМ ЛІСІВ

*Руслан МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, доцент,  
Ольга МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, ст. наук. співр., Павло ЛЕВЧЕНКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Досвід іноземних країн свідчить про те, що значна кількість лісових пожеж може тривати місяцями, і навіть країни з високим рівнем технологічного розвитку іноді не можуть ефективно впоратися з цими стихійними подіями. У регіонах з особливо посушливим і спекотним літом, таких як Середземномор'я, південні регіони США, а також деякі країни Центральної та Латинської Америки та Західної Європи, кількість лісових пожеж, що активно поширюються одночасно, часом досягає десятків і навіть сотень.

Лісові пожежі – це пожежі, що розповсюджуються по лісовій місцевості та спричиняють горіння рослинності. Головними причинами їх виникнення є людська діяльність, грозові розряди, самозаймання торф'яного ґрунту та підпали в сільському господарстві під впливом спеки або під час пожежонебезпечного періоду – від танення снігу весною до настання стійкої дощової погоди восени. Ці пожежі завдають шкоди деревам, кущам та лісовому масиву, знищують захисні та водоохоронні функції лісу, а також загрожують фауні, спорудам і навіть жителям околиць. Більше того, вони становлять серйозну загрозу для людей та сільськогосподарських тварин [1]. Так, за оперативними даними ДП «Лісогосподарський Інноваційно-Аналітичний Центр», тільки з початку поточного року станом на 26.03.2024 р. на території лісового фонду України виникло 11 лісових пожеж [2].

В боротьбі з раннім виявленням лісових пожеж та ефективним управлінням їх пожежогасінням органам та підрозділам ОРС ЦЗ може допомогти використання новітніх технологій – геопросторового штучного інтелекту [3].

Геопросторовий штучний інтелект (ШІ) швидко та точно виявляє зміни у ландшафті та лісовому покриві за допомогою аналізу супутникових знімків та даних, отриманих з дронів. Ця технологія дозволяє в режимі реального часу відслідковувати не лише вирубку та деградацію лісів у віддалених районах, а й виявляти осередки загорянь лісових насаджень і поширення лісових пожеж, таким чином, сприяючи швидкому виявленню та реагуванню на порушення пожежної безпеки в лісах та ліквідацію самої лісової пожежі.

Порівнюючи історичні та сучасні дані знімків, геопросторовий ШІ може ефективно оцінювати ризики поширення лісових пожеж. Органи та підрозділи цивільного захисту зможуть виявляти райони зі значними осередками горіння лісів чи фронт поширення пожежі, що дозволить приймати значно ефективніші управлінські рішення із залучення особового складу, застосування техніки та засобів, чи проведення евакуації населення.

Для прикладу, геопросторовий ШІ Picterra, заснований на геопросторових технологіях – аналізу супутникових та безпілотних знімків здатний проводити постійний моніторинг лісових господарств та оперативно і з високою точністю виявляти осередки лісових пожеж.

Штучний інтелект Picterra, який ґрунтується на геопросторових технологіях, завдяки своїй хмарній платформі та машинному навчанню сприяє також процесам лісовідновлення та збереження лісових ресурсів. За допомогою визначення деградованих територій, які потребують відновлення чи захисту, уряди та організації можуть ефективно розподіляти ресурси та розробляти цільові стратегії, опираючись на надійні дані [4].

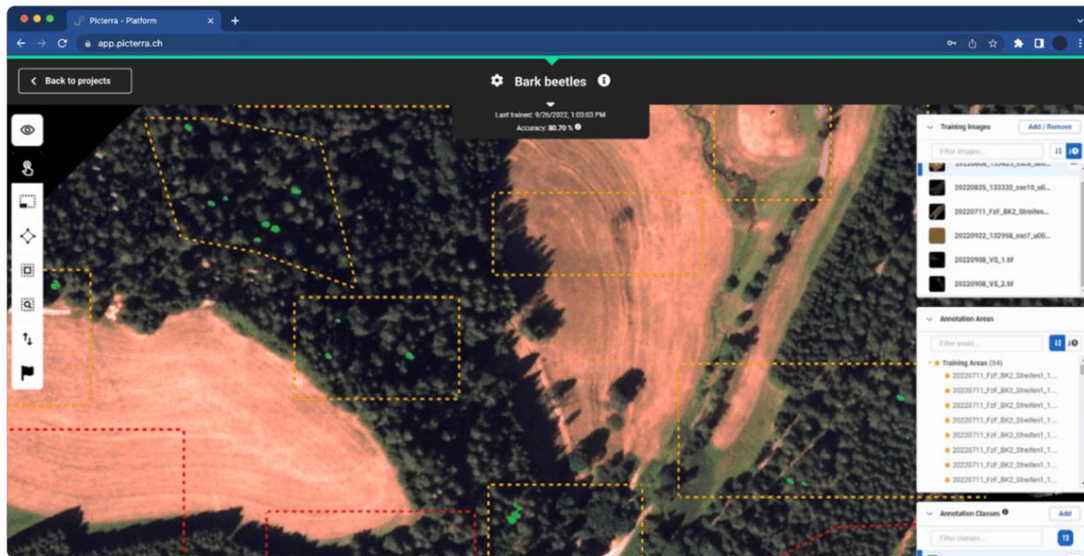


Рис. 1 – Зображення робочого вікна застосунку Picterra

Отже, розвиток сучасних технологій та машинне навчання штучного інтелекту значно розширює його можливості та області застосування та все більше знаходить застосування в аварійно-рятувальній справі. Розглянутий нами геопросторовий ШІ зможе забезпечити пожежно-профілактичний нагляд за безпекою лісових масивів, а також допомагатиме в ефективному залученні сил та засобів ОРС ЦЗ під час гасіння лісових пожеж, що є одними з найбільш складних і масштабних.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Боротьба з лісовими пожежами. Світовий досвід. URL: <https://dsns.gov.ua/news/ostanni-novini/5280> (дата звернення: 26.03.2024).
2. АС «Пожежі». URL: <https://fire.ukrforest.com/> (дата звернення: 26.03.2024).
3. Створено геопросторовий інтелект: він знатиме все про людей, місця і предмети на Землі. URL: [https://24tv.ua/tech/geoprostoroviy-intelekt-znatime-vse-pro-lyudey-novini-technology\\_n1550694](https://24tv.ua/tech/geoprostoroviy-intelekt-znatime-vse-pro-lyudey-novini-technology_n1550694) (дата звернення: 26.03.2024).
4. Використання геопросторового штучного інтелекту для збереження лісів. URL: <https://systemnet.com.ua/vikoristannya-geoprostorovogo-shtuchnogo-intelektu-dlya-zberezhennya-lisiv/> (дата звернення: 26.03.2024).

УДК 004.9

#### ЦИФРОВІЗАЦІЯ В СФЕРІ АУДИТУ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

*Ольга МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, ст. наук співр.,  
Руслан МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, доцент, Дмитро ТАЧИНСЬКИЙ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Цифровізація є однією з визначальних тенденцій розвитку людської цивілізації, що покращує механізми державного управління, розширює доступ, підвищує якість та охоплення державних послуг, розширює можливості співпраці. Незважаючи на особливий режим роботи ДСНС України в умовах воєнного стану, основним напрямком діяльності служби протягом останніх років у напрямі цифровізації було підвищення внутрішньої ефективності роботи служби та

створення ряду сервісів, які б допомагали вчасно інформувати населення про загрози та зберегти життя і здоров'я українців.

В лютому 2024 року з метою підвищення рівня пожежної та техногенної безпеки ДСНС України створила і впроваджує в роботу, зокрема, нові електронні сервіси для забезпечення організації незалежного аудиту пожежної та техногенної безпеки суб'єктів господарювання [1]. Восени 2022 року парламент ухвалив закон [2] щодо дерегуляції бізнесу шляхом страхування цивільної відповідальності, який дає змогу суб'єктам господарювання із середнім та/або незначним ступенями ризику ініціювати на своїх об'єктах незалежний аудит відповідності вимогам пожежної й техногенної безпеки, що, в свою чергу, дозволить укласти договори страхування й зменшити кількість планових перевірок, збільшити період між ними й посилити гарантії відшкодування збитків у разі порушення бізнесом вимог пожежної безпеки.

Згідно з п. 1 статті 46<sup>1</sup> Кодексу цивільного захисту України аудит пожежної та техногенної безпеки – це аналіз стану діяльності суб'єкта господарювання або іншої юридичної особи, що проводиться за його заявою, з метою виявлення, запобігання та усунення порушень вимог законодавства у сфері пожежної та техногенної безпеки [3]. Аудит проводиться організаціями незалежно від форми власності, які внесено до відповідного реєстру, визначеного законом

Під час проведення аудиту проводиться огляд (обстеження) будинків, споруд, у тому числі об'єктів будівництва, їх комплексів та/або частин будь-якого призначення та форми власності, територій, систем (засобів) протипожежного захисту, автоматизованих систем раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення та інших систем, які не входять до їх складу, але з ними функціонально пов'язані, зовнішнього (внутрішнього) протипожежного водопостачання, вогнезахисту та блискавкозахисту відповідності вимогам законодавства у сфері пожежної та техногенної безпеки [4].

Основними завданнями аудиту є:

1) проведення аналізу: відповідності вимогам законодавства організаційно-розпорядчих, проектних та технічних документів з питань пожежної та техногенної безпеки; якості навчання персоналу (працівників) правилам пожежної та техногенної безпеки; здійснення інших заходів, передбачених Кодексом цивільного захисту України, іншими нормативно-правовими актами та нормативними документами з питань пожежної і техногенної безпеки;

2) проведення огляду (обстеження) об'єкта аудиту щодо його відповідності вимогам нормативно-правових актів і нормативних документів у сфері пожежної та техногенної безпеки.

Відповідно до [3] аудит пожежної та техногенної безпеки проводиться не пізніше 45 днів після отримання відповідного звернення суб'єкта господарювання або іншої юридичної особи. Строк проведення аудиту не може перевищувати 10 робочих днів.

Проведення аудиту пожежної та техногенної безпеки не тягне за собою застосування санкцій та/або інших заходів реагування. За результатами аудиту пожежної та техногенної безпеки складається акт, типова форма якого затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері цивільного захисту. Акт, складений за результатами проведення аудиту пожежної та техногенної безпеки, є дійсним протягом трьох місяців з дня його складення.

Електронний сервіс для забезпечення організації незалежного аудиту пожежної та техногенної безпеки суб'єктів господарювання міститиме е-реєстр організацій, які проводять аудит пожежної та техногенної безпеки, та експертів у сфері пожежної і техногенної безпеки, куди вноситимуть записи про видані сертифікати, та реєстр договорів страхування, укладених за результатами аудиту й

отриманих актів. Таким чином, на сьогодні ДСНС України намагається діджиталізувати максимальну кількість процесів у наглядовому блоці.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Дерегуляція бізнесу: ДСНС створила е-реєстри щодо аудиту пожежної та техногенної безпеки // Державна служба України з надзвичайних ситуацій. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/news/ostanni-novini/dereguliacia-biznesu-dsns-stvorila-e-rejestri-shhodo-auditu-pozezhnoi-ta-technogennoi-bezpeki>.

2. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо перших кроків дерегуляції бізнесу шляхом страхування цивільної відповідальності: Закон України від 06.10.2022 р. № 2655-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2655-20#Text>.

3. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.

4. Про затвердження Порядку проведення аудиту пожежної та техногенної безпеки: Постанова Кабінету Міністрів України від 02.05.2023 р. № 436. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-2023-%D0%BF#Text>.

**УДК 62-97/-98**

### **КОМПОНЕНТИ НАСОСНОГО МОДУЛЯ ВИСОКОЇ ПОТУЖНОСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ**

*Олексій МИГАЛЕНКО, канд. екон. наук, Василь КРИШТАЛЬ, канд. техн. наук,  
Віталій КАЙДАШ, магістрант,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Технічне обладнання кожного модуля розташоване в місцевих філіях Федерального агентства технічної допомоги Німеччини (ТНВ), де розміщено насосний агрегат у складі місцевого та регіонального потенціалу цивільного захисту. Відповідні регіональні підрозділи попередньо визначили технічне обладнання від місцевих філій, яке становить технічну структуру насосних модулів високої потужності (НСР). Крім того, Центр міжнародної логістики надає обладнання, яке є необхідним для місії за кордоном і доповнює місцеві ресурси насосних агрегатів.

Як основний компонент насосного модуля високої потужності, Федеральне агентство технічної допомоги Німеччини має один 15 000 л/м і два 5 000 л/м насоси для досягнення вимог до потужності насосного модуля високої потужності Європейського Союзу (табл. 1) [1, 2]:

Таблиця 1 – Насоси високої потужності

Тип	Відцентровий насос для стічних вод	Відцентровий насос для стічних вод / насос з ексцентричним ротором
Потужність насоса	15.000 л/хв = 900 м <sup>3</sup> /год	5.000 л/хв = 300 м <sup>3</sup> /год
Макс. розмір частинок	125 мм	70 мм
Розрядна головка	50 м	20 м
Всмоктувальна головка	7 м	5 м
Операції	Самовсмоктуючий, дизельний двигун	Самовсмоктуючий, дизельний двигун
Транспорт	Причіп, 1 тандемна вісь	Причіп, 1 тандемна вісь

Транспортні засоби, показані нижче, є фіксованим стандартом для транспортування персоналу та матеріалів насосного модуля високої потужності (НСР module). Залежно від ситуації та запиту про допомогу, модуль можна розширити транспортними засобами для перевезення додаткового персоналу та/або табору (включно з провізією). Кожен насосний модуль високої потужності (НСР module), потребує щонайменше п'яти експертів Федерального агентства технічної допомоги Німеччини з водійським посвідченням категорій СЕ. Можна призначити додаткових водіїв для подолання великих відстаней

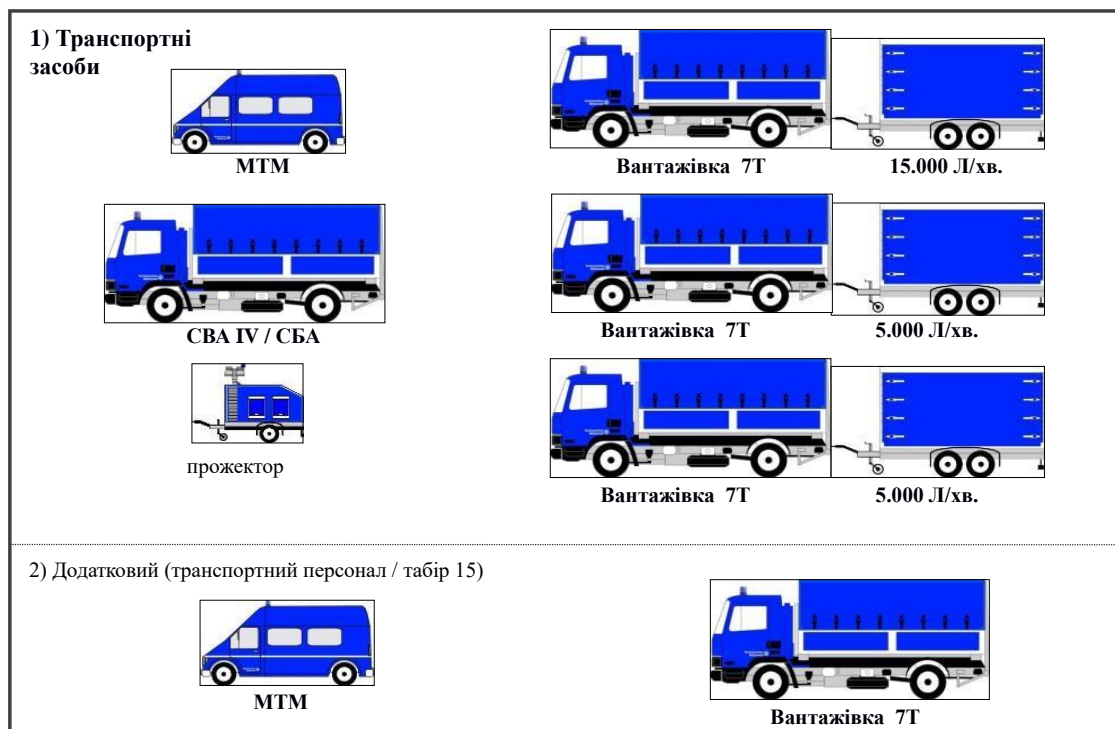


Рис. 1 – Транспортні засоби

Наступне обладнання транспортується разом із кожним НМВП. Завдяки децентралізованій структурі НМВП та різноманітному технічному обладнанню, перераховані засоби є обов'язковим мінімальним стандартом для кожного модуля. Обладнання генерується з місцевих відділень Федерального агентства технічної допомоги Німеччини (ТНВ) і Центру міжнародної логістики (ZAL). Команди можуть брати з собою додатковий матеріал для покращення своєї працездатності, якщо це не заборонено штабом і відповідає місткості транспортних засобів. Крім того, модулі оснащені додатковим обладнанням залежно від ситуації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Пожежні машини: навч. посіб. / [Ларін О.М., Баркалов В.Г., Виноградов С.А. та ін.] – Х.: НУЦЗУ, К.: МПБП «Гордон», 2016. – 279 с.
2. Colletti, D. J. Compressed-air foam mechanics / Colletti, D. J. // Fire Engineering, 147, - 1994, March – p. 61-65.



**УДК 621.3.088.7**

**РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ВОГНИЩ ПОЖЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЧНИХ  
АЛГОРИТМІВ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ**

*Олексій МИГАЛЕНКО, канд. екон. наук, доцент, Михайло ПУСТОВІТ,  
Дарія КОРОЛЕНКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Розвиток технологій комп'ютерного зору зробив можливим автоматичне виявлення вогнищ пожеж на цифрових зображеннях. Для цього необхідно за допомогою різних приладів отримати інформацію про стан місцевості і оцінити ймовірність наявності пожежі. Виявивши пожежу, необхідно скласти достовірний прогноз її поширення в залежності від багатьох параметрів (ландшафту, погодних умов і т.д.).

Функціонування систем запобігання виникненню пожежі може базуватися на аналізі фотографій або відеопослідовності, іншими словами - статичних або динамічних зображень. При цьому застосовуються два основні підходи - виявлення рухомих об'єктів і колірний аналіз.

Принцип виявлення рухомих об'єктів часто застосовується для виділення вогнищ пожежі шляхом відокремлення послідовних кадрів або фонового зображення [1].

У першому випадку виявляються зміни в зображеннях при переході від одного кадру до іншого. Основний недолік даного способу полягає в тому, що області на зображеннях, що перекривають одне одного можуть бути помилково прийняті в якості фону.

У випадку відокремлення фонового зображення вилучаються динамічні області зі статичного фонового зображення, а основний недолік полягає в тому, що область може бути залучена помилково, якщо фонове зображення оновлено невчасно або некоректно. Однак крім виявлення пожежі цей спосіб можна застосовувати для оцінки характеристик самої пожежі, наприклад, для вимірювання координат фронту пожежі.

Інший спосіб виявлення областей пожежі - колірний аналіз, або колірне виділення. Конкретні реалізації цього способу засновані на аналізі простору абстрактних математичних колірних моделей, які є наборами з 3-4 чисел. найбільш розповсюджені наступні колірні моделі [2]:

– RGB описує кожен колір набором з трьох координат, кожна з яких відповідає розкладанню кольору на червону, зелену і синю складові;

– YCbCr - один із способів кодування RGB-інформації, де Y - яскравість, а Cb і Cr характеризують гамма-корекцію;

– HSI описує кожен колір набором з трьох координат - колірний тон, насиченість, інтенсивність;

– HSV описує кожен колір набором з трьох координат - тон, насиченість, значення.

У колірній моделі HSI для виявлення вогню на зображенні використовується база знань, отримана шляхом виділення оператором полум'я на зображенні, яка згодом використовується обчислювальною машиною [3].

Динамічні характеристики вогню дозволяють виділяти його на тлі інших близьких по кольором об'єктів. Аналізуються часові зміни інтенсивності для кожного пікселя на декількох послідовних кадрах [3]. Якщо ці зміни перевищують певне порогове значення, його приймають за піксель, що належить зображенню полум'я. Вважається, що висота полум'я змінюється з часом через рухів його язиків, тому висота виступає в якості основної динамічної характеристики полум'я [4].

У деяких випадках враховується історія зміни червоного каналу кожного пікселя RGB-зображення, що належить контуру вогню протягом короткого проміжку часу [5]. Потім ці дані використовуються в якості вхідних при вейвлет-аналізі.

Для практичного використання цього підходу в процедурі виявлення необхідно задати технологію вимірювання, що описує об'єкт типу "пожежа", який володіє виділеними кольорними параметрами. Модель може належати одному з трьох типів:

- класифікатори;
- структурні;
- параметричні.

Для роботи класифікатора необхідно сформувати досить велику базу знань, що незручно, оскільки полум'я - об'єкт, варіацій якого існує практично безліч. Структурні моделі налаштовані на пошук об'єктів. Вони також не цілком підходять для опису пожеж, тому що об'єкт моделювання не є структурним.

Зазвичай використовують наступні етапи алгоритмів аналізу характеристик полум'я за наявною послідовністю зображень (рис. 1)

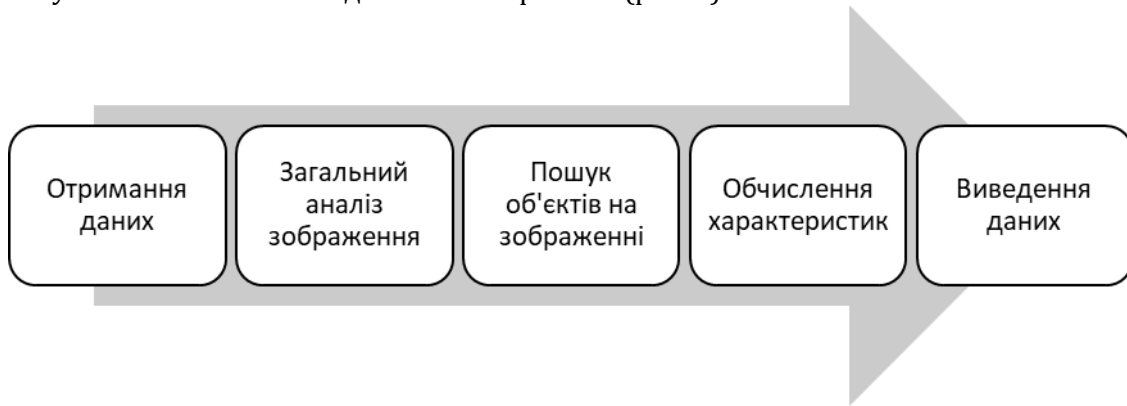


Рис. 1. Етапи алгоритму аналізу характеристик полум'я

Висновок. Описані методи виявлення пожеж з використанням алгоритмів комп'ютерного зору і цифрової обробки зображень можуть істотно підвищити ефективність рішення багатьох практичних завдань, зокрема завдання із запобігання виникнення пожеж.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Toreyin B. U., Cetin A. E. Online detection of fire in video // IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition Proc. 2007. P. 1—5.
2. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital image processing. Prentice Hall, 2002.
3. Dost B., Genz M. Fire detection in video. Istanbul, Turkey.
4. Zhang J. H., Zhuang J., Du H. F. A new flame detection method using probability model // Intern. Conf. on Computational Intelligence and Security. 2006. P. 1614—1617.
5. Toreyin B. U., Dedeoglu Y., Gudukbay U., Cetin A. E. Computer vision based method for real-time fire and flame detection // Pattern Recognition Letters. 2006. N 27. P. 49—58.

**УДК 614.843**

## **ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ГАСІННІ ХІМІЧНОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН**

*Олексій МИГАЛЕНКО, канд. екон. наук, доцент, Роман РУБАН,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У теперішній час у зв'язку із російською агресією, часто відбувається надзвичайні ситуації в хімічній промисловості і для ліквідації їх використовують спеціальні вогнегасні речовини і спеціальну техніку.

Під час гасіння пожеж за наявності небезпечної хімічної речовини застосовують:

- розпилені водяні струмені для теплового захисту (охолодження) установок, комунікацій, ємностей, трубопроводів в небезпечних хімічних речовин, створення водяних завіс для обмеження руху хмари небезпечних хімічних речовин та осадження небезпечних хімічних речовин також для створення водяних екранів для захисту особового складу;

- повітряномеханічну піну для гасіння розливів легкозаймистих та горючих речовин, які відносяться до небезпечних хімічних речовин і гасіння легкозаймистих та горючих речовин безпосередньо в ємностях;

- компактні водяні струмені для гасіння струменевих факелів легкозаймистих та горючих речовин, які відносяться до небезпечних хімічних речовин або не відносяться, але їх горіння може спричинити викид небезпечних хімічних речовин із сусідніх апаратів, ємностей, трубопроводів також для теплового захисту (охолодження) будинків, споруд, технологічних установок та змивання невеликих розливів легкозаймистих речовин та горючих речовин;

- вогнегасний порошок для гасіння пожеж відкритих розливів легкозаймистих та горючих речовин, струменевих та розгалужених факелів легкозаймистих та горючих речовин.

Але для гасіння та нейтралізації хімічних продуктів залучають не тільки штатну техніку яка знаходиться в підрозділах також використовують спеціальну техніку РХБЗ таку як:

- автомобіль радіаційної і хімічної розвідки УАЗ-469 РХ;
- машина радіаційної і хімічної розвідки РХМ на базі МТ-ЛБ;
- пересувна лабораторія РХБ розвідки «ПРХЛ» на базі автомобілів «FordTransit», «Газель»;

- авто розливна станція АРС-14 на базі автомобіля ЗіЛ-131;
- машина радіаційної і хімічної розвідки РХМ-4 на базі бронетранспортера БТР-80;

- дезинфекційно-душові установки ДДА-66, ДДА-53 на базі автомобіля ГАЗ-66.

По закінченню локалізації та нейтралізації надзвичайної ситуації відбувається усунення хімічно небезпечних речовин, обробка особового складу та території на якій відбулась надзвичайна ситуація. За допомогою вище вказаних методів і цього транспорту відбувається більш ефективна робота по ліквідації надзвичайної ситуації.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Наказ МВС України №340 від 26.04.2018 Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж.

2. Пожежні машини: навч. посіб./ О.М. Ларін, В.Г. Баркалов, С.А. Виноградов, А.Я. Калиновський, О.М. Семків,- Х.:НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2016 – 279с.

3. Довідник пожежного-рятувальника.

**УДК 614.842.47**

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ ПОЛУМ'Я В АВІАЦІЙНИХ АНГАРАХ**

*Інна ОНОШКО, Андрій КУШНІР, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Забезпечення високого рівня пожежної безпеки авіаційних ангарів потребує використання високоточних технологічних систем протипожежного захисту, в тому числі систем пожежної сигналізації (СПС), які здатні розрізнити справжню пожежу від оманливих явищ, не пов'язаних з пожежею на початковому етапі виникнення загорання, щоб можна було швидко вжити відповідних заходів для її локалізації. Економічні втрати від пожежі можуть бути на мільярди доларів. Це втрати як від пошкодження або руйнування самого ангара, так і літаків, які там зберігаються чи обслуговуються, технологічного обладнання тощо. Вартість літака, який перебуває в ангарі може перебільшувати в декілька разів вартість самого ангара. Літак внаслідок пожежі може отримати пошкодження менш, ніж за хвилину від початку пожежі.

ETL 02-15 [1] 2002 року рекомендував, щоб для захисту авіаційних ангарів використовувалися комбіновані ультрафіолетові (УФ)/інфрачервоні (ІЧ) або багатоканальні (багатоспектральні) ІЧ пожежні сповіщувачі (ПС) полум'я. Однак, в UFC 4-211-01 [2] 2018 року вже говориться лише про використання триканальних ІЧ ПС полум'я.

На ефективну роботу СПС в авіаційному ангарі впливає ряд факторів, а саме: випромінювання від двигунів; електромагнітні та радіочастотні завади; гарячі викиди CO<sub>2</sub>; полум'я від реактивних двигунів рухомих і стоячих літаків на злітно-посадковій смугі та сонячні промені, що проникають крізь відчинені великі розсувні двері; зміна інтер'єру внаслідок переміщення літаків та обладнання; велика зона виявлення, крила літаків та перешкоди створюють значні завади; технічне обслуговування, яке може включати зварювання або шліфування тощо.

Отже, вище згаданий негативний вплив багатьох чинників в авіаційному ангарі відіграє вирішальну роль у виборі відповідної технології при побудові ПС. Однак, не зважаючи на неймовірний розвиток сучасних технологій і різноманіття ПС, забезпечення пожежної безпеки авіаційних ангарів залишається актуальною задачею.

Ризики, пов'язані з помилковими спрацюваннями традиційних оптичних ПС полум'я від джерел завад, не пов'язаних з реальною пожежею демонструють потребу в розробці більш ефективних ПС. Для цього необхідно використовувати нові технологічні рішення. Наприклад, триканальний ІЧ ПС полум'я IPES-IR3 від ESP Safety забезпечує найвищу чутливість виявлення полум'я в широкому полі зору. Удосконалений алгоритм виявлення IPES-IR3 забезпечує швидке розпізнавання полум'я, практично усуваючи помилкові спрацювання. Дана ПС полум'я аналізує отриману інформацію з трьох каналів, які при спільній роботі забезпечують оптимальні характеристики виявлення пожежі. Перший канал вимірює ІЧ випромінювання в діапазоні спектра CO<sub>2</sub> від 4,2 до 4,6 мкм, другий канал – від 4,0 мкм до 4,2 мкм (усуває помилкові спрацювання від джерел високих температур), третій канал – від 4,8 мкм - 5,2 мкм (усуває помилкові спрацювання від мерехтіння радіаційного фону). Обробку результатів від трьох ІЧ-сенсорів здійснює мікропроцесор. Сигнали порівнюються із заздалегідь визначеним пороговим значенням. Сигнал тривоги надсилаються лише тоді, коли співвідношення між трьома різними довжинами ІЧ-хвиль підтверджує наявність полум'я в полі зору. IPES IR3 ігнорує отримані сигнали від таких джерел, як прямі або непрямі сонячні промені, спалахи апарату дугового зварювання, резистивні нагрівачі, люмінесцентні, галогенні та лампи розжарювання.

Відомо, що максимальне поглинання сонячного випромінювання в атмосфері відбувається в межах довжини хвилі 4,3 мкм завдяки присутності в ній

значної кількості вуглекислого газу  $\text{CO}_2$  (рис. 1). З іншого боку, при нагріванні діоксиду вуглецю, енергія вивільняється в ІЧ спектрі, переважно так само на довжині хвилі 4,3 мкм. Ця властивість використовується у технології виявлення полум'я в ІЧ спектрі. При згорянні вуглецевих (органічних) речовин, в основному, відбувається вивільнення великої кількості вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ , нагрітого до високої температури. Внаслідок чого, з'являється пік інтенсивності випромінювання гарячими молекулами  $\text{CO}_2$  у полум'ї на довжині хвилі 4,3 мкм (4,4 мкм) і молекул води на 2,7 мкм (рис. 1). Таким чином, довжину хвилі 4,3 мкм (4,4 мкм) використовують для виявлення загорання, виходячи з мінімального рівня сонячного випромінювання, що досягає поверхні землі, та з максимального рівня випромінювання вогнищ. Тому, в більшості ІЧ ПС полум'я аналізується довжина хвилі в діапазоні приблизно від 4,15 до 4,55 мкм. При горінні водню та металів випромінювання відбувається в ІЧ-діапазоні на довжині хвилі 2,7 мкм. Необхідно відзначити, що деякі ІЧ ПС полум'я налаштовуються на довжину хвилі 2,9 мкм, що відповідає смузі випромінювання водяної пари  $\text{H}_2\text{O}$ .

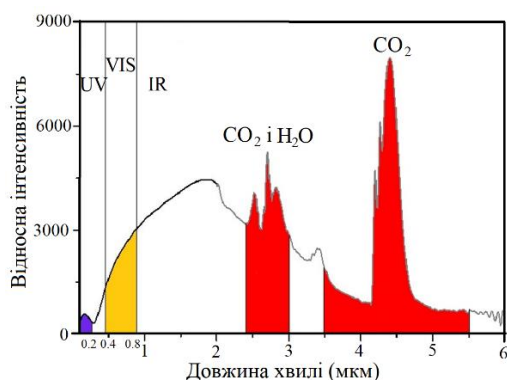


Рис. 1 – Спектр випромінювання пожежі

Мерехтіння полум'я є також важливою характеристикою, яка викликана фізико-хімічними особливостями процесів горіння. Частота мерехтіння полум'я залежить від площі поверхні матеріалу або речовини, що горить. Із зростанням цієї площі частота пульсацій, як правило, збільшується. При природному горінні відбувається мерехтіння полум'я з частотою приблизно від 3 до 30 Гц. Більшість ІЧ ПС полум'я аналізують частоту мерехтіння полум'я в діапазоні частоти 10-15 Гц. У більшості випадків це дозволяє уникнути впливу джерел

випромінювання не пов'язаних з пожежею на роботу ПС полум'я.

Отже, знаючи ці характеристики полум'я, можна розробити алгоритм роботи ПС, який дозволить виявляти загорання на ранній стадії з великою ймовірністю.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Air Force Technical Letter ETL 02-15. Fire Protection Engineering Criteria – New Aircraft Facilities. Dec 3, 2002.
2. UFC 4-211-01. Aircraft Maintenance Hangars, with Change 3. April 20, 2021.

УДК 614.842.47

### ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ ПОЛУМ'Я НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ АВІАЦІЙНИХ АНГАРІВ

*Інна ОНОШКО, Андрій КУШНІР, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університету безпеки життєдіяльності, Львів, Україна*

Одним із перспективних способів підвищення надійності та зменшення часу виявлення загорання в авіаційних ангарах є використання в СПС високоінтелектуальних ПС полум'я, які здатні розрізняти реальні пожежі від джерел

завад не пов'язаних з пожежею. Особливо важливу роль в цьому відіграють розроблені алгоритми роботи ПС. Сигнали з сенсорів об'єднуються, розкладаються на математичні компоненти, які обробляються згідно із запрограмованими алгоритмами. Набутий досвід розробника дає можливість реалізувати технології виявлення загорання і побудувати ПС полум'я на основі нечіткої логіки [1-3]. Нечітка логіка є основою для реалізації методів нечіткого управління, більш природно описує характер людського мислення і хід її роздумів, ніж традиційна формально-логічна система.

Щоб побудувати ПС на основі нечіткої логіки необхідно знати як змінюються ознаки пожежі у часі залежно від типу пожежі, тобто необхідно мати досвід, щоб формувати функції належності та базу правил. У вогнища загорання з природним відкритим полум'ям є дві характерні ознаки. Перша ознака – це електромагнітне випромінювання полум'я. Друга ознака – це мерехтіння полум'я. Відомо, що полум'я супроводжується потужним характерним випромінюванням як в ультрафіолетовому, так і в інфрачервоному (ІЧ) спектрах. Спектри ІЧ випромінювання сонця, гарячих предметів відрізняються від спектру пожеж. Завдяки цим різним характеристикам, ПС полум'я може розрізнити справжні пожежі від джерел завад. В більшості ІЧ ПС полум'я налаштовують на спрацювання на довжину хвилі в діапазоні приблизно від 4,15 до 4,55 мкм. Крім того, деякі ІЧ ПС полум'я ще налаштовують на довжину хвилі 2,9 мкм.

Знаючи характеристики полум'я, можна розробити ІЧ ПС полум'я на основі нечіткої логіки, який аналізує ІЧ в широкому діапазоні. На основі отриманого сигналу від сенсора та розробленого алгоритму ПС повинен розпізнавати умови виникнення пожежі з високою точністю. Синтез блока нечіткої корекції здійснюється за методикою наведеною в [4].

Вхідними величинами блока нечіткої корекції є величина сигналу довжини хвилі ІЧ випромінювання та частота мерехтіння полум'я, які надходять від сенсорів. Вихідною величиною блока нечіткої корекції є сигнал, який має дати інформацію щодо стану на об'єкті.

В даній роботі сформуємо лише функцію належності для вхідного сигналу ІЧ випромінювання. Прийmemo, що для блока нечіткої корекції довжини хвиль ІЧ випромінювання змінюються в інтервалі  $[0, 6]$ . Цим інтервалам відповідають певні значення інтервалів довжин хвиль ІЧ випромінювання. Аналіз зміни ІЧ випромінювання полум'я, дає можливість визначити інтервал зміни вихідної величини «Ймовірність пожежі» як  $[0, 1]$ .

*Визначення форм і параметрів функції належності.*

Слід відмітити, що значення діапазонів довжин хвиль ІЧ випромінювання, які будуть задані нижче в процесі моделювання можуть бути уточнені та змінені.

Вхідній змінній “ ІЧ випромінювання ” відповідає п'ять лінгвістичних терм:

- SIR1 – довжина хвилі ІЧ випромінювання менша від довжини хвилі 2,7 мкм, діапазону виявлення загорання ПС;

- SIRF1 – довжина хвилі ІЧ випромінювання знаходиться в діапазоні виявлення загорання ПС на довжині хвилі 2,7 мкм (пік інтенсивності випромінювання молекул води);

- SIR2 – довжина хвилі ІЧ випромінювання від 3 мкм до 4 мкм;

- SIRF2 – довжина хвилі ІЧ випромінювання знаходиться в діапазоні виявлення загорання ПС від 4 мкм до 4,8 мкм (пік інтенсивності випромінювання молекул CO<sub>2</sub>);

- SIR3 – довжина хвилі ІЧ випромінювання більша від 4 мкм, діапазону виявлення загорання ПС.

Форму термів SIR1, SIR2 і SIR3 приймаємо трапецієподібною, а форму термів SIRF1 та SIRF2 – трикутною. Прийняті для лінгвістичної змінної “ІЧ випромінювання” функції належності показано на рис. 1.

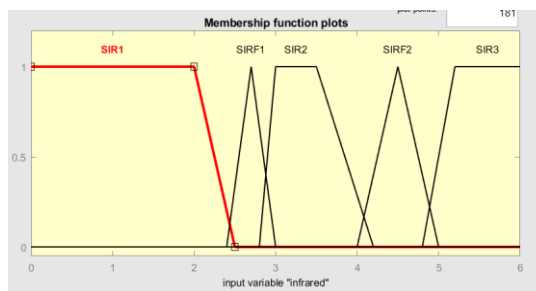


Рис. 1 – Функція належності вхідної змінної ІЧ випромінювання

Вхідна змінна “ІЧ випромінювання” змінюється в інтервалі від 0 до 6, тобто заданому інтервалу відповідає діапазон довжини хвиль ІЧ випромінювання від 0,75 мкм до 6 мкм.

Отже, дана функція належності буде використана для побудови ІЧ ПС полум’я на основі нечіткої логіки для авіаційних ангарів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Andrii Kushnir, Bohdan Kopchak, and Vira Oksentyuk. Development of Heat Detector Based on Fuzzy Logic Using Arduino Board Microcontroller. 2023 IEEE 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM), Poland, Jaroslaw, February 2023. p. 1-5. doi:10.1109/CADSM58174.2023.10076536
2. Uduak Umoh, Udoinyang G. Inyang, and Emmanuel E. Nyoho. Interval Type-2 Fuzzy Logic for Fire Outbreak Detection. *International Journal on Soft Computing, Artificial Intelligence and Applications (IJSCAI)*. August 2019. Vol. 8, No.3. p. 27–46. doi:10.5121/ijscai.2019.8303
3. A. E. Çetin, B. Merci, O. Gunay, B. U. Toreyin, and S. Verstockt. Infrared Sensor-Based Flame Detection. *Methods and Techniques for Fire Detection: Signal, Image and Video Processing Perspectives*. 2016, pp. 47-59. doi:10.1016/B978-0-12-802399-0.00003-X
4. S. N. Sivanandam, S. Sumathi, and S. N. Deepa. *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007.

УДК 614.84

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДО БАЗОВОГО МОДУЛЯ ІМПУЛЬСНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ГУСЕНИЧНОЇ ПОЖЕЖНОЇ МАШИНИ

Костянтин ОСТАПОВ, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України

На рис. 1 у вигляді узагальнення представлені результати імітаційних експериментів для двох варіантів попадання в ціль у завданнях атаки на пожежу при гасінні прямим наведенням (рис. 1, а) та при гасінні навісними потоками ВР на площу пожежі (рис. 1, б).

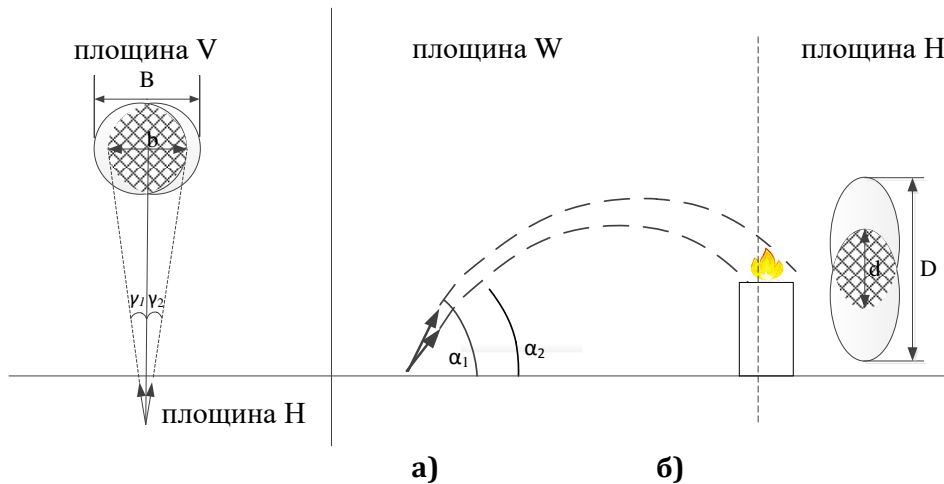


Рис. 1 – Приклади двох тактичних прийомів ураження вогнища пожежі в імітаційних експериментах: а) ціль розташована в пл. V фронтально, стволи з розведеними по азимуту ( $\pm \gamma$ ) на горизонтальній пл. H, кути їх по піднесенню пл. W практично рівні  $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2$ ; б) ціль розташована на пл. H; стволи у профільній пл. W та з кутами  $\gamma = 0$ , але з різними по піднесенню  $\alpha_2 \leq \alpha_1$

Тут, як показали імітаційні експерименти в одному випадку (рис. 1, а), кути піднесення стволів для обох умовних пакетів були близькі до нуля  $\alpha_1 = \alpha_2$ . Значення кутів їхнього розведення по азимуту встановлювалися симетрично  $\gamma_1 = -\gamma_2$ . Останні змінювалися залежно від габаритів пожежі: B – ширина всієї зони, що горить, b – ширина осередку вогнища в середині загального обсягу пожежі, де імовірно відбувається найбільш активне горіння. При цьому на рис. 4,а показаний той раціональний випадок, коли і вогнище «накрито» з подвоєною концентрацією ВР (на рис. 1 заштриховано), і на весь обсяг пожежі потрапляє ВР, що подається. Так, знаючи безперервно мінливу обстановку на пожежі (B і b) завдання тактики гасіння такої пожежі полягає в тому, що керівнику гасіння пожежі (КГП) необхідно приймати оперативні рішення, щодо скорочення (віддалення) дистанції до вогнища, розведення (зведення) стволів по азимуту. Для чого потрібне тактичне забезпечення, реалізація якого в сучасних умовах бажано здійснювати за допомогою бортового комп'ютера.

Аналогічно й у другому випадку (рис. 1,б). Тут, універсальна гусенична пожежна машина повинна використовуватися трохи інакше. По азимуту кути наведення стволів на ціль повинні збігатися і дорівнювати нулю ( $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ ), а значення кутів наведення стволів по піднесенню різні чи (у крайньому разі рівні) і визначаються з урахуванням іншого габаритного параметра пожежі d – глибини площі активної зони горіння на поверхні пожежі.

Природно, що з оперативної обстановки (значення параметрів B, D, b, d) можливий змішаний варіант. Так чи інакше, основною ланкою розробки основ тактичного забезпечення роботи універсальної ГПМ при порошковому пожежогасінні буде аналітична побудова сімейства траєкторій псевдоосі, випущеної на вогнище зі стволів під тим чи іншим кутом піднесення  $\alpha$ .

Для цього треба мати сімейство параметричних кривих, подібних до кривої рис. 1 і, як це було запропоновано в роботах [1-3], в рамках імітаційного моделювання за параметром  $\alpha$ .

Наведемо алгоритм побудови параметричного сімейства таких траєкторій, як теоретичну складову тактико-технічного забезпечення до універсальної ГПМ.

Отже, маємо по кадрах проаналізовані відеозаписи результатів проведених серій випробувань пострілів двох окремих компонентів. У наших експериментах подавання ВР щільними розпилювачами імітувало рух частинок порошку,



траєкторії потоку яких, також можна поділити на три частини, як і на рис. 1, що відображають ті самі етапи: етап I – викид потоків ВР в атмосферу (майже пряма з нахилом  $\alpha$ ); етап II – їх вільний рух в повітрі (відповідає кривій, близької до параболи); етап III – потрапляння на об'єкт пожежогасіння. Кожну траєкторію струменя ВР представляємо за допомогою добре зарекомендованого методу інтерполяційних поліномів Лагранжа. Вважалося, що розшукувана траєкторія, задана параметрично і відповідає залежності координат X і Z від часу t третього ступеня. Тоді «псевдовісева» лінія траєкторії потоку ВР, що проходить через «реперні» точки записуються у вигляді формули:

$$\begin{aligned} X(t) &= A_1(\alpha)t^3 + B_1(\alpha)t^2 + C_1(\alpha)t, \\ Z(t) &= A_2(\alpha)t^3 + B_2(\alpha)t^2 + C_2(\alpha)t, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу до горизонту ствола;  $t$  – поточний час.

Після визначення шуканих коефіцієнтів (при довільному значенні  $\alpha$ ) завдання опису траєкторій руху ВР можна враховувати вирішеним.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ostapov K. etc Improvement of the installation with an extended barrel of cranked type used for fire extinguishing by gel-forming compositions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. 4(10 (100)). P. 30–36. doi: 10.15587/1729-4061.2019.174592
2. Ostapov, K., Senchykhin, Y., Ragimov, S., Kirichenko, I. Improving the Quenching of the Undercarriage Space due to the Adhesive Properties of Gel-Forming Compositions. In Key Engineering Materials. 2022. Vol. 927. P. 53–62. doi:10.4028/p-1su80t
3. Ostapov, K., Senchykhyn Yu., Syrovoi V., Avetisian V. Improving the installation of fire gasing with gelecting compounds // Збірка наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». 2021. Випуск 33. С. 4-14. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/14116>

УДК 614.84 + 629.73

### КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ НОВИХ МОДЕЛЕЙ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

*Сергій ПАНЧЕНКО, Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент  
Михайло ПУСТОВІТ,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Створення нових моделей безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для використання у сфері пожежної безпеки є актуальним напрямком досліджень, що вимагає інноваційного підходу та врахування останніх досягнень у галузі аеродинаміки, матеріалознавства, енергетики та штучного інтелекту. Розглянемо деякі з ключових концептуальних підходів та інновацій, які можуть бути застосовані при проектуванні БПЛА для пожежогасіння.

По-перше, модульні БПЛА можуть бути швидко адаптовані до різних завдань пожежогасіння, змінюючи вантажні модулі, датчики або системи доставки вогнегасних матеріалів. Це дозволяє оптимізувати БПЛА для різних типів пожеж та умов місцевості. Компанія DJI пропонує лінійку модульних БПЛА, таких як Matrice 300 RTK, що дозволяє встановлення різних сенсорів і модулів для пожежогасіння, включаючи тепловізійні камери та спеціальні розпилувачі вогнегасних речовин.

**Таблиця 1. Сенсори/датчики, які використовуються в БПЛА**

<b>Назва сенсору/ датчика</b>	<b>Виробник</b>	<b>Тактико-технічні характеристики</b>	<b>Відстань дії</b>	<b>Використання вночі</b>	<b>Споживання енергії</b>
Тепловізійний сенсор	FLIR Systems (США)	Висока роздільна здатність, можливість виявлення джерел тепла до 1000°C	до 500 м	Так	Високе
Лідар (LiDAR)	Velodyne Lidar (США)	3D-картографування місцевості, точність вимірювання до 2 см, висока швидкість сканування	до 1000 м	Так	Середнє
Мультиспектральний сенсор	MicaSense (США)	Аналіз рослинності та моніторинг здоров'я рослин, виявлення "гарячих точок" через зміни в рослинності	до 200 м	Ні	Низьке
Сенсор якості повітря	Aeroqual (Нова Зеландія)	Моніторинг рівнів CO, CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>2.5</sub> та PM <sub>10</sub> , важливо для оцінки безпеки повітряного середовища навколо пожежі	до 100 м	Так	Низьке
Гіроскопи та акселерометри	Bosch Sensortec (Німеччина)	Визначення положення в просторі та стабілізація польоту, висока точність	Не застосовно	Так	Низьке

По-друге, використання алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту для аналізу даних з датчиків БПЛА може значно підвищити ефективність виявлення пожеж, а також планування та виконання операцій з гасіння. [1] БПЛА Firefly, розроблений компанією Percepto, використовує алгоритми машинного навчання для аналізу відеоданих в реальному часі, щоб виявляти ознаки пожежі та автоматично надсилати сповіщення операторам.

По-третє, розробка нових видів батарей з високою енергетичною щільністю та швидкісним заряджанням є ключовим фактором для збільшення польотного часу БПЛА та їх дальності дії. Інноваційні рішення, такі як літій-сірчані батареї або батареї на основі твердого електроліту, відкривають нові перспективи в цьому напрямку. Компанія Airbus Defense and Space донедавна тестувала безпілотник Zephyr, який має один з найбільших часів польоту на ринку завдяки використанню інноваційних підходів до використання сонячних батарей, пристрій протримався у повітрі 64 дні та 22 години.



Рис.1 – Проект БПЛА оснащений тепловізійним сенсором FLIR, лідаром Velodyne, мультиспектральним сенсором VicaSense, сенсором якості повітря Aeroqual на карбоново-полімерній рамі посиленій вуглецевими волокнами

По-четверте, при побудові каркасу безпілотників використовуються легкі та міцні матеріали, які забезпечують високу маневреність, тривалий час польоту та стійкість до різних погодних умов. Деякі з передових матеріалів включають: *карбонові волокна* (Carbon Fiber) - міцний та легкий матеріал, який забезпечує високу жорсткість та мінімальну вагу. Виробники: Toray Industries (Японія), SGL Group (Німеччина); *алюмінієві сплави* (Aluminium Alloys) - легкі, але міцні матеріали, широко використовуються в авіабудуванні. Виробники: Alcoa Corporation (США), Rio Tinto Alcan (Канада); *титанові сплави* (Titanium Alloys) - висока міцність при низькій вазі, стійкість до корозії. Виробники: VSMPO-AVISMA (Росія), TIMET (США); *полімери, посилені вуглецевими волокнами* (Carbon Fiber Reinforced Polymers - CFRP) - комбінують легкість та високу міцність, стійкі до ударів та корозії. Виробники: Hexcel Corporation (США), Teijin Limited (Японія); *полімери, посилені скловолокном* (Glass Fiber Reinforced Polymers - GFRP) - менш дорогі, ніж CFRP, але все ще пропонують хорошу міцність та легкість. Виробники: Owens Corning (США), Jushi Group (Китай).

У майбутньому розробка БПЛА для пожежної безпеки буде зосереджена на подальшому підвищенні їх автономності, вдосконаленні систем штучного інтелекту для кращого розуміння складних сценаріїв пожеж та інтеграції з іншими системами реагування на надзвичайні ситуації. Очікується, що інновації в області енергозберігаючих технологій та матеріалів дозволять створювати БПЛА з ще більшим польотним часом та вантажопідйомністю, що значно розширить їх можливості для виконання складних місій пожежогасіння.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Панченко, С., Ніжник, В., Биченко, А., (2023) Алгоритми використання пожежної авіації для гасіння лісових пожеж Надзвичайні ситуації та ліквідація. Т.7 №1. С. 77–88. (<https://firejournal.ck.ua/index.php/fire/article/view/149>)

УДК 614.84 + 629.73

## ВИКОРИСТАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ У КОНТЕКСТІ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ТА ЛІКВІДАЦІЇ ЇХ НАСЛІДКІВ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ

*Сергій ПАНЧЕНКО, Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Наукова праця [1] присвячена дослідженню стратегічного використання авіаційної техніки, літаків та гелікоптерів у відповідь на виникнення надзвичайних ситуацій. Проводиться порівняльний аналіз застосування в різних країнах світу за нерелевантних підходів. Сучасні технології використання авіаційної техніки в надзвичайних ситуаціях та при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій виявляються надзвичайно важливими для забезпечення ефективного реагування на виклики, пов'язані з пожежами, стихійними лихами та іншими кризовими ситуаціями. У цьому контексті, авіаційна техніка, зокрема літаки та гелікоптери, виконують ключову роль у здійсненні тактичних операцій та стратегій для надзвичайного реагування та подолання кризових ситуацій.

### 1. Показники ефективності:

#### 1.1 Час реагування:

Літаки зазвичай демонструють швидший час реагування завдяки вищому показнику крейсерської швидкості та більшого радіусу реагування. Даний аспект має вирішальне значення задля швидкого досягнення віддалених або об'ємних осередків пожежі. Літаки оснащені системами гасіння, наприклад Bombardier CL-415 (швидкість 335 км/год), можуть вантажити великі обсяги води чи вогнегасної речовини (ретарданту), точно та ефективно гасити пожежі використовуючи сучасні алгоритми реагування.

Гелікоптери в цьому контексті пропонують більшу гнучкість при посадці на різних типах місцевості, що потенційно скорочує час, необхідний для початку пожежогасіння.

#### 1.2 Використання ресурсів:

Літаки ефективно покривають великі площі вогнезахисними речовинами, ретарданами, супресантами. Типи літаків LAT (large air tanker) та VLAT (very large air tanker) підходять для боротьби з великими лісовими пожежами, де широке покриття має першорядне значення. У американських літаках C-130 Hercules до прикладу існує система наведення "MAFFS" (Modular Airborne Fire Fighting System). Ця система надає можливість точного та швидкого виливу води чи вогнегасної речовини прямо на уражену площу пожежі. У літаках "SuperScooper" серії CL-415 використовують систему "Phos-Chek" для розпилу вогнегасної речовини над пожежею.

Гелікоптери забезпечують точність націлювання на конкретні ділянки, що корисно для тактичного гасіння пожеж на складних ділянках місцевості або поблизу критично важливих об'єктів інфраструктури. У гелікоптерах у свою чергу застосовується система "Bambi Bucket". Вона застосовується на багатьох типах гелікоптерів, включаючи моделі серії Bell та Sikorsky. Bambi Bucket дозволяє гелікоптерам взяти воду з найближчих водойм та швидко вилити її на осередок пожежі.

### 2. Фактори, що впливають на вибір:

2.1 *Характер пожежі:* Літаки краще використовувати для гасіння масштабних лісових пожеж, що охоплюють великі території, тоді як вертольоти відмінно справляються з пожежами на пересіченій місцевості або поблизу населених пунктів. Розвідувальні літаки, такі як Beechcraft King Air, дозволяють швидко оцінювати розміри надзвичайних ситуацій, забезпечуючи координаторів

важливою інформацією для контролю та ефективності рятувальних операцій. "Rapid Reload" для літака 747 SuperTanker може швидко змінювати тип вогнегасної речовини що дозволяє ефективно боротися з різними типами пожеж.

Гелікоптери мають перевагу в гірських або густо вкритих лісом районах, де необхідні точні маневри. Деякі гелікоптери (Robinson R44, Bell 206 JetRanger, Airbus H125 та інші) використовують термальні камери FLIR для точного визначення місць загорань та оптимізації стратегії гасіння.

Система виявлення пожежі "WIFIRE" використовується в США для автоматичного виявлення та візуалізації розсіяних пожеж за допомогою аналізу супутникових та наземних даних. Інтеграція з супутниковими системами NASA забезпечує авіаційну техніку доступом до найсучасніших супутникових знімків для точного моніторингу надзвичайних ситуацій.

#### *2.2 Економічні міркування:*

У літаків початкові витрати на розгортання можуть бути вищими, але їхня здатність ефективно покривати великі території може призвести до економії коштів у довгостроковій перспективі. Найбільш економічним варіантом є AT-802 FireBoss - цей амфібійний літак оснащений спеціальною системою для зливання великих об'ємів води чи вогнегасної речовини. Він здатний забирати воду з водоймищ та річок без необхідності повертатись на аеродром для заповнення водозливних баків.

Гелікоптери більш адаптивні, але можуть нести вищі експлуатаційні витрати через меншу дальність польоту і вантажопідйомність. З іншого боку візьмемо вартість Sikorsky S-64 Skycrane, яка може сягати кількох мільйонів доларів, але його велика вантажопідйомність та можливість розпилення великої кількості води чи вогнегасної речовини роблять його потужним інструментом для боротьби з великими пожежами. Здатність Sikorsky S-64 летіти в обмежених просторах і точно визначати місце гасіння дозволяє ефективно використовувати його в різних умовах, що впливає на економічність його застосування.

#### *Довгострокові переваги:*

Літаки ефективно гасять великі пожежі, потенційно запобігаючи їх ескалації та зменшуючи загальні витрати на пожежогасіння. Це особливо важливо в лісових районах, де швидке реагування дозволяє попередити розповсюдження вогню. Поза пожежною ліквідацією, літаки можуть бути задіяні для евакуації людей та транспортування необхідних ресурсів. Наприклад, Lockheed C-130 може використовуватись для розподілу гуманітарної допомоги. Загалом тенденція вказує, що в Європі та світі працює система переобладнання вищезазначених літаків для використання в пожежонебезпечний сезон.

Гелікоптери мають переваги для стратегічного втручання і підтримки в тандемі з наземними силами, пропонуючи універсальність у стратегіях пожежогасіння. Каман K-MAX визначається своєю здатністю до вертикального зльоту та посадки, навіть на обмежених площадках. Його гнучкість дозволяє ефективно працювати в гірських районах та інших важкодоступних теренах. Bell 429 GlobalRanger володіє точністю маневреного руху, що робить його ідеальним для точного розпилення води чи вогнегасної рідини в окремих локаціях пожежі. Sikorsky S-70 Firehawk переобладнані для стратегічних операцій, можуть виконувати завдання, такі як транспортування великих команд рятувальників або встановлення обладнання для надзвичайних ситуацій.

#### *Недоліки:*

Літаки мають обмежену маневреність на складній місцевості і залежність від злітно-посадкових смуг для перезарядки водозливних баків.

Гелікоптери мають меншу вантажопідйомність і радіус дії, можуть вимагати частіших дозаправок, що впливає на загальну оперативну ефективність.

Таким чином, вибір між літаками і гелікоптерами для гасіння пожеж залежить від характеру і масштабу пожежі, особливостей місцевості та економічних міркувань. Всебічне розуміння цих факторів дозволяє стратегічно використовувати авіаційні засоби, оптимізуючи як ефективність, так і економічну доцільність.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Панченко, С (2021) Тенденції застосування авіаційної техніки для гасіння пожеж. *Надзвичайні ситуації та ліквідація*. Т.5 №1. С. 104–114. <https://doi.org/10.31731/2524-2636.2021.5.1.104.114>

**УДК 614.8**

### **НАДІЙНІСТЬ ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРН ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ**

*Артур РЕНКАС, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Проблема виникнення пожеж, зокрема в природних екосистемах, є на сьогодні досить актуальною в теперішній час. Лісові пожежі, пожежі, які виникають внаслідок спалювання сухою на відкритій території, пожежі торфовищ завдають шкоди довкіллю та населенню, яке проживає поблизу таких масивів. Умовою зниження цього негативного впливу є своєчасне реагування на них та гасіння в найкоротші терміни. Дослідження, пов'язані із своєчасним реагуванням на пожежі у лісових масивах розглянуті у роботах [1, 2]. Проте раціональне розміщення протипожежного обладнання недостатньо для ефективного реагування на такі пожежі. Тому слід розглянути забезпечення надійності протипожежних засобів, що застосовуються для їх гасіння, зокрема, пожежних автоцистерн. Теоретичні основи прогнозування надійності пожежних автомобілів розглянуті у роботах [3, 4], проте для удосконалення методики автори зазначають на необхідності проведення експериментальних досліджень.

Метою дослідження є підвищення надійності роботи пожежних автомобілів, що залучаються до гасіння пожеж на території лісових господарств відповідно до мобілізаційно-оперативних планів ліквідації лісових пожеж.

Для досягнення цієї мети доцільно розглянути статистику відмов пожежних автомобілів, щоб оцінити надійність пожежних автомобілів, що залучаються до гасіння пожеж у лісових масивах.

Для дослідження вибрано пожежні автоцистерни, які зазвичай використовуються у сільській місцевості для гасіння пожеж в природних екосистемах, доставки особового складу та подачі вогнегасних речовин до осередку виникнення пожежі. Розподіл пожежних автоцистерн, які залучаються до гасіння пожеж у сільській місцевості, за роками виробництва виглядає таким чином: 32 % – автомобілі 1989-2000 років виробництва; 36 % – 2001-2010 років виробництва та 32 % – з 2011 року виробництва і донині.

Аналіз несправностей пожежних автоцистерн показав, що усі їх можна розділити на групи за системами, які дають збій. Так було отримано такі групи несправностей:

- несправність двигуна внутрішнього згорання;
- несправність трансмісії автомобіля;
- несправність систем керування автомобіля;
- несправність електрообладнання автомобіля;
- несправність ходової частини автомобіля;

- пошкодження кузовних деталей автомобіля;
- несправність водопінних комунікацій;
- несправність пожежного насоса.

Розподіл за кількістю несправностей за групами та відсотковим співвідношення до загальної кількості несправностей у період з 01 січня 2019 року до 01 червня 2022 року наведено на рис. 1а. Розподіл за тривалістю ремонту за групами несправностей та відсотковим співвідношення до сумарної тривалості ремонту усіх автомобілів у період з 01 січня 2019 року до 01 червня 2022 року наведено на рис. 1б.

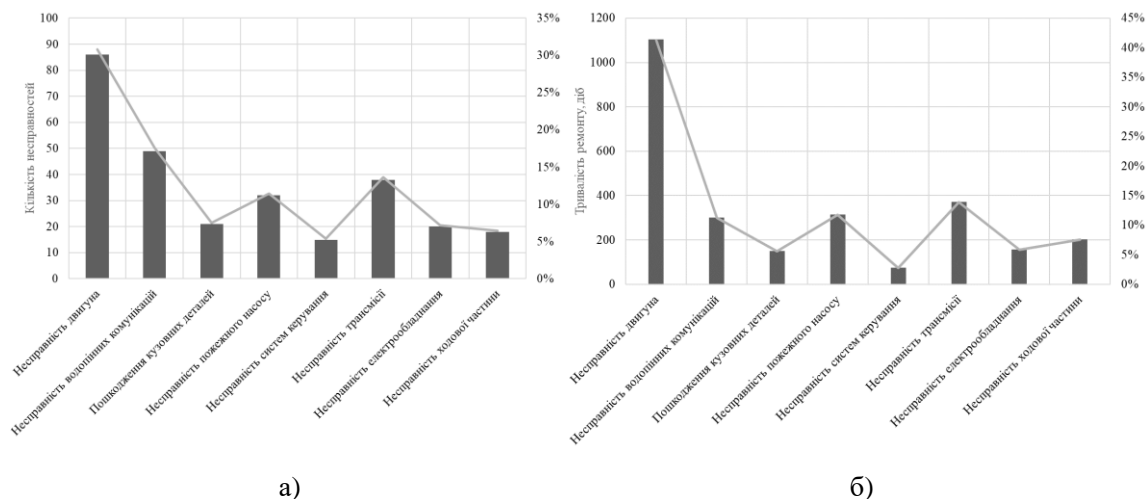


Рис. 1 – Розподіл несправностей: а) за кількістю; б) за тривалістю ремонту за 41 місяць експлуатації

Аналіз несправностей систем пожежних автоцистерн показав, що найчастіше виходить з ладу двигун внутрішнього згорання, водопінні комунікації (пошкодження вакуумного насоса, засувки та вентилів), а також систем трансмісії та пожежного насоса. При цьому тривалість ремонту цих систем становить 10-13 днів. Для підрозділів місцевої та добровільної пожежної охорони це означає, що протягом цього періоду вони не здатні виконувати завдання за призначенням. Тому необхідно замінювати цю техніку шляхом резервування. Дослідження показали, що для забезпечення безвідмовної роботи парку пожежних автомобілів достатньо здійснити резерв заміщенням однією пожежною автоцистерною на чотири підрозділи місцевої та добровільної пожежної охорони.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Renkas A.A., Popovych V.V., Rudenko D.V. (2022) Optimization of Fire Station Locations to Increase the Efficiency of Firefighting in Natural Ecosystems. *Environ. Res. Eng. Manag.*, vol. 78, no. 1, pp. 78. DOI: 10.5755/j01.arem.78.1.25581
2. Renkas A.A., Popovych V.V., & Dominik A.A. (2021). Method for determining the optimal location of firefighting equipment for localization of ground forest fires. *Series of Geology and Technical Sciences*, vol. 2, pp. 144-150. DOI: 10.32014/2021.2518-170X.46.
3. Васильєва, О. Е., Палканинець, В. В. (2013). Аналіз сучасних методів прогнозування надійності пожежних автомобілів з метою удосконалення процесу їх технічного обслуговування. *Науковий вісник НЛТУ України*, 23(15). С. 119-126.
4. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ, 1996. 75 с.

**УДК 614.84 + 629.73**

## **НАПРЯМИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ОПЕРАТОРІВ БПЛА В ДСНС УКРАЇНИ**

*Ігор РОМАНЮК, Ігор МАЛАДИКА, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Застосування безпілотних авіаційних систем в діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій є важливою складовою для успішного виконання завдань за призначенням. Сферою їх залучення сьогодні переважно є проведення розвідки пожеж та надзвичайних ситуацій, моніторингу та обстеження територій з метою попередження виникнення НС а також проведення пошуково-рятувальних операцій. Поруч з тим, виконання інших завдань, зокрема моніторингу та контролю радіаційної, хімічної обстановки, здійснення мобільного оповіщення населення та доставки вантажів за допомогою БПЛА наразі ускладнено.

Підвищити ефективність застосування БПЛА під час виконання завдань за призначенням фахівцями ДСНС України є можливим за рахунок покращення якісного складу операторів БПЛА та напрацювання єдиних підходів щодо застосування БПЛА в рамках діяльності служби [1].

Оператор БПЛА Державної авіації України, відповідно до чинного законодавства, повинен мати хоча би І-й базовий кваліфікаційний рівень підготовки зовнішнього пілота. Зовнішні пілоти (оператори) БПАК повинні проходити повну теоретичну підготовку, еквівалентну підготовці екіпажів пілотованих повітряних суден та практичну льотну підготовку, яка складається з льотної підготовки на БПАК та підготовки на тренажно-моделюючому комплексі БПАК. Теоретичні та практичні програми навчання зовнішніх пілотів (операторів) БПАК розробляються ОУ ЗСУ, ЦОВВ та ІВФ відповідно до вимог базового кваліфікаційного рівня за погодженням з уповноваженим структурним підрозділом Міністерства оборони України з питань регулювання діяльності державної авіації України [2].

Терміни навчання для отримання І-го базового кваліфікаційного рівня доходять до року, що в умовах сьогодення для керування, наприклад, БПЛА типу DJI Mavic 3 з вкрай низькими вимогами до кваліфікації оператора є досить тривалими. Поряд з цим, в Державній службі України з надзвичайних ситуацій допущені до експлуатації більше 70 різних БПЛА. Переважна більшість з них – це БПЛА компанії DJI та Autel, які можна вільно придбати сьогодні для особистого чи комерційного застосування. Подібні БПЛА зазвичай оснащені системами безпеки польотів, що включає в себе обмеження по висоті та дальності польоту, роботи в заборонених до польотів зонах, автоматичне повернення до точки старту за умови розряду акумуляторної батареї чи втрати сигналу керування та навіть системи попередження зіткнень. Таким чином компанії-виробники БПЛА для збільшення продажів їх продуктів намагаються понизити планку вимог до кваліфікації оператора БПЛА, пропонуючи до того ж навчальні режими при перших запусках.

Поруч з тим, продовжується насичення ДСНС сучасними безпілотними літальними апаратами різного призначення. Водночас набирає гостроти питання підготовки операторів БПЛА, оскільки в умовах сьогодення не завжди є можливість знаходити час на підготовку операторів, відволікаючи тим самим особовий склад від виконання завдань за призначенням.

Колектив Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України має значний досвід у сфері розробки, впровадження і використання БПЛА. Так, наприклад, на факультеті оперативно-рятувальних сил ще 4 роки тому було проведено розробку та виготовлення двох БПЛА мультироторного типу з



можливістю застосування для виконання широкого спектру завдань в тому числі в складних погодних умовах. За допомогою цих БпЛА було проведено низку наукових досліджень, вони брали участь у великій кількості тактико-спеціальних навчань та навіть залучались до зйомок у фільмі.

Співробітники інституту постійно проводять наукові дослідження щодо питань застосування безпілотних літальних апаратів у діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Наукові публікації знаходять своє відображення в тому числі у виданнях, які входять до наукометричних баз Scopus, Index Copernicus, науково-дослідних роботах, доповідях на міжнародних науково-практичних конференціях та семінарах.

Розуміючи виклики сьогодення у 2023 році було започатковано факультативну підготовку курсантів за програмою операторів БпЛА мультироторного типу. Зміст програми охоплює значну кількість питань, що відповідають вимогам до I-го базового кваліфікаційного рівня підготовки. Особлива увага відводиться практичному розкриттю питань щодо застосування безпілотних літальних апаратів при виконанні різних завдань, зокрема при оперативному обстеженні протяжних ділянок земної, водної та льодової поверхні, точкових об'єктів, проведенні пошуково-рятувальних операцій в лісовій місцевості та на воді, під час транспортування вантажів, а також при роботі за несприятливих погодних умов. Завдяки значній навчально-матеріальній базі Інституту здійснюється відпрацювання курсантами всіх вищевикладених питань при навчально-тренувальних польотах.

Вищою формою підготовки операторів БпЛА мультироторного типу можна вважати проведення змагань, що започатковано в ЧПБ імені Героїв Чорнобиля вперше серед закладів вищої освіти ДСНС України. Загалом змагання проводяться на різних локаціях, де учасниками виконуються три вправи, а саме огляд місця надзвичайної ситуації з пошуком постраждалого, проведення розвідки пожежі та виявлення постраждалого в житловій будівлі та проходження траси у комп'ютерному симуляторі. Всі учасники змагань наразі підтвердили високий рівень вмінь та навичок у застосуванні БпЛА, а в подальшому зміцнять ряди фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

В подальшому, для підвищення рівня підготовки випускників та з метою приведення програм їх підготовки до викликів сьогодення ми вважаємо доцільним проведення навчання 100% здобувачів вищої освіти з метою отримання додаткового фаху «Оператор БпЛА мультироторного типу», а в подальшому досягнення I-го базового кваліфікаційного рівня.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Ігор Маладика, Артем Биченко, Михайло Пустовіт / Формування підходу до утворення підрозділів з використання безпілотних літальних апаратів в ДСНС України // Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». Черкаси, ЧПБ, 2023 – с. 94.

2. Наказ Міністерства оборони України від 08.12.2016 № 661 «Про затвердження Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України»

**УДК 614.8**

**СМУГИ ПЕРЕШКОД ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ  
З ГАЗОДИМОЗАХИСНИКАМИ ДСНС УКРАЇНИ**

*Василь РОТАР, канд. пед. наук, доцент,  
Денис ЗАГАБА, курсант 13 взводу факультету оперативно-рятувальних сил,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Психологічна специфіка діяльності рятувальників гасіння пожежі пов'язана з особливостями виконуваних завдань, умов, засобів і способів здійснення своєї діяльності.

Кожний з негативних факторів робить досить сильний психологічний вплив на учасників гасіння пожежі, неважко уявити його інтенсивність при комплексній дії.

Таким чином, під психологічною підготовкою будемо розуміти цілеспрямований і соціально організований процес формування у ліквідаторів пожежі психологічної стійкості до екстремальних умов, що забезпечує високоефективну діяльність.

Отже, основною її метою є забезпечення психологічної підготовленості учасників гасіння до бойових дій в екстремальних умовах обстановки на пожежі.

Психологічні смуги – це пов'язані комплекси різних об'єктів, перепон і службово-навчальних ситуацій, що моделюються у процесі психологічної підготовки працівників. Мета застосування психологічних смуг полягає у практичному вирішенні та відпрацюванні складних психологічних завдань працівниками пожежно-рятувальних підрозділів у процесі виконання професійних дій.

Попри всю користь психологічних смуг, вони мають певні недоліки та труднощі у використанні. Серед них: велика витрата імітаційних засобів, обмеженість і стандартність умов та обставин (навчальний прийом втрачає своє значення для психологічної підготовки і сприймається як старий, якщо він втрачає свою психологічну силу). Тому необхідно завжди вишукувати інші види занять для практичного формування психологічної готовності.

Смуги психологічної підготовки вимагають комплексного застосування з іншими тренувальними комплексами та доповнення для здійснення ефективної підготовки. Виконання вправ на них мало позначаються на підвищенні рівня фізичної та психологічної підготовки пожежників через низький рівень впливу небезпечних факторів пожежі під час тренувань.

Заняття на тренувальних майданчиках подібні до занять на психологічній смузі. Традиційно на них розміщується навчальна башта, теплодимокамера, фрагмент житлового будинку та інші споруди. Поряд з ними повинні бути і прості тренажери для відпрацювання таких психологічно насичених дій, як, наприклад, ліквідація горіння в горловині цистерни за допомогою кошми, бойового одягу та ін.

При моделюванні екстремальних ситуацій на психологічній смузі не завжди вдається створити ситуацію, коли б людині доводилося переборювати тривогу, страх, виявляти самоволодіння та вміння побороти свою нерішучість, примусити себе. Компенсує цей недолік майданчик для емоційно-вольових вправ, який дозволяє моделювати деякі види небезпеки і загроз. Майданчик обладнується спеціальними пристроями, які підбираються за максимально можливою схожістю із реальними об'єктами.

Якщо немає можливості створювати навчальні класи та полігони, буде корисним досвід використання навчальних, службових, виробничих приміщень на території підприємства, установи, частини. Певні складні ситуації можна

створювати практично у всіх приміщеннях. Керівник занять розробляє документ, який містить перелік приміщень та ділянок території, із зазначенням складних ситуацій, які можуть створюватись.

Постійний сценарій тренувань та спрямованість на індивідуальність, не реалістичність навантажень, невідповідність умов для підготовки та відпрацювання далеко не всіх можливих оперативних завдань ланкою ставлять під сумнів ефективність цього методу підготовки.

Для покращення системи реагування на небезпечні події, пов'язані з пожежами та НС, необхідно підвищити рівень підготовки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів з використанням сучасних методик та засобів тренувань.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Конституція України (Верховна Рада України; Закон від 28.06.1996 року №254к/96-ВР).
2. Кодекс цивільного захисту України (від 02.10.2012 року №5403-VI).
3. Луц В.І. Методичні вказівки для проведення практичних занять в захисних дихальних апаратах на стиснутому повітрі для курсантів та студентів за напрямом підготовки 6.170203 «Пожежна безпека» (заняття в теплодимокамері) // Львівський державний університет безпеки життєдіяльності – Львів, 2013– 54 с.
4. Луц В.І. Аналіз тренувальних комплексів для підготовки газодимозахисників країн європейського союзу / Луц В.І., Луц І.В., Пархоменко В.О., Шпак Р.М. // Збірник наукових праць: «Пожежна безпека» Львів. 2015. - № 27 - С. 87-94.

**УДК 351.862.**

#### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОШУКУ ЛЮДЕЙ ПІД ЗАВАЛАМИ**

*Сергій ЦВІРКУН, канд. техн. наук, доцент,  
Олег ГОМОНОВИЧ,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Системи пошуку живих біологічних об'єктів під завалами та оптично непрозорими перешкодами мають досить важливе значення в житті людей. Дані системи використовують для визначення місцезнаходження живих об'єктів та спостереження за ними в межах певної території та в приміщеннях. Для розпізнавання предметів, що знаходяться за оптично непрозорою перешкодою та оцінки отриманих даних доцільним є використання спектрального аналізу. Для визначення місцеположення живих об'єктів використовують випромінювання надширококутних імпульсів електромагнітних хвиль дециметрового та метрового діапазонів і прийом сигналів, відбитих від кордонів розділу шарів досліджуваного середовища, що мають різні електричні та фізичні властивості. Обчислення координат місця знаходження шуканого об'єкта відбувається на основі вимірювань доплерівського зсуву, а підтвердження вірного визначення можливе за допомогою різних методів спектрального аналізу після отримання всіх інформаційних даних від датчиків.

**Мета дослідження.** Розробити алгоритм обробки сигналів для підвищення ефективності пошуку людей під завалами.

В роботі було розглянуто загальну структуру радіотехнічних систем виявлення людей під завалами. Також було визначено підходи до підвищення ефективності роботи радіотехнічних систем пошуку людей під завалами за рахунок поліпшення методів обробки сигналів.

В якості робочого методу було обрано метод спектральної оцінки максимальної ентропії оскільки саме цей метод допомагає забезпечити найбільшу роздільну здатність на найбільш точно визначити чи є рухомий об'єкт у підповерхневному середовищі. Завдяки цьому методу та високій роздільній здатності максимальною також є ймовірність вірного виявлення.

В роботі розглянута можливість застосування методів спектрального аналізу радіотехнічних сигналів для радіотехнічних систем пошуку людей під завалами. Завдяки цьому методу та високій роздільній здатності максимальною також є ймовірність вірного виявлення.

В результаті було проведена розробка алгоритму оброблення сигналів для радіотехнічних систем пошуку людей під завалами.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 1: Посібник / В. Г. Аветисян, М. І. Адаменко, В. Л. Александров; за заг. ред. В.Н. Пшеничного. – К. : «Основа», 2006. – 240 с.
2. Адаменко М. І. Аварійно-рятувальні та аварійно-відбудовні роботи / М. І. Адаменко, О. В. Гелета, І. Б. Федюк. – Х. : Харківська друкарня № 16, 2002. – 65 с.
3. Рудинець М. В. Цивільний захист: електронний навчальний посібник / М. В. Рудинець. – Луцьк: ЛНТУ, 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://lib.lntu.info/books/fepes/op\\_ta\\_bgd/2012](http://lib.lntu.info/books/fepes/op_ta_bgd/2012).
4. Кодекс цивільного захисту. – Введ. 2013-07-01. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
5. Державна служба з надзвичайних ситуацій України: офіційний вебсайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>.

**УДК 351.862.**

#### **УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ БПЛА В РЕЖИМІ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛЬОТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ І ОБ'ЄКТІВ**

*Сергій ЦВІРКУН, канд. техн. наук, доцент,  
Олег КОСТЮК,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На сьогоднішній день більшість існуючих безпілотних літальних апаратів пілотовані вручну, за допомогою пультів дистанційного керування, що працюють на радіоканалах. При ручному управлінні БПЛА виникають труднощі, пов'язані з підготовкою операторів, недостатньою робочою дальністю, а також обмеженнями, що пов'язані з погодними умовами.

Мета дослідження: розробка алгоритму управління БПЛА в режимі польоту по заданій траєкторії, що дозволить покращити керованість та стабільність літального апарату в режимі автоматичного польоту.

Проведені дослідження привели до створення алгоритму керування, що забезпечує безпечне керування в штатному режимі польоту безпілотного літального апарату зі специфічною конструкцією. При цьому отримано такі наукові результати:

- досліджено БПЛА заданого класу як об'єкт керування;
- розроблено динамічну модель літака для відпрацювання алгоритму керування;
- створено алгоритм керування для БПЛА.

Для відпрацювання моделі системи керування запропонована імітаційна модель, яка б замінила реальний об'єкт керування, знизивши ризик поломки у випадках допущення помилок системою автоматичного керування до нуля, а також сприяла прискоренню відпрацювання системи на імітаційній моделі. Розглянуто різні варіанти моделювання з використанням авіасимуляторів. Під час розробки моделі САК побудована експериментальна модель в авіасимуляторі FlightGear, що дозволила визначити подальший план роботи, а також візуалізувати імітаційну модель. Фінішна модель спроектована в програмному комплексі MATLAB Simulink.

В роботі використані ПІД-регулятори для вирішення завдання керування польотом ЛА по заданій траєкторії. Розглянуто різні способи отримання коефіцієнтів ПІД-регулятора. Отримано коефіцієнти, що задовольняють вимогам системи автоматичного керування. На вхід регулятора подаються помилки значень по кутах тангажа і курсу літака, а на виході отримані значення кутів, згідно з якими відхиляються органи керування. З отриманих графіків можна побачити, що перехідний процес стійкий, а автопілот здатний справлятися з поставленим завданням польоту по заданій траєкторії довільного виду.

Надалі можна будувати на базі існуючої імітаційної моделі більш складні алгоритми керування.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Андерсон, Джон Д. (2008). «Введення в польоти» шосте видання. McGrawHill. ISBN 0-07-126318-7. вебсайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>.
2. Стельмах Н.В. Програмний модуль для прискореної технологічної підготовки складального дрібносерійного виробництва приладів // Вісн. НТУУ “КПІ”. Машинобудування. — 2009. — № 54. — С. 12—17.
3. Офіційний сайт представник симулятора FlightGear. [Електронний ресурс], Містить базу знань про симуляторі FlightGear. Режим доступу: <http://www.flightgear.org/>, вільний.

**УДК 351.862.**

#### **ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ БПЛА**

*Сергій ЦВІРКУН, канд. техн. наук, доцент,  
Владислав СОРОКА,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Автоматично керовані дрони стають все більш актуальними в сучасному світі, враховуючи широкий діапазон застосувань, від моніторингу інфраструктури до автоматичної доставки товарів. Вони можуть значно підвищити ефективність робочих процесів, зменшити ризики для людського здоров'я та безпеки, а також відкривають нові горизонти для наукових досліджень.

Навчання з підкріпленням в контексті нейронних мереж є важливою та актуальною темою сучасних досліджень, оскільки воно дозволяє створювати системи, здатні адаптуватися до змінливих умов і вивчати оптимальні стратегії поведінки без прямого керівництва.

Метою роботи є оптимізація багатоцільової траєкторії польоту дрона, що включає точність позиціонування, стабільність польоту та вибір маршруту за критерієм затрат часу до досягнення мети в умовах динамічної зміни заборонених зон за рахунок застосування покращеного методу машинного навчання з підкріпленням.

Для досягнення мети дослідження поставлено і вирішено такі завдання:

- дослідження структури та архітектури фізичної моделі дрона;
- дослідження методів навчання автоматичних дронів й та покращення одного з методів навчання із підкріпленням;
- класифікація та узагальнення методів використання дронів;
- моделювання роботи запропонованого способу навчання, відображення результатів на графіку та аналіз отриманих результатів.

Реалізація та моделювання обраної методології навчання, а також аналіз отриманих результатів підтвердили високу ефективність вибраного підходу та використаної симуляції. Всі поставлені задачі були успішно виконані. В ході роботи були отримані такі наукові та практичні результати:

- було досягнуто високих показників за такими критеріями, як оптимізація вибору маршруту з огляду на мінімізацію часових затрат, стабільність польоту та точність позиціонування;

- використання запропонованої методології при однакових умовах середовища та ідентичних цілях призвело до значного підвищення цільових характеристик;

- збільшення помилки прогнозування винагороди, яке не викликало великих труднощів, але вказувало на проблему перенавчання.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. «EASA. Concept of Operations for Drones—A Risk Based Approach to Regulation of Unmanned Aircraft». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/204696\\_EASA\\_concept\\_drone\\_brochure\\_web.pdf](https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/204696_EASA_concept_drone_brochure_web.pdf)

2. «Coordinated Path-Following Control of Fixed-Wing Unmanned Aerial Vehicles». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9335475>

**УДК 351.862.**

#### **ТРЕНУВАННЯ ОПЕРАТОРІВ РОБОТІВ-САПЕРІВ**

*Сергій ЦВІРКУН, канд. техн. наук, доцент,*

*Андрій УШЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В зв'язку з подіями, які мають місце в Україні з 24 лютого 2022 року гострота розвитку галузі розмінування територій як ніколи актуальна. Забезпечення безпеки проживання та нормального функціонування людей на звільнених територіях є основною задачею даної галузі.

Мета роботи – підвищити ефективність процесу тренування професіоналів з розмінування територій шляхом впровадження програмної тренувальної системи в процес навчання операторів роботів-саперів.

Роботи-сапери є дорогим обладнанням на освоєння якого потрібні практика та час, яких за деяких умов може не вистачати. Саме тому для ліквідації даної проблеми за мету було поставлено розробити програмний продукт, який надасть операторам роботів-саперів так необхідний їм досвід управління цими засобами навіть за їх відсутності.

Було проведено теоретичний огляд способів управління роботом-сапером серед яких було виділено три основні групи: управління за допомогою кабелів, ручних контролерів та бездротових технологій. Також під час виконання роботи провівся огляд та аналіз існуючих методів розпізнавання об'єктів певного типу. У даному випадку такими об'єктами виступають вибухонебезпечні пристрої: гранати, артилерійські снаряди, протипіхотні міни, набої, що не розірвалися тощо. У

результаті детального аналізу було виявлено, що спосіб розпізнавання та класифікації об'єктів з використання нейронних мереж надає найбільш точний результат, а в теорії даний спосіб, через свою специфіку, може досягати стовідсоткової точності.

Проводився вибір технологій, інструментів та засобів розробки програмного забезпечення. Для вибору середовища розробки був проведений порівняльний аналіз двох найбільш популярних та, в свою чергу, найбільш ефективних при роботі ігрових рушіїв.

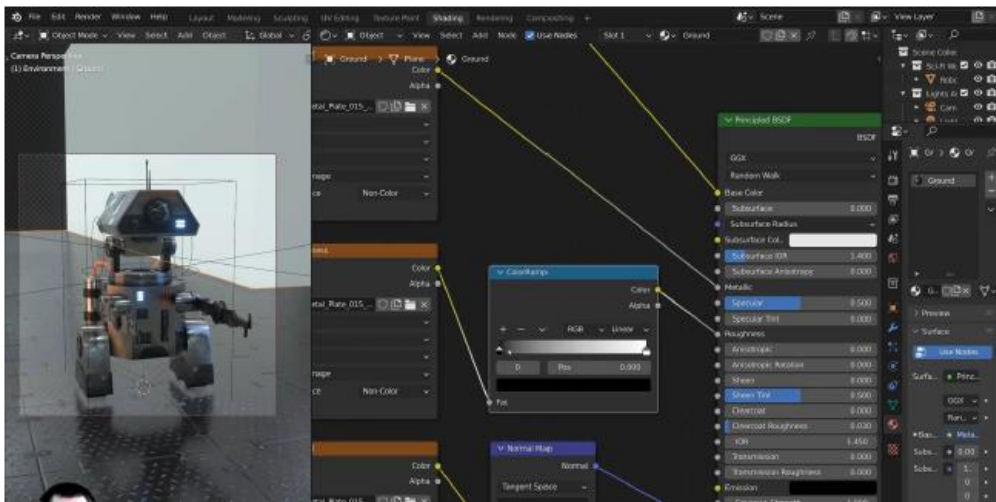


Рис. 1 – Скріншот створеного інтерфейсу користувача

Дані середовища дають змогу будувати систему дуже швидко через наявність великої кількості вбудованих багатофункціональних інструментів розробки, що пришвидшує даний процес та збільшує якість кінцевого продукту. У результаті в якості такого середовища розробки було зроблено вибір на користь ігрового рушія Unity через низку переваг, які він має на фоні Unreal Engine 4. Такими перевагами є більш стабільна робота на усіх платформах, зменшений розмір вихідних файлів, що підвищує швидкість розгортання системи, а також через свою більш розвинену спільноту користувачів, завдяки якій набагато легше знайти шляхи розв'язання певних як типових, так і нетипових задач з якими може стикнутися програміст під час процесу розробки додатку.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. В Ізюмському районі сапери ДСНС підірвалися на міні – один рятувальник загинув [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://times.kharkiv.ua/2022/10/26/v-izyumskomu-rajoni-saperi-dsns-pidirvalisya-namini-odin-ryatuvvalnik-zagynuv/>
2. Богдан Р. Як на Харківщині вчать розмінуванню [Електронний ресурс] / Руслана Богдан – Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/205284-znajti-ta-znisitiak-na-harkivsini-vcat-rozminuvannu>
3. Бондар І. Нейромережне розпізнавання об'єктів [Електронний ресурс] / Іван Бондар. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: [http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18212/Bondar\\_Neiromerezhne\\_rozpiznavania\\_obiektiv.pdf?sequence=1](http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18212/Bondar_Neiromerezhne_rozpiznavania_obiektiv.pdf?sequence=1)

УДК 351.862.

## ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-ПОШУКОВИХ РОБІТ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПЛОТНИХ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ

*Сергій ЦВІРКУН, канд. техн. наук, доцент,*

*Оксана ЧЕХМЕСТРЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Здатність використання безпілотних підводних апаратів(БПА) поліпшує вирішення значної кількості завдань пов'язаних з проведенням дослідження водного середовища, як для військового так і для цивільного використання. Наразі уже створено велику кількість безпілотних апаратів, які відрізняються системами живлення системами керування, призначенням, масою та габаритними показниками. При проектуванні БПА, всі ці особливості мають бути врахованими.

При виконанні будь яких підводних робіт, БПА має переміщуватись у середовищі з високим рівнем точності . Ефективність руху залежить від якості проектування корпусу апарату, що є одним із найважливіших її складових. Також, слід враховувати потрібність зменшення часу виконання робіт для зниження собівартості його використання. Найпростішим способом для досягнення цілі є збільшення швидкостей руху БПА по заданій траєкторії, без зменшення максимального часу роботи, тому виникає велика потреба у проектуванні якісної моделі на яку, мінімально впливатиме зовнішнє середовище.

Одним із важливих завдань яке потрібно виконати, це створення ефективного способу перевірки якості спроектованої моделі за різних умов, без необхідності експериментально її перевіряти, так як це викликає збільшення часу та матеріальні витрати.

Метою роботи є проведення моделювання складного руху безпілотного підводного апарату.



Рис 1 – Сканування дна БПА

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання:

1. Огляд стану проблеми: огляд безпілотних підводних апаратів (БПА), їх характеристик, моделей та методів дослідження руху.



2. Обґрунтування геометричної моделі БПА, обґрунтування траєкторій руху БПА.

3. Вибір та обґрунтування програмного середовища для імітаційного моделювання БПА; розробка методики проведення імітаційного моделювання.

4. Імітаційне моделювання складного руху БПА для різних траєкторій та швидкості руху, визначення гідродинамічних характеристик БПА.

5. Встановлення та аналіз функціональних залежностей гідродинамічних характеристик від параметрів складного руху БПА.

6. Розробка рекомендацій щодо забезпечення маневреності БПА

Аналізуючи особливості руху безпілотного підводного апарату, було визначено основні найскладніші траєкторії для виконання маневру. По закінченню обрання траєкторій, взято дві моделі які будуть виконувати рух по траєкторії. Для проведення моделювання було обране та обґрунтоване програмного середовища для імітаційного моделювання БПА; розроблена методики проведення імітаційного моделювання. Для цього було обране програмне середовище ANSYS, а саме його підпрограму Fluent Flow. По закінченню якого проведено імітаційне моделювання складного руху БПА для різних траєкторій та для обох моделей, визначені гідродинамічні характеристики БПА.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Varshan B., Durrant-Whyte HF Інерціальні навігаційні системи для мобільних роботів. 11 :328–342.

2. ANSYS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ansys.com/>

**УДК 614.844**

### **СТВОРЕННЯ ПОРТАТИВНОГО ПІНОГЕНЕРАТОРА ІЗ ПРОВЕДЕННЯМ ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

*Тарас ЮРГА,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Гасіння пожежі в тих розмірах, яких вона набула, на момент прибуття пожежно-рятувальних підрозділів (далі - ПРП) є основним завданням оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Ефективність гасіння пожежі досягається шляхом введення вогнегасних речовин в осередок горіння і залежить від часу оперативного розгортання.

Найбільш поширеними вогнегасними засобами є вода і повітряно-механічна піна середньої кратності, яка подається водяними стволами і повітряно-пінними стволами. Вид вогнегасної речовини визначаються керівником гасіння пожежі за даними розвідки, виходячи з тактичних міркувань специфіки гасіння матеріалів та речовин за класом пожежі.

Згідно, розвідка в задимленому приміщенні (будинку) проводиться ланкою газодимозахисної служби (далі - ГДЗС), яка укомплектовується основним пожежно-технічним оснащенням, переносними пожежними інструментами, в тому числі і ручним водяним стволом з рукавом. Якщо під час розвідки, буде встановлена необхідність подачі піни,

а ланка ГДЗС не укомплектована повітряно-піннім стволом це збільшує час введення вогнегасного засобу для гасіння пожежі. Взяти ланці ГДЗС генератор піни відразу, з собою, не маючи відповідних даних розвідки, не доцільно, так як він, через конструктивні особливості, залучення додаткової кількості о/с ланки ГДЗС, буде впливати на оперативність проведення розвідки. Таким чином, існує необхідність

доукомплектування ланки ГДЗС компактним генератором, який можна було б використовувати у вищезазначеній ситуації без ускладнюючих обставин які впливають на оперативність дій під час розвідки та реагування миттєво на ситуацію, яка може вплинути на час виконання поставлених дій за призначенням, можливості збільшення вірогідності успішного рятування людей, матеріальних цінностей та зменшення часу локалізації та ліквідації пожежі. За результатами дослідження створення генератора піни, який має бути з габаритами та геометричними розмірами, які дозволять укомплектувати ланку ГДЗС без додаткового залучення особового складу та створення умов миттєвого реагування на ситуацію під час пожежі ланкою ГДЗС.

Метою роботи є вирішення питання створення генератора піни, який має габаритні та геометричні розміри, які дозволять укомплектувати ланку ГДЗС без додаткового залучення особового складу та створення умов миттєвого реагування на ситуацію під час пожежі ланкою ГДЗС.

У науковому дослідженні вирішена важлива науково-технічна задача - обґрунтовано конструкцію компактного генератора піни середньої кратності. До основних наукових і практичних результатів дослідження відносяться:

У результаті аналізу наукових літературних джерел, встановлено, що питання, розробки компактних генераторів піни середньої кратності, якими можна доукомплектували ланки ГДЗС під час проведення розвідки у задимлених приміщеннях, не досліджувалося;

Проведений аналіз тактико-технічних характеристик піно-генераторів середньої кратності, які знаходяться на озброєнні ПРП, підтвердив складність їх застосування ланками ГДЗС під час проведення розвідки;

Результати розрахунків геометричних параметрів портативного піно-генератору та визначення складових елементів будови, надало змогу змодельовати та виготовити портативний піно-генератор;

В ході експериментальних досліджень було встановлено, що портативний піно-генератор по продуктивності відповідає ГПС-200, але при цьому він має у 2-чі меншу вагу та у 5-ть разів менші геометричні розміри транспортування;

Розроблений компактний генератор піни середньої кратності може бути використаний ланками ГДЗС під час гасіння пожеж у задимлених приміщеннях.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж»;
2. Ключ П.П., Палюх В.Г., Пустовой А.С., Сенчихін Ю.М., Сировой В.В. Пожежна тактика. – Х.: Основа, 1998;
3. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT);
4. Порядку організації роботи органів управління та підрозділів, закладів освіти системи ДСНС під час підготовки особового складу, гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та інших небезпечних подій в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження, затвердженого наказом Міністерства внутрішніх справ України від 25.09.2023 № 780
5. Довідник керівника гасіння пожежі. Київ: УкрНДІЦЗ, НУЦЗ України, ЛДУБЖД, ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України – 2015;
6. Ковальов П.А., Пономаренко Р.В., Бородич П.Ю. Довідник пожежного-рятувальника. Харків, 2017;
7. Мирошник О.М., Землянський О.М., Пелипенко М.М. Компактний генератор піни середньої кратності. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. Черкаси: 2019. №1 (3). С. 51-58.

**УДК 614.844: 538.4**

**EXPERIMENTAL STUDY OF THE GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF WATERING  
ZONES FORMED BY A HANDLINE NOZZLE PROTEK-366**

*Maria RAYKOVA, PhD,  
Technical University of Gabrovo (Bulgaria),  
Serhiy STAS, PhD, Docent, Doctoral Candidate,  
Denys KOLESNIKOV, PhD, Docent, Associate Professor,  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chornobyl Heroes*

Researches related to the generation of water jets for surface watering has been conducted for more than a hundred years. The fields of implementation of such jets are primarily agriculture and fire extinguishing. The main tasks of research are the development of means for generating water flows, determining the intensity and range of liquid supply as well, as their dispersion. A separate direction of research is the determination of the area and intensity of watering zone at each point where the sprayed jets are supplied. The question of the application of irrigation water by sprinkling related the work of J. E. Christiansen [1]. However, firstly the author considers some technical material essential to an economical design of sprinkler systems—material of interest primarily to engineers, irrigation contractors, and others engaged in manufacturing and installing sprinkler equipment. That's why it can be argued that a significant number of ideas proposed by J. E. Christiansen were correct for his time. But, the development of technologies significantly adjusts the approaches of creation and use of watering zone means. Appear more powerful pumps, more efficient means of spraying, more accurate ways of supplying sprayed liquids at a specific time and to specific points of watering zones.

It is also important to understand in which way a fire extinguishing jet is formed, how it is sprayed, and how liquid droplets move in the stream. For several decades, modeling methods are most often used to describe such processes. For example, William T. Reeves описує method for modeling fuzzy objects such as fire, clouds, and water [2]. Particle systems model an object as a cloud of primitive particles that define its volume. Over a period of time, particles are generated into the system, move and change form within the system, and die from the system. The resulting model is able to represent motion, changes of form, and dynamics that are not possible with classical surface-based representations. The particles can easily be motion blurred, and therefore do not exhibit temporal aliasing or strobing.

The fire water monitor had a limited range of pressure. When the pressure was constant, the jet distance determines the size of the air acting on water column, so the cluster and surface characteristics of the water column had changed obviously with the jet distance.) However, all of the above points to the process of jet formation and the processes inside the jet [3]. For our research, it was important to determine the main characteristics of the horizontal spraying zone.

For water supplying and aqueous foaming agents for extinguishing fires, were used jet-forming devices - handline nozzles. There are manual and carriage handline nozzles. Due to the specifics of firefighting tactics, manual handline nozzles are the most commonly used. Until recently, in Ukraine were used manual handline nozzles of structures developed in the 60s and 80s of the last century, and they were outdated both technically and morally. So happened that the handline nozzle Protek 366 became widely used in Ukraine (SPRK), which replaced the handline nozzles of the RS-50 (RSK-50) and RS-70 (RSK-70) type. Unlike them, Protek 366 handline nozzle has a wide range of nozzle flow adjustment and the ability to adjusting the spray angle of the jet from compact to sprayed. The disadvantage of the Protek-366 handline nozzle can be considered the high

value of the nominal pressure of the handline nozzle, which is 70 m of water. art. This value significantly limits the possibilities of water supplying and its agents by fire-rescue units in terms of the length and height of the laying of hose lines.

However, the PROTEK-366 handline nozzle has become widely used in the State Emergency Service of Ukraine and is used in almost every fire-rescue unit. Therefore, it is relevant to determine the geometric parameters of the spray torch at different water consumptions with the formation of the nozzle watering map. The technical documentation provided by the manufacturer does not provide information on these cutting angles.



*a*



*a*



*b*



*b*



*c*



*c*



*d*



*d*

Fig. 1. Change the length of the jet at constant pressure (6 bar) and different flow rates  
(a -115 lpm, b – 230 lpm, c -360 lpm, d - 470 lpm) [5]

Fig. 2. Change of the shape of jet at constant liquid pressure (6 bar), constant liquid flow rate (470 lpm) for different spray angles of the jet (a - min, b – 15°, c -30°, d - max) [5]

This study was conducted in order for the practical using this nozzle and to be able to quickly choose the correct mode of operation mode for it.

Thus, the size and shape of the watering zones determined, which corresponded to different operation modes of the PROTEK-366 nozzle. Experiments were conducted for four levels of consumption of fire extinguishing agents: 115-230-360-470 l/min; for two modes of jet forming: direct (solid) and sprayed; for different values of pressure on the fire nozzle: 4-5-6-7-8 bar.

For a visual demonstration of the obtained results were selected the cases of using the PROTEK-366 handline nozzle at a pressure of 6 bar with different flows and a solid jets. (Fig. 1). The change of the jet shape at the same values of pressure and flow rates, but for different spray angles, is demonstrated in Fig. 2.

The obtained results make it possible to additionally inform firefighters who use the PROTEK-366 handline nozzle in practice about the main characteristics of fire extinguishing jets. It was determined not only the effective and overall range of fire extinguishing liquid, but also the width of the watering zone for different modes of use of the handline nozzle PROTEK-366.

This study is the first stage of a larger full-scale study, where it is planned to use not only water as a fire extinguishing agent, but also aqueous solutions of foaming agents. Therefore, the sizes and shapes of the effective zones (watering zones) during the use of the handline nozzle PROTEK-366 in different modes and with different fire extinguishing agents should be determined in the future.

#### **REFERENCE**

1. Christiansen, J. E. (1942). Irrigation by sprinkling (Vol. 4). Berkeley: University of California.
2. Reeves, W. T. (1998). Particle systems—a technique for modeling a class of fuzzy objects. In *Seminal graphics: pioneering efforts that shaped the field* (pp. 203-220); (1983) ACM Transactions on Graphics. Volume 2. Issue 2. (pp. 91-108). <https://doi.org/10.1145/357318.357320>.
3. Stas, S., Yakhno, O.M., & Lavrukhin, E. (2020). Features of speed distribution and pressure of a water jet in the area of outflow from branch pipe or nozzle. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units. Kharkiv, NTU "KhPI" Publ.*, 2020, no. 1, pp. 31–35. <https://doi.org/10.20998/2411-3441.2020.1.05>.
4. Stas, S., Bychenko, A., Kolesnikov, D., Myhalenko, O., Pustovit, M., Myhalenko, K. and Horenko, L. (2023) "Determining the elongation of T-type pressure fire hoses based on full-scale experiments", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3( 1(123), pp. 13–20. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279616>.
5. Stas, S. V. Experimental study of the geometric characteristics of watering zones formed by a handline nozzle Protek-366/ S. Stas, A. Bychenko, M. Myhalenko, D. Kolesnikov// *Journal of the Technical University of Gabrovo*. – 2023. – Vol. 67. – P. 34–36, ISSN 1310–668.

### Секція 3. Фізико-хімічні процеси розвитку та гасіння пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій, екологічна безпека

---

---

УДК 614.841.45

#### УДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ ПО ФАСАДАМ БУДІВЕЛЬ

Ярослав БАЛЛО, канд. техн. наук, ст. дослідник,  
Богдан КОВАЛИШИН,

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

В роботі [1] описано програму створення нової експериментальної випробувальної установки в рамках досліджень обмеження поширення пожежі по фасадах будівель. Серед ключових чинників, які впливають на точність та якість проведення експериментальних досліджень оцінки ефективності фасадних протипожежних перешкод та, відповідно, обмеження поширення пожежі є стабільність горіння модельного вогнища пожежі. Даний чинник впливає не тільки на дотримання температурного режиму пожежі, але і впливає на стабільність висоти полум'я. В роботах [2–3] наводились дослідження, які підтверджували перевагу використання модельного вогнища пожежі класу В у порівнянні із модельними вогнищами пожежі класу А під час проведення випробувань щодо обмеження поширення пожежі зовнішніми огорожувальними конструкціями.

Слід відзначити, що для реалізації методики проведення натурних вогневих досліджень процесів обмеження поширення пожежі по зовнішнім огорожувальним конструкціям пасивними фасадними протипожежними перешкодами використовувалося вогнище пожежі площею 1,1 м<sup>2</sup> класу В з пожежною навантагою 2290 МДж/м<sup>2</sup>. В якості палива використовувалося дизель у кількості 60 л або синтетичне мастило. Даний тип та кількість палива забезпечувало горіння вогнища в деці з діаметром 1170 ± 10 мм у продовж 30 хвилин із робочим діапазоном температури в межах 700–1 200°C.

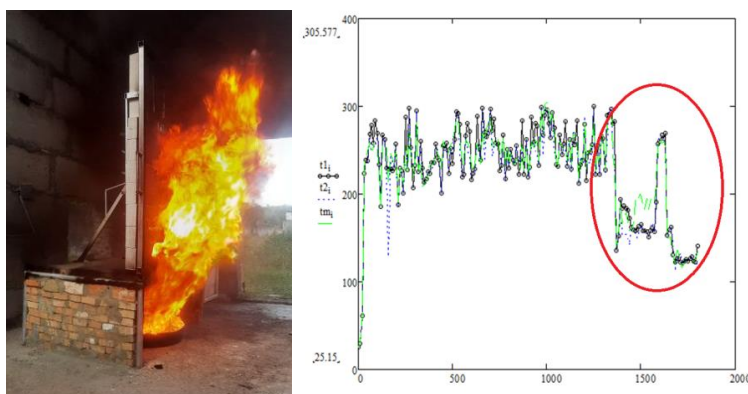


Рис. 1. Зовнішній вигляд експериментальної установки та графік температурного режиму вогнища пожежі під натурних експериментальних досліджень

Разом із тим, аналіз даних середньостатистичних відхилень для показника температури в зоні вогневої камери демонструє, що в період з 26–30 хвилини

спостерігалися суттєві дисперсії відхилень температури в зоні вогневої камери, що пов'язано із вигоранням палива та нерівністю дека модельного вогнища пожежі. На рисунку 1 наведено показники термопари, яка фіксувала температуру вогнища пожежі за результатом серії експериментальних досліджень, а червоним кольором наведено зону підвищених відхилень дисперсії.

Зважаючи, що проблемним етапом випробувань є відрізок тривалості від 26 до 30 хвилини, визначено, що на даному етапі в деці залишається близько 8–10 л палива, що як показують випробування є критичним рівнем, який не може забезпечити стабільність температурного режиму пожежі. Також, на даному етапі випробувань спостерігалось нестабільна висота вогнища пожежі, а в окремих випадках спостерігалось короткочасне його затухання.

Серед компенсуючих заходів, які можуть дозволити вирішити дану проблему може бути реалізація технічного рішення для підтримання необхідного рівня палива у деці за допомогою підвідного трубопроводу та ємкості з компенсуючим запасом палива об'ємом до 15–18 л. Даний об'єм палива та його подавання після 20 хвилини експериментальних досліджень може забезпечити необхідний його рівень у деці та забезпечити стабільний температурний режим у продовж всієї тривалості проведення натурних експериментальних досліджень з оцінки ефективності фасадних протипожежних перешкод. Разом із цим, ефективність запропонованих заходів слід підтвердити натурними випробуваннями.

Таким чином, визначено перспективне завдання удосконалення установки для прогнозування поширення пожежі по фасадам будівель для забезпечення точності та відтворюваності дослідження процесів обмеження поширення пожежі фасадними протипожежними перешкодами та оцінювання ефективності їх різних типів в залежності від їх геометричних форм та конструкції виконання.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Балло Я. В. Створення експериментального випробувального стенду в рамках досліджень обмеження поширення пожежі по фасадах будівель/ Я. В. Балло // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – Київ. – 2022 – №2 (13). – С. 21–34.
2. Ballo Ya. Justification of the type of the fire model within the framework of fire spread limitation research building facades. Science and innovation of modern world. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. London, United Kingdom. 2022 pp. 146–152.
3. Ніжник В. В. Фещук Ю. Л., Балло Я. В., Голікова С. Ю. Наукові дослідження теплового впливу факелу модельного вогнища пожежі класа В на сусідні об'єкти *Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист»*, м. Черкаси, 2019. С. 98–101.

**УДК 614.8**

#### **ПОБУДОВА МОДЕЛІ ТЕПЛОГО ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ НА РЕЗЕРВУАР З НАФТОПРОДУКТОМ**

*Олексій БАСМАНОВ, д-р техн. наук, професор,  
Володимир ОЛІЙНИК, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

Значна кількість надзвичайних ситуацій, що виникають при транспортуванні, переробці і зберіганні нафти і нафтопродуктів, починається з аварійного розливу рідини [1]. Основною небезпекою при цьому є поява джерела запалювання і спалахування парів рідини над розливом. Складність локалізації і ліквідації таких пожеж обумовлена тепловим впливом пожежі на сусідні технологічні об'єкти і, зокрема, на ємності з

горючими рідинами. Нагрів їх сталевих стінок до температури самоспалахування парів рідини може призвести до вибуху пароповітряної суміші у газовому просторі ємності.

При побудові моделі теплового впливу пожежі розливу на вертикальний сталевий резервуар з нафтопродуктом будемо виходити з наступних припущень

1. Зовнішня поверхня стінки ємності приймає участь в променевому теплообміні з поверхнею факела і навколишнім середовищем, а також конвекційному теплообміні з повітряним середовищем.

2. Внутрішня поверхня сухої частини стінки приймає участь в променевому теплообміні з поверхнею рідини, залитої в ємність, та іншими точками на внутрішній поверхні стінки, а також в конвекційному теплообміні з пароповітряною сумішшю в газовому просторі ємності.

3. Внутрішня поверхня змоченої частини стінки приймає участь в конвекційному теплообміні з рідиною, залитою в ємність.

4. Температура на зовнішній і внутрішній поверхнях стінки є однаковою.

5. Тепло розповсюджується по стінці ємності внаслідок теплопровідності матеріалу стінки (сталі).

Із припущення 4 випливає, що для стінки резервуара

$$\frac{\partial T}{\partial r} = 0, \quad (1)$$

де  $T$  – температура стінки резервуара.

Аналогічна ситуація має місце і для покрівлі резервуара: вважаючи температуру однаковою по всій товщині покрівлі, отримаємо

$$\frac{\partial T}{\partial z} = 0. \quad (2)$$

Рівняння теплопровідності в циліндрі має вигляд:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} \right), \quad (3)$$

де  $T(r, \varphi, z)$  – температура;  $a$  – коефіцієнт теплопровідності:

$$a = \frac{\lambda_c}{c_c \rho_c};$$

$\lambda_c$ ,  $c_c$ ,  $\rho_c$  – коефіцієнт теплопровідності, коефіцієнт теплоємності та густина сталі відповідно.

Для стінки резервуара із врахуванням (1) вираз (3) перетворюється на

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} \right); \quad 0 < z < H; \quad 0 < \varphi < 2\pi,$$

де  $T(\varphi, z)$  – температура стінки резервуара у точці з координатами  $(\varphi, z)$ ;  $R$ ,  $H$  – радіус та висота резервуара відповідно. Враховуючи променевий і конвекційний теплообмін стінки, отримаємо

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{q}{c_c \rho_c \delta}; \quad 0 < z < H; \quad 0 < \varphi < 2\pi, \quad (4)$$



де  $\delta$  – товщина стінки резервуара. Підстановка (2) в (3) дає рівняння розподілу температур для покрівлі резервуара

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} \right); 0 < r < R; 0 < \varphi < 2\pi.$$

Із урахуванням променевого у конвекційного теплообміну покрівлі останнє рівняння перетворюється на

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{q}{c_c \rho_c \delta}; 0 < r < R; 0 < \varphi < 2\pi. \quad (5)$$

Розв'язання диференціальних рівнянь (4)-(5) із відповідними початковими і крайовими умовами методом скінчених різниць дозволяє визначити розподіл температур по стінці і покрівлі резервуара в довільний момент часу. Це, в свою чергу, дає відповідь на запитання щодо частин резервуара, які потребують охолодження і граничного часу початку охолодження.

#### ЛІТЕРАТУРА

4. Raja S., Tauseef S. M., Abbasi T. Risk of Fuel Spills and the Transient Models of Spill Area Forecasting. Journal of Failure Analysis and Prevention. 2018. Vol. 18. P. 445–455.

УДК 614.842

#### ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ КОМПОНЕНТІВ НА ВОГНЕЗАХИСНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОКРИТТІВ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ВОДНІЙ ОСНОВІ

*Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент, Богдан КОПИЛ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Створення полімерних вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій завжди було і залишається одним із пріоритетних напрямків протипожежного захисту будівель та споруд, так як матеріальні затрати на відновлення після пожежі багатократно перевищують затрати на профілактичні заходи з вогнезахисту. Необхідність проведення протипожежного захисту будівель та споруд визначається відповідно до діючих в Україні норм, зокрема, ДБН В.1.1-7:2016, ДБН В.1.2-7:2008. Одним з основних методів підвищення вогнестійкості конструкцій з металу є застосування пасивного вогнезахисту – матеріалів, що збільшують час збереження несучої здатності будівельних конструкцій в умовах пожежі [1–5].

Найбільш поширеними вогнезахисними засобами, що масово застосовуються у світовій практиці, є тонкошарові інтумесцентні реактивні матеріали. Механізм вогнезахисної дії інтумесцентної системи полягає в утворенні вуглецевого спученого шару, що діє як бар'єр для тепла, кисню та продуктів піролізу. Збільшуючись в об'ємі та зменшуючись за щільністю, такі покриття сповільнюють нагрівання сталі та продовжують час до руйнування металоконструкції [6–10].

Крім забезпечення властивостей, необхідних для більшості лакофарбових матеріалів, плівкоутворюючий компонент повинен розкладатися в правильному температурному діапазоні разом з іншими вогнезахисними компонентами, щоб змогли пройти хімічні реакції, в результаті яких утворюється пінококс. Більше того,

він повинен мати не дуже низьку в'язкість розплаву, щоб не призвести до сповзання розплавленого вогнезахисного покриття в процесі піноутворення, і не надто високу, щоб не заважати створенню піни.

В даній роботі розглядаються результати експериментальних досліджень визначення коефіцієнту спучування, його міцності та групи вогнезахисної ефективності нових вогнезахисних покриттів на основі стирол-акрилової водної дисперсії від вмісту вогнезахисних компонентів.

В якості плівкоутворювача застосовували стирол-акрилову дисперсію Acronal 290 D, яка випускається фірмою BASF (вміст нелетких сполук – 50 мас.%, рН 7.5–9.0, середній розмір частинок приблизно 100 нм, в'язкість при 23 °С (ISO 3219, DIN 53019) при швидкості зсуву 100 с<sup>-1</sup> складає 7–15 мПа·с).

Отримання інтумісцентних покриттів зазвичай досягається при використанні трьох компонентів: джерела неорганічної кислоти, джерела вуглецю, газовиділяючого агента.

Однією з характеристик, що істотно впливає на вогнезахисну ефективність покриттів металевих конструкцій, є лінійний коефіцієнт спучування (Кс).

Для дослідження коефіцієнту спучування фрагментів вогнезахисного покриття використовується спеціальна електрична муфельна піч схема установки приведена на рис. 1.

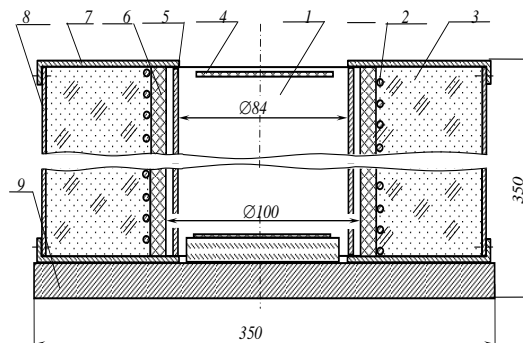


Рис. 1. Схема установки для випробувань зразків вогнезахисного покриття:  
1 – внутрішній простір камери печі; 2 – ніхромова спіраль; 3 – азбесто-шамотна засипка; 4 – азбестова тканина; 5 – сталевий муфель; 6 – стінка вогнетривкої камери; 7 – кришка; 8 – кожух печі; 9 – основа

Випробування визначення коефіцієнта спучення проводили за методикою, описаної в. Суть методики полягає у спучення покриття товщиною 1 мм, нанесеного на металеву пластину розміром 100x100 мм, термошафу протягом 5 хвилин при температурі 600 °С і вимірюванні висоти утвореного спученого шару.

Кс визначається як відношення товщини спученого шару  $h$  до вихідної товщини покриття  $h_0$ .

$$K_c = h / h_0 \quad (1.1)$$

Для випробувань використовувалась електрична муфельна піч СНОЛ 1,6.2.0.0,8/9-М-1 (потужність 2,4 кВт) з горизонтальним завантаженням.

В нормативних джерелах відсутня класифікація матеріалів пожежної небезпеки виходячи з величини кисневого індексу. Але в інформаційних джерелах містяться класифікаційні параметри, які можуть бути застосовані до матеріалів: зразки з величиною кисневого індексу менше 25 % відносяться до горючих; полімери вважаються важкогорючими матеріалами і є самозагасаючими якщо кисневий індекс 25-27%; з величиною КІ більше 27% - до важкогорючих.

На рисунку 6 представлено структуру утвореного спученого шару покриттів при експериментальних дослідженнях.

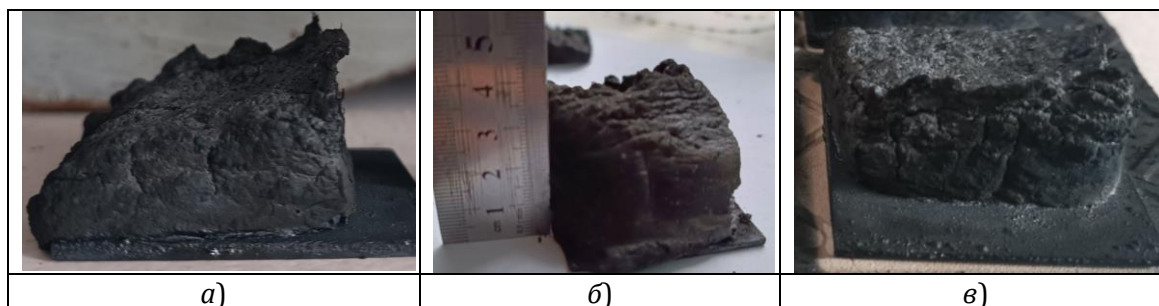


Рис. 2. Структура пінококсу при різному вмісті ПФА, ПЕ та  $Al(OH)_3$ : ПФА: ПЕ: ПФА = 15:20:35 мас. % (а), ПФА: ПЕ: ПФА = 15:20:40 мас. % (б), ПФА: ПЕ: ПФА = 20:15:40 мас. % (в)

В табл. 1 наведені дані коефіцієнту спучення ( $K_c$ ), міцності пінококсу ( $F$ ), втрати маси після випробування на визначення вогнезахисної ефективності ( $\Delta m$ ) та групи вогнезахисної ефективності покриттів (товщиною  $2 \text{ мм} \pm 0,2$ ) на основі стирол-акрилової дисперсії наповненої ПФА в кількості 25 мас. % та спільного поєднання ПЕ та  $Al(OH)_3$ .

Склад покриття, мас. % ПЕ/ $Al(OH)_3$	$K_c$	$F, \text{ г/см}^2$	Втрата маси, $\Delta m, \%$	Група вогнезахисної ефективності
15/20	17,3	5,3	3,5	I
15/30	16,9	9,5	2,5	I
15/40	9,6	11,5	3,7	I
20/20	13,3	16,5	3,8	I
20/30	11,3	17,3	5,3	I
20/40	6,3	18,2	3,4	I
25/20	19,3	11,2	2,9	I
25/30	16,6	15,3	2,8	I
25/40	11,6	18,5	2,5	I

Слід зазначити, що абсолютне значення коефіцієнта спучення не є мірою вогнезахисної ефективності, тобто, чим більше параметр  $K_c$ , тим більша вірогідність високих значень межі вогнестійкості. Перш за все, теплоізоляційна ефективність коксового каркаса за всіх інших рівних обставин залежить від його міцності та стабільності. Так, дрібнопориста піна, яка найкраще забезпечує найбільшу міцність вуглецевого шару та теплоізолюючі властивості, спостерігається для розроблених тонкошарових водно-дисперсійних покриттів наповнених наступними компонентами: ПФА 25 мас. %, ПЕ 15–25 мас. % та при  $Al(OH)_3$  40 мас. %.

Незважаючи на те, що всі дослідні покриття мають першу групу вогнезахисної ефективності, пінококс, сформований компонентами ПФА 25 мас. %, ПЕ 15–25 мас. % та при  $Al(OH)_3$  40 мас. % має пористу структуру, рівномірні, щільні і невеликі осередки, без мікротріщин і великих порожнин, що забезпечує кращі ізоляційні властивості.

В результаті проведених експериментальних досліджень по визначенню коефіцієнту спучування, його міцності та групи вогнезахисної ефективності розроблених вогнезахисних покриттів на основі стирол-акрилової водної дисперсії від вмісту вогнезахисних компонентів. Встановлено, що всі дослідні покриття мають першу групу вогнезахисної ефективності. Пінококс, сформований компонентами ПФА 25 мас. %, ПЕ 15–

25 мас.%, Al(OH)<sub>3</sub> 40 мас.%. має пористу структура, рівномірні, щільні і невеликі осередки, без мікротріщин і великих порожнин, що забезпечує кращі ізоляційні властивості.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Yasir M., Ahmad F., Yusoff P. S. M. M., Ullah S., Jimenez M. Latest trends for structural steel protection by using intumescent fire protective coatings: a review. *Surface Engineering*. 2019. № 36 (4). С. 334–363.
2. Андрущенко Л., Борисенко В., Горонескуль М., Кудін О. Інтумесцентні вогнезахисні покриття у сучасному будівництві (огляд). *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2019. № 1(29). С. 121–138.
3. Mariappan T. Recent developments of intumescent fire protection coatings for structural steel: A review. *Journal of Fire Sciences*. 2016. № 34(2). С. 120–163.
4. Zybinska O., Gravit M. *Intumescent Coatings for Fire Protection of Building Structures and Materials*. Springer Series on Polymer and Composite Materials. 2020. 216 p.
5. Беліков, А. С., Коваленко, О. В., Клименко, Г. О., Харченко, В. В. (2022). До питання зниження горючості та підвищення вогнестійкості металевих конструкцій. *Український журнал будівництва та архітектури*, № 4 (010), 2022. С. 20–25
6. Вахітова, Л. М., Калафат, К. В., Таран, Н. А., Бессарабов, В. І. (2021). Порівняння амінів як газоутворювачів вогнезахисних композицій інтумесцентного типу. *Технології та інжиніринг*. №4. 2021. С. 69–80.
7. Спіріна-Смілка О. Ю., Яковлева, Р. А., Саєнко, Н. В., Довбиш, А. В., Рибка, Є. О. (2011). Підвищення вогнезахисної ефективності епоксидних складів, що спучуються. *Проблеми пожежної безпеки*. С. 247–252.
8. Вахітова, Л. М., Таран, Н. А., Калафат, К. В., Бессарабов, В. І. (2021). Полімерні матеріали для систем реактивного вогнезахисту (огляд літератури). *Фізико-органічна хімія, фармакологія та фармацевтична технологія біологічно активних речовин*. С.110–136
9. Афанасенко К. А., Білим П. А., Михайлюк О. П. Зниження показників пожежної небезпеки композиційних полімерних матеріалів шляхом застосування сполучних, схильних до карбонізації. *Проблеми пожежної безпеки*. 2013. №. 34. С. 12–17.
10. Березовський А. І. Захист металевих конструкцій від впливу високих температур вогнезахисними покриттями, що спучуються / А. І. Березовський, І. Г. Маладіка, Р. А. Яковлева // *Вісник Черкаського державного технологічного університету* : зб. наук. праць. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – № 2. – С. 127–131.

#### **УДК 624.01**

### **ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЗДАТНОСТІ ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ ВОГНЕЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

*Олена БОРСУК, канд. техн. наук, Ігор ВЕЛИКИЙ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Нормований вогнезахист конструкцій є основою безпеки будівлі та споруд, що направлений на запобігання поширенню вогню в разі пожежі, забезпечуючи необхідний час для евакуації людей і ведення дій із пожежогасіння.

На шляху до забезпечення надійності та пожежної безпеки для будівель, що введені в експлуатацію, використовують системи вогнезахисту, основним призначенням яких є підвищення стійкості до впливу високих температур і вогню, знижуючи ризик пошкоджень та втрат в разі пожежі.

Визначення ефективності вогнезахисних систем забезпечується дослідними та розрахунковими методами. Дослідні методи базуються на дотриманні нормованих умов, описаних технічними регламентами, наявності професійного стандартизованого та повіреного обладнання, що у більшості є лише у спеціалізованих науково-дослідних лабораторіях, а також багаторазовості

повторювань дослідів для встановлення достовірності показників. Перелічені заходи є необхідними для встановлення надійності отриманих значень, однак це призводить до великих витрат для досліджень, що сягають десятків тисяч гривень. Враховуючи обмеженість у фінансуванні, широкого застосування набули математичні методи моделювання досліджень показників вогнестійкості.

Застосування методу математичного моделювання у пожежній безпеці полягає у встановленні залежності часу досягнення критичного показнику одного з трьох критичних станів. Для вогнезахисних облицювальних конструкцій таким критичним значенням є досягнення критичної температури прогрівання конструкцією, що підлягає вогнезахисту. Для застосування методу математичного моделювання необхідно мати невелику частину експериментальних значень як основу для подальшого моделювання. Першочергово необхідно провести детальний опис основних значущих параметрів. Для конструктивного вогнезахисту, наприкладі мінеральної вати – це товщини вогнезахисної конструкції та значення критичної температури [1].

Наступним є вибір математичної залежності, що надасть змогу враховувати залежність товщини вогнезахисного облицювання та температури прогріву конструкції, що захищається. Для реалізації цього завдання найкраще підходить метод лінійної регресійної моделі, що можна представити у вигляді виразу (1):

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1x_2 \quad (1)$$

Для застосування відповідної регресійної моделі I порядку складається матриця заданих значень по принципу представленого в таблиці 1. Відповідно до цієї матриці задаються можливі варіанти  $x_1$  – виражається значення товщини вогнезахисного покриття,  $x_2$  – значення критичної температури.

Таблиця 1 – Матриця заданих значень за товщиною вогнезахисного облицювання за регресійною моделлю I порядку

№	$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$
1	*	*	*
2	*	-	-
3	-	*	-
4	-	-	*

Відповідно до матриці передбачено проведення чотирьох досліджень, що відповідають найбільшій кількості можливих комбінацій. В результаті заданих значень проводять розрахунки з врахуванням математичної залежності товщини вогнезахисного облицювання до показників настання критичної температури прогрівання, як це вказано для мінераловатного облицювання представлено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Діапазон варіювання факторів для експерименту

Товщина вогнезахисного облицювання, $d_p$ , мм			Критична температура, $\theta_{кр}$ , °C		
Найменше значення, $d_{p-1}$	Середнє значення, $d_{p0}$	Найбільше значення, $d_{p+1}$	Найменше значення, $\theta_{-1}$	Середнє значення, $\theta_0$	Найбільше значення, $\theta_{+1}$
25	50	75	350	550	750

На основі встановленої регресійної моделі проводиться повний факторний експеримент у якому кожна можлива комбінація рівнів факторів випробовується один раз. Такий підхід дозволяє вивчити вплив кожного фактору на результат експерименту.

За результатами обрахунків чотирьох проведених експериментів отримані значення часу досягнення критичної температури подані в таблиці 3.

Таблиця 3 – Часові показники досягнення критичної температури

Експериментальна ситуація	1	2	3	4
Час досягнення критичної температури, t, хв	264	161	106	50

Відповідно отриманих даних поданих у табл. 3 можна отримати коефіцієнти регресійної залежності за виразом (2):

$$a_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i; \quad a_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_1 y_i; \quad a_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_2 y_i; \quad a_3 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_1 x_2 y_i, \quad (2)$$

де  $N = 4$  – кількість проведених експериментальних дослідів за матрицею повного факторного експерименту;

$x_i$  – значення відповідно матриці плану повного факторного експерименту (табл. 1);

$y_i$  – показник часу досягнення критичної температури (табл. 3).

Таблиця 4 – Коефіцієнти регресії моделі при визначенні часу настання критичного стану

Модель	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1 x_2$	145,25	67,25	39,75	11,75

Отримані коефіцієнти регресійної моделі подано в таблиці 4 та з використанням (1) можуть бути застосовані для визначення часу досягнення критичної температури проміжних значень, що лежать в межах від мінімальних до максимальних значень заданих параметрів вогнезахисної системи. Отже, застосування математичного моделювання при дослідженні вогнезахисної здатності облицювальних вогнезахисних конструкцій є ефективним для встановлення залежності показників вогнестійкості в заданому параметрі значень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Розрахункова оцінка вогнестійкості вогнезахисених сталевих балок: монографія / О. В. Борсук, С. В. Поздєєв, О. М. Нуянзін, О. В. Некора, В. М. Гвоздь, О. М. Тищенко, Н. П. Заїка – Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ, 2022. – 118с.

2. Захист від пожежі. Балки. Метод випробування на вогнестійкість (EN 1365-3:1999, NEQ) ДСТУ Б В.1.1-13:2007.

УДК 624.01

### ЗАСТОСУВАННЯ ЛЕГКОГО ПОРИЗОВАНОГО БЕТОНУ ЯК ЕФЕКТИВНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ВОГНЕЗАХИСНОГО ОБЛИЦЮВАННЯ

Олена БОРСУК, канд. техн. наук, Кароліна КУРІЛЬЧУК,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Основними матеріалами виготовлення будівельних конструкцій залишаються: камінь, бетон, залізо, дерево. Всі вони піддаються різним видам обробки, характеризуються високими показниками роботи при статичних навантаженнях та за нормальних умов роботи можуть стабільно виконувати закладені у яких робочі властивості протягом десятків років. При змінах температурних режимів, таких як

пожежа, закладені основний і додатковий ресурси в цих конструкціях вичерпуються за десятки хвилин, що призводить до їх обвалення і великих матеріальних втрат [1].

Перелічені матеріали мають багато переваг, але основним їх істотним недоліком є високі показники теплопровідності, що робить їх уразливими з точки зору пожежної безпеки. Тому актуальним питанням залишається розробка на основі будівельних матеріалів ефективного конструктивного вогнезахисту або матеріалів, що були б застосовані для зведення будівель та споруд стійких до впливу пожежобезпечних факторів. На сьогодні при вирішенні питання з підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій запропоновано низку способів, серед яких: методи створення на поверхні будівельних конструкцій теплозахисних екранів, нанесення покриттів, штукатурок і т.д.

Вибір способу вогнезахисту будівельних конструкцій залежить від техніко-економічних міркувань і здійснюється з урахуванням таких характеристик об'єкта, що захищається:

- необхідна межа вогнестійкості конструкцій;
- складність конфігурації конструкцій;
- обмеження за вагою вогнезахисного покриття;
- умови експлуатації та виконання будівельно-монтажних робіт;
- ступінь агресивності навколишнього середовища по відношенню до вогнезахисту та матеріалів конструкцій;
- Необхідний термін проведення робіт;
- Естетичний вигляд конструкцій.

Реалізуються способи з вогнезахисту будівельних конструкцій трьома основними шляхами [2]:

1. Модифікація складу, мікро- та макроструктури матеріалу для приведення його до групи з меншою горючістю.

2. Створення захисного покриття на поверхні, що зменшує прогрів матеріалу та затримує вихід горючих газів назовні, а також надходження кисню до місця реакції окиснення.

3. Встановлення захисних екранів із негорючих речовин, що захищають матеріал конструкції від впливу вогню.

Тому останнім часом практикується використання полегшених матеріалів і легких заповнювачів, спученого перліту та вермікуліту, мінеральних волокон тощо [3].

На даному етапі через свої властивості перспективним видом будівельних матеріалів з вогнезахисту є легкий бетон, який відповідає новим вимогам до будівельних матеріалів з покращеними теплоізоляційними характеристиками.

Одним із ефективних видів легкого бетону є поризований – ніздрюватий бетон. Такий вид бетону має ряд позитивних характеристик, серед яких: низька теплопровідність, теплоємність, достатня повітропроникність та паропроникність, вага (порівняно з цегляною кладкою або бетоном), негорючість та нерозповсюдження полум'я. Використання великогабаритних ніздрювано-бетонних виробів дає можливість зменшити вагу на фундамент конструкції, знизити вартість і скоротити терміни будівництва [3].

Таким чином актуальним залишається дослідження можливості підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій за допомогою поризованих бетонів, які при значних перевагах (низька теплопровідність, висока паропроникність і звукоізоляція) заслуговують на подальше вивчення в галузі застосування їх як вогнезахисних матеріалів для різного роду будівельних конструкцій.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Пушкаренко О. С., Василенко О. В., Квітковський Ю. В., Луценко Ю. В., Миргород О. В. Вогнезахисне оброблення будівельних матеріалів та конструкцій: Навчальний посібник // Х. : НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2011. – 176 с.
2. Осипенко В. І., Поздєєв С. В., Тищенко І. Ю. Будівельні матеріали та їх поведінка при дії високих температур: Навчальний посібник. // Черкаси: 2012. – 202 с.
3. Новак С. В., Григор'ян Б. Б., Нефедченко Л. М., Абрамов О. О. Оцінювання вогнестійкості будівельних конструкцій та виробів. Методи випробувань: навч. посіб. Черкаси: АПБ, 2011. 124 с.

**РОЗРАХУНКИ ЩОДО РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОНИКНЕННЯ ОСКОЛКІВ ТА РУЙНУВАНЬ  
ВІД ЗАСТОСУВАННЯ SHAHED-136 ТА 1-3 КГ TNT ДЛЯ ОДНОГО ІЗ ОБ'ЄКТІВ  
КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

Валентин ДИВЕНЬ, канд. іст. наук, доцент,  
Юрій ДЕНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Олександр ДОЦЕНКО,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Однією із загроз в умовах війни є застосування противником безпілотних літальних апаратів типу Шахед 136. Військові експерти зазначають, що реальна дальність польоту іранських ударних безпілотників може становити 1,3-1,6 тис. км. Швидкість – 185 км/год.

Вага – 200 кг.

Довжина – 3,5 м.

Розмах крил – 2,5 м.

Боєголовка – в носовій частині.

Запуск – зі спеціальної платформи.

Головна частина може становити до 50 кг вибухівки.

Застосування таких небезпечних засобів ураження становить реальну небезпеку для функціонування об'єктів життєзабезпечення, і тому важливо визначити можливий ступінь можливих пошкоджень для ліквідації наслідків від влучання ворожих безпілотних літальних апаратів.

Осколки

Початкова швидкість, м/с	1 828
Діаметр, мм	0,006
Маса, гр	0,01
Кінетична енергія, Дж	1 672,6

Глибина проникнення

Бетон, м	0,005–0,009
Грунт щільний, м	0,28
Грунт пухкий, м	0,4

Критичні значення ураження

	Shahed-136	1–3 кг
Травмування та загибель персоналу:		
- Критична відстань	6,75	3,3
- Розрив легень	10,7	5,2
- Ураження слуху	27,5	13,6
Пошкодження цегляних конструкцій:		
- Будинки повністю зруйновані	2,8	0,7
- Будинки сильно пошкоджені, потребують зносу	4,1	1
- Будинки потребують великого та середнього ремонту	12,4	3
Руйнування вікон розміром від 0,5-1,55	висока загроза	висока загроза

Масове одночасне застосування прогнозованих засобів ураження БПЛА типу Shahed-136 приведе до великих руйнувань будівель, масштабних пожеж та залишення без тепла та електроенергії населення та міської інфраструктури



Зважаючи на обмеженість ресурсів пропонується поділити заходи по захисту критичної інфраструктури по наступним критеріям:

**Активні заходи:**

- відносяться до організаційних заходів та полягають у встановленні блок-постів, патрулюванні периметру, ускладненню доступу на об'єктів інфраструктури (огородження, пропускна система, контроль доступу, відеоспостереження та т.п.).

Влаштується на об'єктах водозабору, насосної групи системи охолодження, газових установках, резервуарах із паливом, воднем, в зоні транспортних галерей, на під'їздах до станції та в зоні залізничних мостів. Обов'язковим заходом є обмеження пересування по вул. Промисловій та суміжних проїздах, що дозволяє стороннім особам фактично безперешкодно наблизитись до об'єктів захисту із метою диверсії чи коригування сторонніх дій.

**Пасивні заходи:**

- **планувальні** рішення – встановлення завдання на проектування для об'єктів, що підлягають реконструкції; складання рекомендацій щодо майбутнього розвитку систем захисту інфраструктури (які не можуть бути реалізовані в рамках наявних ресурсів чи часового проміжку);

- **тимчасові** заходи – ефективні рішення щодо зниженню ступеню ризику враження об'єктів шляхом їх маскуванню, зміщення уваги до другорядних цілей, конструкційні зменшення впливу вражаючих факторів вибуху;

- **інженерний** (конструктивний) захист критичних об'єктів.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Hesco Bastion Ltd (офіційна сторінка 'Hesco'), History [Архівовано 25 червня 2014 у Wayback Machine.](англ.)

2. HESCO Bastions [Архівовано 14 липня 2014 у Wayback Machine.](англ.)

3. 20140611 130441. YouTube. Вячеслав Сучак. 18 червня 2014. Архів оригіналу за 5 січня 2016. Процитовано 4 травня 2021.

**ТИПОВА СХЕМА ЗАХИСТУ КОМПРЕСОРНИХ, НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ТА  
ТРАНСФОРМАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДУЛЬНИХ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ  
СПОРУД HESCO MIL 1 NF HESCO MIL 7**

*Валентин ДИВЕНЬ, канд. іст. наук, доцент,*

*Юрій ДЕНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,*

*Олександр ДОЦЕНКО,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

В умовах війни гостро стоїть питання захисту об'єктів енергозабезпечення від ураженням противником різними видами крилатих ракет типу Х-101/102, літальними апаратами (Shaheed-136) або керованими авіабомбами. Для захисту об'єктів нафтопереробки і її зберігання доцільно використовувати сучасні захисні конструкції типу Hesco bastion. Фортифікаційне укріплення – бар'єр проти вибухів або стрілецької зброї. Розробила бар'єр Hesco однойменна британська компанія Hesco наприкінці 1980 року [1]. Конструкція виготовлена з дротяного контейнера із сітки та універсального стандартного авіаційного полотняного мішка-контейнера для перевезення вантажів авіацією. Використовувався дуже активно під час військових операцій в Іраку та Афганістані [2].

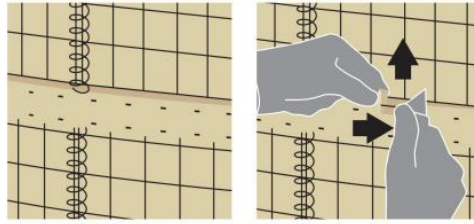


Рис. 1. Монтаж конструкції типу Hesco bastion

Для захисту однієї компресорної передбачено використання 18 «кліток» Mil7 та 36 «кліток» Mil1. Для захисту однієї насосної передбачено використання 22 «кліток» Mil7 та 44 «кліток» Mil1.

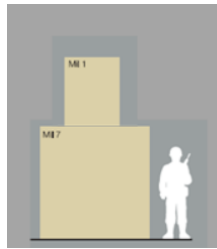


Рис. 2. Схема розміщення Mil7 та «кліток» Mil1

Для захисту 6 компресорних та 3 насосних передбачено використання 174 «кліток» Mil7 та 348 «кліток» Mil1. Це складає 14 комплектів «кліток» Mil7 та 39 комплектів «кліток» Mil1. Тривалість улаштування захисту складає не менше 3-х днів (за наявності не менше 15 працівників, 3 навантажувача, 1 вантажівка).

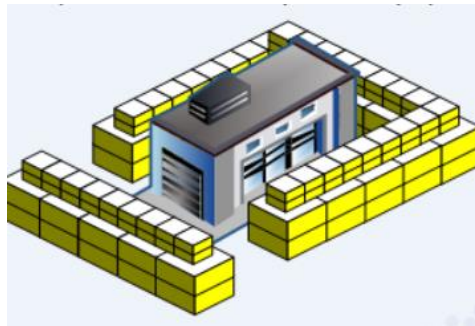


Рис. 3. Типова схема захисту компресорних та насосних станцій

Для захисту одного трансформатора передбачається зведення валу із мішків заповнених піском середньою висотою 1,5 метра у кількості 500 мішків.

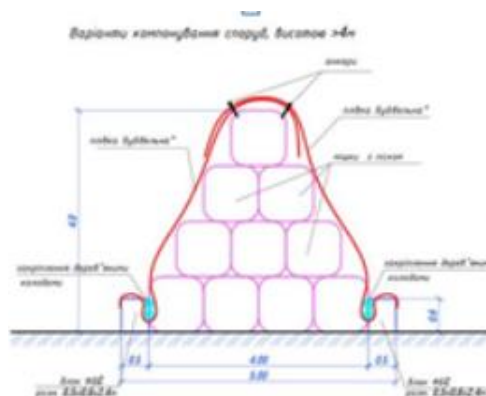


Рис. 4. Конструкція для захисту трансформаторів

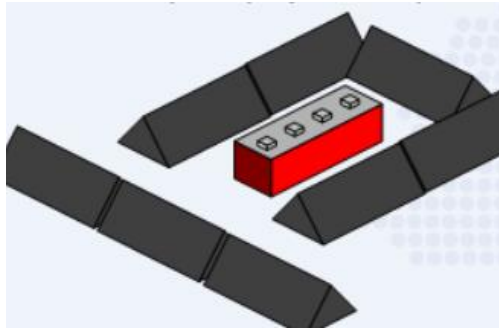


Рис. 5. Типова схема захисту трансформаторів з використанням мішків наповнених піском

Для захисту 10 трансформаторів планується укласти 5000 мішків заповнених піском у непрозорому агроволокні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Hesco Bastion Ltd (офіційна сторінка 'Hesco'), History [Архівовано 25 червня 2014 у Wayback Machine.](англ.)
2. HESCO Bastions [Архівовано 14 липня 2014 у Wayback Machine.](англ.)
3. 20140611 130441. YouTube. Вячеслав Сучак. 18 червня 2014. Архів оригіналу за 5 січня 2016. Процитовано 4 травня 2021.

**УДК 614.841.45**

#### **МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА УДАР ЗГІДНО З ДСТУ EN 1363-2:2023**

*Олександр ДОБРОСТАН, канд. техн. наук, ст. дослідник,  
Віталій КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,  
Оксана ДОБРОСТАН, канд. біол. наук, Юрій ДОЛІШНИЙ,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

На вогнестійкість певних класів стін, що виконують функції огорожувальної конструкції, можуть впливати удари, що мають місце внаслідок обрушення інших компонентів або предметів, на які діє пожежа. В [1] описано метод, яким встановлено процедуру визначення характеристичного удару і який за потреби можна застосовувати до несучих або ненесучих стін з нормованою вогнестійкістю.

На додаток до випробувального обладнання, зазначеного в [2], а також (де це застосовне) в [3] та [4], необхідно таке. Ударний пристрій потрібно підвішувати на жорстку опорну конструкцію або каркас, сконструйований так, щоб не заважати деформаціям зразка для випробування в умовах вогневого випробування. Енергію удару забезпечують падінням маятниково підвішеного мішка сфероконічної форми (рис. 1), наповненого свинцевим дробом. Ударний пристрій складається з мішка з подвійними стінками, що має геометричні розміри 650 мм × 1200 мм у порожньому стані. Його заповнено пакетами, кожен з яких містить 10 кг свинцевого дроби діаметром від 2 мм до 3 мм, перев'язаних сталеву стрічкою. Заповнений мішок поміщують у сітку, виготовлену з дротової сітки, з базовими розмірами 1200 мм × 1200 мм, комірки сітки мають розміри 50 мм × 50 мм, діаметр дроту 5 мм. Загальна маса ударного пристрою становить 200 кг. Ударний пристрій підвішують за кільце до сталевого троса, прикріпленого до фіксованої точки випробувального стенда (див. рис. 1) так, щоб під час перебування у стані спокою він лише торкався

будівельної конструкції у прогнозованій точці удару, а довжина підвісу на ділянці від точки кріплення до центра мішка дорівнювала  $(2\ 750 \pm 50)$  мм. Прогнозована точка удару має бути центральною точкою найбільшої панелі, розташованої поблизу центральної точки зразка для випробування.

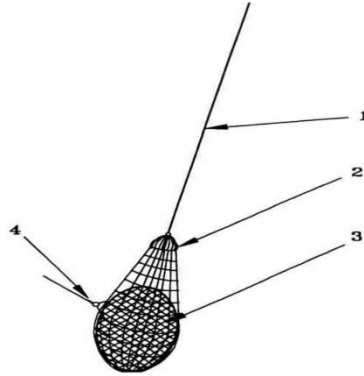


Рис. 1 – Ударний пристрій

1 – сталевий трос  $\varnothing 10$  мм; 2 – сталевий трос  $\varnothing 5$  мм; 3 – мішок, заповнений свинцевим дробом; 4 – сталевий трос  $\varnothing 6$  мм. Маса 200 кг

Ударний пристрій переводять у початкове положення, піднімаючи його в маятниково підвішеному стані за допомогою підйимального пристрою, придатного для цього. З цією метою сталеву зв'язку, що складається з двох тросів діаметром 6 мм, потрібно щільно обвити навколо центра мішка та спорядити кільцем для кріплення до підйимального пристрою. Висота падіння 1,5 м є різницею рівнів чітко позначеної горизонтальної лінії навколо центральної частини мішка (див. рис. 2), визначеної з похибкою  $\pm 50$  мм. Це відповідає енергії удару 3000 Н·м.

Потрібно нанести три удари по зразку для випробування не пізніше ніж за п'ять хвилин після завершення проміжку часу класифікації. Для несучих стін перші два удари потрібно наносити в час, коли зразок продовжує перебувати під навантаженням. Третій удар потрібно наносити після зняття випробувального навантаження. У кожному випадку спостереження та вимірювання, що стосуються ознак досягнення граничного стану, потрібно здійснювати не пізніше ніж через 2 хв після нанесення третього удару, а нагрівання потрібно продовжувати до завершення спостережень.

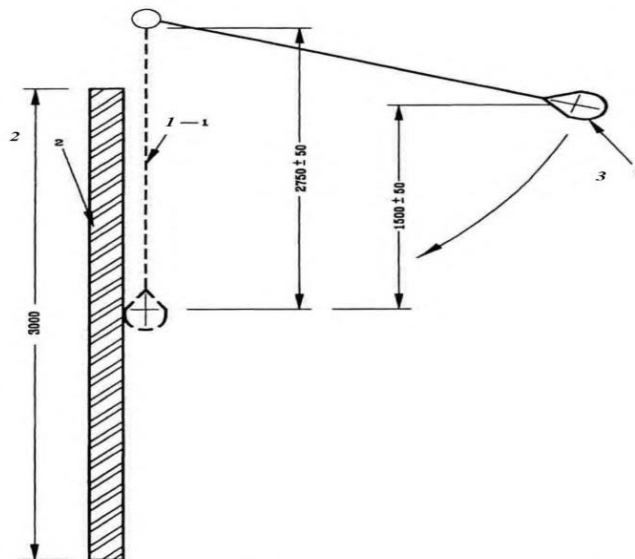


Рис. 2. Випробувальний стенд для випробування на удар  
1 – сталевий трос  $\varnothing 10$  мм; 2 – зразок; 3 – ударний пристрій

У протоколі має бути вказано, що випробування було проведене згідно з [1]. Він має містити інформацію щодо результату випробування на удар, зокрема опис точок нанесення удару, а також здійснених спостережень щодо пошкодження та деформації.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ EN 1363-2:2023. Випробування на вогнестійкість. Частина 2. Альтернативні і додаткові процедури (EN 1363-2:1999, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2024. 10 с.
2. ДСТУ EN 1363-1:2023. Випробування на вогнестійкість. Частина 1. Загальні вимоги (EN 1363-1:2020, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2024. 36 с.
3. ДСТУ EN 1364-1:2022. Випробування ненесучих будівельних конструкцій на вогнестійкість. Частина 1. Стіни (EN 1364-1:2015, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023. 38 с.
4. EN 1365-1:2012/AC:2013/ Fire resistance tests for loadbearing elements – Part 1: Walls. European committee for standardization. CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels. 2012 CEN. 24 p.

**УДК 614.8**

### **ДИНАМІКА ІММОБІЛІЗАЦІЇ ВОГНЕГАСЯЧИХ СОЛЕЙ ВИСОКОПОРИСТИМИ НОСІЯМИ**

*Георгій ЄЛАГІН, канд. хім. наук, ст. наук. співроб., інженер НДЛ інновацій у сфері  
цивільної безпеки, Іван НЕСЕН, викладач кафедри ОЗЦЗ,  
Олена АЛЕКСЄЄВА, канд. техн. наук, доцент, провідний наук. співроб. НДЛ інновацій,  
Анатолій АЛЕКСЄЄВ, канд. хім. наук, доцент, професор кафедри ОЗЦЗ,  
Дар'я СТОЛАРЧУК, курсант факультету цивільного захисту,  
Єлизавета МИХАЛЕНКО, курсант факультету цивільного захисту,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В Черкаському інституті пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля в останні роки розробляється новий тип вогнегасних засобів, які являють собою подрібнені високопористі носії з іммобілізованими внутрішньою поверхнею капілярів вогнегасячими солями [1–9], Засоби призначені для гасіння пожеж горючих рідин, розлитих на поверхні водойми, і для попередження поширення пожеж на торфовищах. Так як вода на межі рідина-повітря має достатньо великий поверхневий натяг, в обох випадках дуже малий діаметр захищає іммобілізовані солі від вимивання водою: чи водою водойми, чи дощів, чи талих снігів. При підвищенні ж температури вогнегасячі компоненти повинні десорбуватися, виходити на поверхню і припиняти горіння за фізико-хімічним механізмом інгібування.

Зона горіння рідини знаходиться над її поверхнею, отже, згідно з призначенням, у випадку гасіння пожеж рідини, засоби повинні не тільки містити достатню кількість вогнегасячої компоненти, а і зберігати плавучість на поверхні рідини, тобто мати достатньо низьку насипну масу.

У випадку ж використання на торфовищах умова зберігання плавучості відсутня.

Плавучість подрібнених високопористих носіїв, іммобілізованих солями, в першу чергу залежить від залишкової їх пористості, тобто від об'єму, який залишився незайнятим сіллю. В даній роботі наведено результати співставлення вмісту вогнегасячої компоненти у засобі і залишкової пористості носія. В якості носія використовувалися спучений вермікуліт [1, 2], і тирса деревини [3–9]. В якості вогнегасячих солей – амоній та діамоній фосфат [1–8] і калій нітрат (КН) [9]. В останньому випадку калій нітрат створював з деревиною окисно-відновну пару. При підвищенні температури у цьому випадку повинна запускатися хімічна реакція з утворенням поташу, парів води та вуглекислого газу, тобто вогнегасячих компонентів зі свіжою поверхнею.

Технологія іммобілізації в порах такого носія як спучений вермікуліт включала застосування вакуумної техніки [1, 2]. У випадку використання в якості носія тирси деревини, завдяки гнучкості стінок її капілярів, можна обійтися простим стискуванням та відпусканням її у розчині солі, в лабораторних умовах це робилося просто руками у гумових рукавичках [3–9].

В кожному випадку проводилося до трьох циклів: іммобілізація розчину – висушування. Вміст солі після кожного висушування визначався за різницею маси зразка до чергового циклу і після нього. Пористість до циклу і після нього – застосуванням розробленого простого пристрою [10, 11].

Практика показала, що проведення більше трьох циклів сенсу не має, так як в подальшому кількість іммобілізованої солі зростає дуже мало.

Як виявлено, зниження об'єму порожнин достатньо близько відображає збільшення в цих порожнинах кількості іммобілізованої вогнегасячої солі. Паралельно проведені випробування плавучості [1–9] показали, що «плавучість» засобу на основі спученого вермікуліту в середньому зберігається при вмісті солі до 0,2–0,3 г на г носія. У випадку використання в якості носія тирси деревини – до 0,4 г на г носія.

*Висновок.* Для виготовлення засобів, призначених для гасіння пожеж горючих рідин, розлитих на поверхні водойми треба проводити два цикли «іммобілізація-висушування». Для виготовлення засобів, призначених для попередження поширення пожеж на торфовищах – три цикли.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Вогнегасний засіб : пат. 91400 Україна. Опубл. 10.07.2014,
2. Спосіб виробництва вогнегасного засобу : пат. 91399 Україна. Опубл. 10.07.2014.
3. Вогнегасний засіб: пат. 136531 Україна. Опубл. 27.08.2019.
4. Спосіб виготовлення вогнегасного засобу: пат. 136533 Україна . Опубл. 27.08.2019.
5. Техніко-економічне обґрунтування організації виготовлення засобів для гасіння пожеж горючих рідин на основі вогнегасних солей, іммобілізованих пористим носієм / М. Куценко та ін. *«Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація» Збірник наукових праць Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України.* 2019. Т. 3, № 1. С. 42–50.
6. До проблеми гасіння пожеж при горінні розлитих горючих рідин / Г. І. Єлагін та ін. *Матеріали Х Української науково-практичної конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: Безпека та захист» 29-30 жовтня 2020 р., с. 142–144.*
7. Спосіб виготовлення генератора вогнегасного аерозолі : патент 147259 Україна. Опубл. 21.04.2021.
8. Обґрунтування техніко-економічної доцільності гасіння пожеж розлитих горючих речовин засобами на основі пористих носіїв з іммобілізованими вогнегасними речовинами / Г.І.Єлагін та ін. . *«Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація» Збірник наукових праць Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України.* 2021, Т. 5, № 1, С. 67–77.
9. Extinguishing media for spilled flammable liquids / G. Yelagin et al. *The scientific heritage.* 2022. Т. 1, № 84 (84). С. 15–25.
10. Спосіб визначення пористості подрібнених дрібнопористих матеріалів. Заявка на винахід 202201522 Україна від 11.05.2022.
11. Пристрій для визначення пористості дрібнопористих матеріалів / І. Несен та ін. *«Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених»: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, ад'юнктів (аспірантів).* – Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. – 305 с.

**УДК 614.8**

**РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖ НА  
ТОРФОВИЩАХ**

*Георгій ЄЛАГІН, канд. хім. наук, ст. наук. співроб., інженер НДЛ інновацій у сфері  
цивільної безпеки, Іван НЕСЕН, викладач кафедри ОЗЦЗ,  
Олена АЛЕКСЄЄВА, канд. техн. наук, доцент, провідний наук. співроб. НДЛ інновацій,  
Анатолій АЛЕКСЄЄВ, канд. хім. наук, доцент, професор кафедри ОЗЦЗ,  
Дар'я СТОЛАРЧУК, курсант факультету цивільного захисту,  
Єлизавета МИХАЛЕНКО, курсант факультету цивільного захисту,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На відміну від минулих століть, в теперішній час вважається, що болота не можна бездумно осушувати. В них необхідно зберігати певний баланс вміщення вологи, навіть штучно. На жаль, болота, що висохли природним шляхом або осушені людиною, займають значні території у всіх частинах світу. Осушені болота з акумуляторів вуглекислого газу перетворюються на потужне джерело його утворення, забруднюючи атмосферу. Ще більшої шкоди завдає неконтрольоване горіння торфу, яке дуже важко і складно гасити. Попередження поширення такої пожежі, або своєчасне придушення її, набуває особливого значення. На сьогоднішній день основні рекомендації з попередження поширення пожеж торф'яників зводяться до трьох моментів: робота з населенням, обладнання протипожежних розривів і заводнення торф'яників. Робота з населенням помітних успіхів не приносить. Обладнання протипожежних розривів і заводнення торф'яників вимагають дуже великих зусиль і коштів. До того ж, їх необхідно періодично, кожні два-три роки відновлювати або повторювати.

Розробка відносно недорогих і екологічно безпечних засобів попередження поширення пожеж на торфовищах – завдання актуальне з усіх точок зору.

Виникає питання, як попередити поширення пожежі, якщо вона часто поширюється під поверхнею. Але, виникає вона, як вважають більшість спеціалістів, майже завжди на поверхні, і виникає частіше усього з вини людини. Самозаймання тут є маловірогідним, та й то можливе воно лише в місцях торфорозробок, де торф осушений і подрібнений. Тобто, в загальному випадку спочатку вогонь виникає в певному осередку на поверхні, а вже потім поширюється і по поверхні і в глибину. Іншими словами, фізико-хімічний механізм виникнення тут пожежі полягає не в самоспалахуванні, а в спалахуванні примусовому. І первинний осередок пожежі розташований на поверхні.

Це означає, що для попередження поширення такої пожежі її треба придушити в самому початку і придушити саме на поверхні. Постійно тримати поверхню зволоженою, особливо в спекотну погоду, практично неможливо. Необхідно застосувати інший спосіб захисту поверхні, причому такий, який не вимагатиме постійної участі обслуговуючого персоналу, був би відносно недорогим і екологічно безпечним. Гіпотетично, в якості профілактики можна було б розсіяти на поверхні торфовища певну кількість вогнегасного порошку. Але всі вогнегасні порошки являють собою композицію, основною діючою речовиною якої є водорозчинна сіль. Отже, перший же дощ, або перша ж роса виміє цю сіль у нижчі шари, залишивши поверхню без захисту.

В Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля протягом останніх років розробляються засоби для гасіння пожеж рідин, розлитих на поверхні водойми, які діють за фізико-хімічним механізмом інгібування [1–9]. Засоби являють собою вогнегасні солі, іммобілізовані тонким шаром на внутрішній поверхні високопористого носія. В якості носія використовуються спучений вермікуліт, або тирса деревини. В якості вогнегасячої компоненти - амоній- та діамонійфосфат. Співвідношення носій:сіль обрано таким, щоб засіб мав насипну масу, меншу за 0,8-0,9 г/см<sup>3</sup>, і завжди залишався на поверхні рідини, тобто в зоні горіння.

Той же принцип – використання високопористого носія з іммобілізованими в порах вогнегасячими компонентами - покладено в основу засобів для попередження поширення пожеж на торфовищах, які розробляються останніми роками. Ситуація тут навіть простіша: не треба піклуватися про регулювання насипної маси, можна ввести стільки вогнегасячої компоненти, скільки носій здатен іммобілізувати. Знаходження вогнегасної компоненти у вузьких порах носія перешкоджає вимиванню її дощовою водою і, в той же час, забезпечує вихід цієї компоненти на поверхню носія за рахунок десорбції при підвищенні температури. Передбачається, що такий засіб треба буде вносити один раз на три-чотири роки в період після танення снігового покриву, тобто в березні-квітні. Він буде досить довгий час залишатися на поверхні торфу, попереджаючи поширення горіння. Крім усього іншого, компоненти такого засобу екологічно нешкідливі. Спучений вермікуліт використовується у сільському господарстві для структурування ґрунтів, деревна тирса є природним матеріалом, а вогнегасячі солі (амоній фосфат і ін.) є, по суті, мінеральними добривами.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Вогнегасний засіб : пат. 91400 Україна. Опубл. 10.07.2014,
2. Спосіб виробництва вогнегасного засобу : пат. 91399 Україна. Опубл. 10.07.2014.
3. Вогнегасний засіб: пат. 136531 Україна. Опубл. 27.08.2019.
4. Спосіб виготовлення вогнегасного засобу: пат. 136533 Україна. Опубл. 27.08.2019.
5. Вогнегасний засіб: пат. 141869 Україна. Опубл. 27.04.2020.
6. Спосіб виготовлення вогнегасного засобу: пат. 141870 Україна. Опубл. 27.04.2020.
7. Спосіб виготовлення генератора вогнегасного аерозолу : пат. 147259 Україна. Опубл. 21.04.2021.
8. Спосіб виробництва генератора вогнегасного аерозолу: пат. 147260 Україна. Опубл. 21.04.2021.
9. Extinguishing media for spilled flammable liquids / G. Yelagin et al. *The scientific heritage*. 2022. Т. 1, № 84 (84). С. 15–25.

**УДК 696:697 (075.8)**

#### **ЗАХИСТ МЕТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ ВІД КОРОЗІЇ**

*Наталія ЗАЇКА, ад'юнкт, Петро ЗАЇКА, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Метал використовується для виготовлення найрізноманітніших виробів, в тому числі і будівельних конструкцій. Висока міцність, стійкість до зношування, деформацій, впливу вологості, ультрафіолету і перепадів температурного режиму, простота монтажу і доступна ціна – все це робить сталеві профілі надзвичайно популярними при зведенні об'єктів будівництва.

Для поліпшення експлуатаційних властивостей конструкції необхідно додатково захистити метал від корозії. Сучасні технології обробки спрямовані на припинення і придушення розвитку цих процесів, збереження і підтримання працездатності сталевих елементів протягом тривалого періоду, тобто збільшення терміну їх служби до 50 і більше років. Комплекс захисних заходів обирається виходячи з аналізу умов експлуатації металоконструкцій.

Корозія виникає в результаті контакту металу з киснем. Корозія вражає поверхню виробу під впливом різних факторів, таких як перепади температурного режиму та збільшення вологості. Вплив на метал агресивного середовища також може запустити процес окислення.

Антикорозійний захист будівельних металоконструкцій передбачається на етапі проектування. Будівельні норми і правила передбачають конструктивні



способи захисту, метою яких є підібрати підходящий матеріал для обмеження доступу агресивних чинників до металу, а також правильне його нанесення.

Будь-яка конструкція, крім силових впливів, що викликають об'ємний напружений стан, піддається фізико-хімічним впливам навколишнього середовища. Середовище може бути в газоподібному, рідкому або твердому вигляді, а найчастіше – багатофазному. Зокрема, на фундаменти може діяти прилеглий до них ґрунт (в багатьох випадках насичений ґрунтовими водами), на стіни і покриття діє зовнішня і внутрішня атмосфера різної вологості та забрудненості. Окремі агенти середовища характеризуються більшою чи меншою агресивністю по відношенню до різних матеріалів конструкцій, тобто здатністю за певний термін викликати повне або часткове їх руйнування. Вплив середовища може бути або агресивним (найчастіше), або сприятливим, що сприяє стабілізації і навіть зміцненню матеріалу.

Завданням проектувальника, який призначає той чи інший антикорозійний матеріал для застосування в конструкціях з наявністю агресивних середовищ, є оцінка агресивності різних середовищ, опис дії середовища на матеріали і конструкції, складання рекомендацій по вибору матеріалів, стійких в даних умовах. При цьому головну увагу необхідно приділяти впливу хімічних реагентів і захисту від них матеріалів і конструкцій.

Агресивне середовище впливає переважно на поверхневі шари конструкцій, поступово проникаючи в глибину, особливо якщо матеріал недостатньо щільний. Тому дуже часто захист конструкцій від агресивних впливів середовища зводиться до ущільнення матеріалу в поверхневому шарі або нанесення досить щільних і стійких до даного середовища захисних покриттів – облицювань, штукатурок, клеючої ізоляції або фарбування. В період експлуатації будівель і споруд ці захисні покриття повинні періодично і своєчасно оновлюватися.

Для підвищення стійкості матеріалів і конструкцій, що працюють в кислих середовищах, рекомендуються спеціальні мастики, розчини і бетони на рідкому склі, сірчаному цементі і бітумі. При наявності змінних (кислотно-лужних) впливів або при впливі висококонцентрованих або підігрітих хімічних розчинів необхідне застосування більш стійких матеріалів на основі пластмас і пластбетонів.

Для первинного захисту будівельних конструкцій від корозії використовують корозійностійкі для даного середовища покриття. При необхідності передбачають вторинний захист поверхні конструкції:

- лакофарбовим покриттям;
- клеючою ізоляцією з листових і плівкових матеріалів;
- облицюванням, футерівкою, застосуванням виробів з кераміки, шлакоситалу, скла, кам'яного лиття, природного каменю;
- штукатурними покриттями на основі цементу, полімерних в'язучих, рідкого скла, бітуму (в тому числі полімербетону – при дії рідких середовищ, при розташуванні конструкції в ґрунті);
- ущільнюючим просоченням хімічно стійкими матеріалами – при дії рідких середовищ і ґрунту;
- гідрофобізацією – при періодичному зволоженні водою або атмосферними опадами, утворенні конденсату, в якості ґрунтового шару під лакофарбове покриття.

Для бетонних і залізобетонних конструкцій будівель і споруд з агресивними середовищами необхідно передбачати застосування тільки наступних цементів: портландцементу, шлакопортландцементу, сульфатостійкого, глиноземистого і напружуючого цементів. Не допускається введення хлористих солей до складу бетону для залізобетонних конструкцій, а також в розчини для ін'єктування каналів, замонолічування швів і стиків конструкцій. Товщину захисного шару бетону для площинних конструкцій приймають 15 мм для слабоагресивного і середньоагресивного середовищ та 20 мм – для сильноагресивного середовища. Для аналогічних монолітних конструкцій необхідна товщина захисного шару підвищується на 5 мм. Усе антикорозійне покриття виконують при позитивних температурах. При виконанні робіт при негативних температурах необхідне відігрівання основи, застосування підігрітих складів, тепловий захист покриттів.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Будівлі та споруди та їх поведінка в умовах пожежі / В.М. Андрієнко, С.В. Поздєєв, Ю.А. Отрош, С.А. Єременко, О.М. Тищенко, О.В. Некора, О.М. Нуянзін, М.В. Білошицький. Київ: «Українська технологічна група». 2014. С. 58-59.
2. Хімічна корозія та захист металів : навчальний посібник / П. І. Стоєв, С. В. Литовченко, І. О. Гірка, В. Т. Грицина. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна. 2019. С.48-62.
3. Безпека експлуатації будівель і споруд та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: навч. посібник / О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський, Ю.В. Луценко, О.В. Миргород. Х. : НУЦЗУ. 2010. С. 35-57.

**УДК 531.31**

#### **СИСТЕМИ СЕЙСМОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

*Наталія ЗАЙКА, ад'юнкт, Костянтин МИГАЛЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Загальна класифікація систем сейсмосахисту споруд складається з традиційних методів забезпечення сейсмостійкості та спеціальних засобів сейсмосахисту. До традиційних методів забезпечення сейсмостійкості відносяться:

##### **Цегляні будівлі**

Цегляні будинки висотою до чотирьох поверхів є найпоширенішим типом будівель у сейсмічних районах. Міцнісні і деформаційні властивості кам'яних кладок є такими, що вони погано чинять опір дії сейсмічних навантажень. Вразливими місцями будівель при землетрусах є ділянки з'єднання поздовжніх і поперечних стін. При дії горизонтальних сил у площині перекриттів найскладніше зусилля зсуву сприймаються в місцях з'єднання перекриттів зі стінами. Тому в кам'яних стінах влаштовуються окремі залізобетонні включення, що істотно підвищують несучу здатність кам'яних конструкцій. У стінових будівлях стійкість та жорсткість несучих стін підсилюється залізобетонними об'язками замонолічування, антисейсмічними поясами таантисейсмічними сердечниками.

##### **Великопанельні будівлі**

Зведення великопанельних будинків у сейсмічних районах вважають більш доцільним, бо вони приблизно у 2 рази є легшими за цегляні та мають більшу просторову жорсткість. Нові будівлі із залізобетонними конструкціями витримують підземні поштовхи силою до 8 балів і більше. Великопанельні будівлі для підвищення механічної міцності слід проектувати з подовжніми і поперечними несучими стінами, об'єднаними між собою і з перекриттями та покриттями в єдину просторову систему, що сприймає сейсмічні навантаження. Зовнішні стіни розраховують на горизонтальні навантаження. У будівлях вище 5 поверхів застосовують панелі з подвійною арматурою. Перекриття рекомендовано виконувати з панелей «на кімнату» з рифленими гранями.

##### **Каркасні будівлі**

У каркасних будівлях конструкцією, що сприймає горизонтальне сейсмічне навантаження, може служити: каркас, каркас із заповненням, каркас з вертикальними зв'язками, діафрагмами або ядрами жорсткості.

Для сприйняття сейсмічних впливів жорсткі вузли залізобетонних каркасів будівель повинні бути посилені застосуванням зварних сіток, спіралей або замкнутих хомутів. В каркасних будівлях враховують додаткові сейсмічні горизонтальні навантаження, встановлюючи діафрагми і зв'язки.

Деякі землетруси викликають у каркасних будівлях руйнування колон за великих переміщень нижнього поверху. Одним з можливих шляхів збереження

колон нижнього поверху, а значить і будівлі в цілому, є застосування в нижньому поверсі резервних жорстких вертикальних елементів (РВЕ).

Використання цих РВЕ викликає перебудову внутрішньої структури системи, зміну її динамічних характеристик і підвищує надійність споруди при сейсмічних діях різного типу.

#### **Спеціальні засоби сейсмозахисту**

Спеціальні засоби сейсмозахисту є на сьогодні одним з найбільш перспективних напрямів у галузі сейсмостійкого будівництва. Згідно з прийнятою класифікацією, всі методи спеціального сейсмозахисту можна поділити на активні (що мають додаткове джерело) і пасивні.

Активний сейсмозахист включає додаткові джерела енергії та елементи, що регулюють роботу цих джерел, проте його реалізація вимагає значних витрат на улаштування й експлуатацію. Це виключає можливість широкого застосування активного сейсмозахисту для будівельних конструкцій.

Спеціальні методи пасивного сейсмозахисту, які не використовують додаткових джерел енергії поділяють на сейсмоізоляцію та сейсмогасіння.

У системах сейсмоізоляції забезпечується зниження механічної енергії, одержуваної конструкцією від основи, шляхом настроювання частот коливань споруди від переважаючих частот дії. Розрізняють адаптивні і стаціонарні системи сейсмоізоляції. В адаптивних системах динамічні характеристики споруди незворотно змінюються у процесі землетрусу, «притосовуючись» до сейсмічної дії. Наприклад, у нижній частині будівлі між несучими стояками нижнього поверху встановлюють зв'язкові панелі, що відключаються (руйнуються) при інтенсивних сейсмічних діях, коли у спектрі дії переважають періоди, рівні або близькі до періоду вільних коливань споруди. Після відключення панелей частота вільних коливань падає, період збільшується, внаслідок чого відбувається зниження сейсмічного навантаження. Як недоліки адаптивних систем слід вказати, що після руйнування зв'язків, які вимикаються, під час землетрусу необхідне їх відновлення, що не завжди можна здійснити практично. У стаціонарних системах динамічні характеристики зберігаються у процесі землетрусу. Найбільшого розповсюдження серед систем стаціонарної сейсмоізоляції набули сейсмоізолюючі фундаменти, які достатньо широко застосовуються у практиці сейсмостійкого будівництва.

В системах сейсмогасіння, що включають енергопоглиначі і динамічні гасителі, значний ефект гасіння коливань досягається шляхом використання спеціальних поглиначів енергії, що мають підвищені дисипативні властивості. Механічна енергія конструкції, що коливається, переходить в інші види енергії, що приводить до демпфування коливань або до перерозподілу енергії від захищеної конструкції до гасителя. Розсіювання енергії в системах сейсмогасіння відбувається за рахунок:

- роботи сил пластичної деформації;
- сухого або в'язкого тертя;
- застосування пружнофрикційних зв'язків;
- динамічних гасителів коливань.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Безпека експлуатації будівель і споруд та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: навч. посібник / О. В. Васильченко, Ю. В. Квітковський, Ю. В. Луценко, О. В. Миргород. Х.: НУЦЗУ. 2010. С. 122–168.

2. Дослідження впливу сейсмоізоляції на напружено-деформований стан висотної будівлі під дією сейсмічних навантажень / Г. В. Гетун, В. О. Сахаров, В. А. Мельник. Світ геотехніки. – Вип. 2, 3. : НДІБК. 2013. С. 18–23.

УДК 614.841

### МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЧАСУ ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ТІЛО

Яна ЗМАГА, канд. техн. наук, доцент, Микола ЗМАГА, д-р філософії,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Аналітичне розв'язання задачі нестационарної теплопровідності за нелінійних граничних умов є досить важким завданням, тому було застосовано чисельний метод розрахунку теплопередачі через пакет багатошарової ізоляції, а саме метод елементарних теплових балансів. Чисельні методи розв'язання подібних завдань припускають розбиття тіла (системи тіл) на кінцеве число вузлів, перетворення рівняння теплопровідності з диференціальної в кінцево-різницеву форму і запис такого рівняння для кожного вузла. З урахуванням лінійної постановки завдання кожен шар ізоляції розбивали на кінцеве число вузлів, що також мають форму шару. Зміна теплоізоляції  $j$ -го вузла для  $i$ -го шару ізоляції за час  $\Delta\tau$  визначається з рівняння теплового балансу:

$$C_i \varphi_i \Delta S_i (t''_{ij} - t'_{ij}) = \sum q_{ij} \Delta \tau. \quad (1)$$

Умови правильного вибору лінійного розміру вузла  $\Delta S_i$  і кроку інтегрування в часі  $\Delta\tau$  має вигляд:

$$\frac{\alpha_i \Delta \tau}{\Delta S_i^2} \leq \frac{1}{2} \quad \alpha_i = \frac{\lambda_i}{C_i \varphi_i}. \quad (2)$$

Крок інтегрування за часом є ідентичною величиною для всіх шарів ізоляції. Лінійний розмір вузла в межах одного шару ізоляції має постійну величину. У кожному шарі ізоляції виділено по 3 вузли.

Система теплообміну для першого шару ізоляції включає рівняння теплового балансу кожного з шарів. Статті приходу тепла записані без знаку, витрати – зі знаком «мінус».

Для першого вузла статті приходу та витрати тепла мають вигляд:

$$C_1 \varphi_1 \Delta S_1 (t''_{1,1} - t'_{1,1}) = (q_\lambda + q_k + q_T) * \Delta \tau. \quad (3)$$

Щільність теплового потоку випромінюванням  $q_\lambda$ , що характеризує надходження тепла, виражається формулою

$$q_\lambda = 2C_{\text{пр}} \left[ \left( \frac{T_\Phi}{100} \right)^4 - \left( \frac{T'_{1,1}}{100} \right)^4 \right] * \overline{\Psi}_{1,2}, \quad (4)$$

де наведений коефіцієнт випромінювання  $C_{\text{пр}}$  визначається

$$C_{\text{пр}} = \frac{C_0}{1 + \overline{\Psi}_{1,2} * \left( \frac{1}{\varepsilon_\Phi} - 1 \right) + \overline{\Psi}_{1,2} * \left( \frac{1}{\varepsilon_{06}} - 1 \right)}. \quad (5)$$

Щільність теплового потоку вільною конвекцією на зовнішній поверхні, що характеризується витратою тепла в навколишнє середовище, виходить із рівняння

$$Nu = 0,508 * Pr^{0,5} * (0,925 + Pr)^{-0,25} * Gr^{0,25}, \quad (6)$$

де

$$Nu = \frac{\alpha * L}{\lambda}; Pr = \frac{\nu}{a}; Gr = \frac{\varphi \beta (T'_{1,1} - T_B) L^3}{\nu^2}; \beta = \frac{\varphi (T'_{1,1}) - \varphi (T_B)}{\varphi (T'_{1,1}) - \varphi (T_B - T'_{1,1})}. \quad (7)$$

Теплофізичні властивості повітря приймаються для середньої температури, дорівнюють  $(T'_{1,1} + T_{\text{в}})$ . Визначивши коефіцієнт тепловіддачі вільною конвекцією на зовнішній поверхні  $\alpha$ , щільність теплового потоку  $q_{\text{к}}$  знаходять за формулою:

$$q_{\text{к}} = -\alpha(T'_{1,1} + T_{\text{в}}). \quad (8)$$

Щільність теплового потоку випромінюванням із внутрішньої поверхні

1-го шару ізоляції на зовнішню поверхню 2-го шару (витрата тепла) з урахуванням особливостей теплообміну шляхом випромінювання між двома нескінченними пластинами

$$q_{\wedge} = -C_{\text{пр1}} \left[ \left( \frac{T'_{1,3}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{2,1}}{100} \right)^4 \right], \quad (9)$$

$$\text{де } C_{\text{пр1}} = \frac{C_0}{1/\varepsilon_{1,3} + 1/\varepsilon_{2,1} - 1}. \quad (10)$$

Щільність теплового потоку  $q_{\text{в}}$  що витрачається на нагрівання повітря в зазорі, наближено визначається

$$q_{\text{в}} = \frac{C_{\text{в}} \varphi_{\text{в}} \delta_1}{\Delta \tau} \left( \frac{T''_{1,3} - T'_{2,1}}{2} - \frac{T''_{1,3} + T'_{2,1}}{2} \right) = -C_{\text{в}} \varphi_{\text{в}} \delta_1 (T''_{1,3} - T'_{1,3}) / 2 \Delta \tau. \quad (11)$$

Величина  $q_{\text{в}}$  є аналогом густини теплового потоку вільної конвекції повітряному проміжку. Щільність результуючого теплового потоку безпосередньо на поверхню тіла людини визначається з рівняння

$$q_{\text{в}} = C_{\text{пр3}} \left[ \left( \frac{T_{3,3}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\tau}}{100} \right)^4 \right] + \frac{\lambda_{\text{эфф}}}{\delta_3} (T_{3,3} - T_{\text{п}}). \quad (12)$$

Знаючи щільність результуючого теплового потоку на поверхню тіла, максимальну та інтегральну щільність потоку теплового впливу (навантаження) знаходять за формулою:

$$q_{\text{в}} = \frac{\sum_{\tau=0}^t q_{\text{в}} \Delta \tau}{\sum_{\tau=0}^t \Delta \tau}, \quad (13)$$

де інтервал підсумовування за часом  $t$  для максимального навантаження становить 1с., а для інтегрального – відповідно до ступеня переносимості людиною теплової радіації.

Алгоритм розрахунку безпечного часу теплового впливу на тіло. У момент часу  $\tau = 0$  вважається, що тіло починає рух з вихідних позицій, віддалених від фронту полум'я на безпечні відстані, у напрямку до осередку пожежі з відомою швидкістю. При цьому через інтервал часу  $\Delta \tau$ , проводили розрахунок нестационарного температурного поля багат шарової теплової ізоляції та щільність потоку теплового впливу на поверхню тіла людини. Після досягнення оперативних позицій, віддалених від фронту полум'я на визначені відстані, тіло припиняє рух, в процесі чого проводиться розрахунок нестационарного температурного поля та теплового впливу.

На кожному етапі розрахунку перевіряються умови обмеження за максимальним та інтегральним тепловим навантаженням, а також за гранично допустимою температурою короткочасного нагрівання елементів.

Фіксується момент часу, у якому спрацьовує одне з обмежувальних умов. Віднімаючи від знайденого часу тривалість руху з вихідних позицій на оперативні позиції з 50% запасом, отримують безпечний час роботи.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. Зміна № 1: ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В. М. Шимановського (УкрНДІпроектстальконструкція), 2021. 44 с.

**УДК 614:841**

**АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ШВИДКОСТІ ПОШИРЕННЯ  
ВЕРХОВИННИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ**

*Яна ЗМАГА канд. техн. наук, доцент, Микола ЗМАГА, д-р філософії,  
Віталій КОБЕЦЬ, студент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Пожежі на великих площах є одним із основних чинників довгострокових шкідливих змін природних екосистем і несприятливого впливу на умови проживання населення. Щорічно у багатьох країнах світу стається декілька сотень тисяч пожеж, які знищують ліси, чагарники, луки та торфовища на площі в декілька мільйонів гектарів. Окремо з цього переліку необхідно виділити чагарники, які є важливими для збереження біорозмаїття рослин і тварин. Один з основних чинників, що впливають на чагарники у всьому світі, є лісові пожежі.

Лісові пожежі є одним з природних процесів і можуть дійсно приносити користь здоров'ю лісів, але можуть приносити й руйнування. Вогонь знищує цілі середовища існування, а задимлення в результаті пожежі призводить до викиду вуглекислого газу в атмосферу, що сприяє глобальному потеплінню. Обгорілий ландшафт є більш схильним до займання в майбутньому. Повторне випалювання тієї самої території в тропічних лісах може призвести до значного скорочення біорізноманіття та деградації ґрунту.

Люди можуть викликати лісову пожежу декількома способами. Серед найбільш поширених - залишені без нагляду багаття, тліючі сірники й аматорські феєрверки. Однак за певних погодних умов водіння автомобіля зі спущеною шиною, перегрів гальм автомобіля або поїзда, палаючі уламки можуть призвести до руйнівної лісової пожежі. В деяких випадках самозаймання відбувається в компостних купах і тюках сіна, а пошкоджені або ті, що вийшли з ладу лінії електропередач становлять загрозу виникнення пожежі, яку можна порівняти з ударом блискавки. Більшість цих ситуацій можна уникнути, якщо вжити відповідних заходів.

Ряд дослідників які мають наукові здобутки в ліквідації пожеж в екосистемі такі як Г. Гришин, О. Барановський, Ю. Абрамов, О. Тарасенко, І. Мелешов. Їх роботи присвячені вивченню небезпечних чинників пожеж в природних екосистемах, моделюванню процесів поширювання таких пожеж та способам їх припинення.

Недостатньо досліджено температурний вплив при тепломасопереносі потоків повітря в конвективному потоці, для чого необхідно розв'язати ряд завдань:

- проаналізувати основні чинники, що впливають на виникнення та поширення пожеж підстилкою та травостою;
- удосконалити математичну модель процесів поширення низової пожежі враховуючи вітрові потоки;
- здійснити математичне планування експерименту для дослідження основних чинників впливу конвективних теплових потоків на низові пожежі в екосистемі, що утворено трав'яним устилом.

Значних наукових результатів було досягнуто Сукачем Р. та Кирилівом Я. [1–4] які удосконалили математичну модель, що на відмінно від існуючих методів дає змогу описати залежність швидкості поширювання фронту пожежі з врахуванням ухилу та вітру і коефіцієнту поправки на характер рельєфу місцевості.

Лісові пожежі підривають економіку постраждалої території. Витрати на гасіння пожежі самі по собі можуть стати серйозним тягарем для місцевих бюджетів. Для ліквідації пожеж потрібне дороге обладнання, таке як літаки, вертольоти, пожежні машини і автоцистерни для перевезення води. Однак, незважаючи на зусилля борців з лісовими пожежами, вогонь у величезних масштабах знищує майно і комунікації. Відновлення доріг, шляхів електропостачання та водопостачання може також коштувати чималих грошей. Ще одна стаття витрат - медична допомога та біологічне відновлення довкілля. У поєднанні з втратою деревини для власників лісових господарств, витратами на тимчасове житло, безробіттям і зниженням туризму в постраждалому районі, спільний економічний вплив лісових пожеж може бути колосальним. Нове програмне забезпечення EOSDA для моніторингу лісів на основі даних NASA FIRMS може значно скоротити час реагування на лісові пожежі і, як наслідок, уникнути величезних втрат від лісових пожеж. Яке базується на моніторингу зміни температурних показників повітряних мас, що може вдосконалити математичні моделі опису конвективних мас.

Отже, існує ряд недосліджених параметрів теплопровідності та конвекції при розвитку лісових низовинних пожеж.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Бабажданова О.Ф., Сукач Ю.Г., Сукач Р.Ю. Чинники пожежної небезпеки природних відвалів вугледобування. Збірник наукових праць: Пожежна безпека, ЛДУБЖД, 2012. №20. с. 137–143.
2. Сукач Р.Ю., Ткач Є.Р. Гасіння пожеж в природних системах Львівської області: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів та студентів «Пожежна та техногенна безпека: наука і практика», 5–6 квітня 2017р., Черкаси, 2017. с. 143–144.
3. Сукач Р.Ю., Ковалишин В.В., Кирилів Я.Б. Зниження пожежної небезпеки торф'яників, торфорозробок та способи і протипожежне обладнання для підвищення ефективності їх гасіння. Збірник наукових праць: Пожежна безпека, ЛДУБЖД, 2019. №35. С. 75–82.
4. Кирилів Я.Б., Ковалишин В.В., Сукач Р.Ю. Пожежна безпека торф'яників, торфорозробок та способи запобігання і їх ліквідації поблизу об'єктів туристично-рекреаційних комплексів: матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції. Львів: ЛДУБЖД, НЛТУ, 2019. с. 129–130.

**УДК 614.841**

### **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕНОСУ В СИСТЕМАХ ПРОТИДИМНОГО ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ**

*Яна ЗМАГА, канд. техн. наук, доцент, Олександр КОСТОГРИЗ, студент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Сучасні тенденції в галузі проектування та будівництва об'єктів передбачають будівництво блокованих будівель, багатоповерхових будівель без світлових прорізів, якщо це допускається за умовами технології та санітарними вимогами, будинків висотних та підвищеної поверховості, в тому числі й з масовим перебуванням людей. Пожежі в подібних будівлях у разі незабезпечення їх протидимним захистом носять затяжний характер, вимагають додаткового залучення сил та засобів на гасіння пожежі, а також рятування людей.

Для обмеження розповсюдження продуктів горіння по будівлі, а відповідно, і створення необхідних умов для гасіння можливої пожежі та евакуації людей передбачають технічні рішення, комплекс яких являє собою протидимний захист будівлі.

Система протидимного захисту будівлі або споруди повинна забезпечувати захист людей на шляхах евакуації від дії небезпечних факторів пожежі протягом часу, необхідного для евакуації людей, або всього часу розвитку і гасіння пожежі шляхом видалення продуктів горіння і термічного розкладання і (або) запобігання їх розповсюдження. Система протидимного захисту є невід'ємною частиною проекту інженерних систем: це всі висотні споруди, торгові та офісні центри, лікарняні комплекси, виробничі та складські приміщення та ін., у тому числі і підземні споруди.

Теплообмін випромінюванням має стаціонарний характер. Геометричні розміри факелу полум'я і щільність потоку власного випромінювання є постійними величинами. Випромінювання факела ізотропне і зводиться до енергетично еквівалентного випромінювання оболонки, що характеризується ефективними значеннями температури та випромінювальної здатності.

Ізотропний характер випромінювання факела обумовлений тим, що випромінюючим середовищем в основному є молекули газів, що мають у своєму складі не менше 3 атомів (більшість продуктів горіння має молекули подібного типу), а також тверді мікрочастинки (сажа, пил та ін.), випромінювання рівно ймовірне у всіх напрямках. Експериментальна перевірка ізотропності випромінювання дифузійного полум'я. Аналіз числа Бугера дозволяє обґрунтувати справедливості переходу від механізму об'ємного випромінювання факела до поверхневого.

Відомо, що число Бугера  $B_u$  визначається з співвідношення

$$B_u = k * D \quad (1)$$

Коефіцієнт ослаблення для пожеж з критичними параметрами горіння виражається формулою

$$k = 1,6 * 10^{-3} * T_{max} - 0,5 \quad (2)$$

Розрахунки виконані для ЛЗР та ГР, що мають максимальну температуру полум'я  $T_{max} = 1360 \dots 1380 \text{ K}$  (керосин, бензин, бензол, трансформаторне та машинне масло і ін.). Для розмірів вогнища пожежі 10...60 м число  $B_u$  становить 16...102, що відповідає розвиненому турбулентному полум'ю з оптично щільним газовим середовищем, що поглинає і переотримує власне випромінювання.

На цій підставі можна зробити висновок про переважання поверхневого випромінювання оболонки полум'я та перейти від об'ємного інтегрування елементарних теплових потоків до інтегрування локальних кутових коефіцієнтів випромінювання факела на поверхню, що сприймає тепло.

• Методика розрахунку безпечних відстаней від фронту полум'я заснована на рівнянні радіаційного теплообміну між факелом полум'я і об'єктом, що опромінюється:

$$\beta' q_{кр} = \varepsilon_{пр} C_0 \left[ \left( \frac{T_{\phi}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{доп}}{100} \right)^4 \right] * \overline{\Psi}_{1,2} \quad (3)$$

Середній кутовий коефіцієнт випромінювання факела на об'єкт є функцією невідомої безпечної відстані, заданої в неявному вигляді.

З урахуванням стаціонарного характеру теплообміну результуючі потоки на поверхні і тіла людини, а також температури вказаних поверхонь рівні.

• Наведений ступінь чорноти системи  $\varepsilon_{пр}$  визначається

$$\varepsilon_{пр} = 1 / \left( \frac{1}{\varepsilon_{\phi}} + \frac{1}{\varepsilon_{об}} - 1 \right) \quad (4)$$

• Ефективна температура полум'я  $T_{\phi}$  для числа Бугера  $B_u > 14$  обчислюється



$$T_{\phi} = 0,905 * T_{\max} \quad (5)$$

Для ЛЗР та ГР з  $T_{\max} = 1360 \dots 1380$  К ефективна температура факела складе  $T_{\max} = 1230 \dots 1350$  К

- Ступінь чорноти смолоскипу  $\varepsilon_{\phi}$  визначається

$$\varepsilon_{\phi} = \alpha * (x/D)^{-\beta} \quad (6)$$

при  $x=0,5*D$ , що відповідає координаті межі факелу.

При  $B_u > 14$  величини  $\alpha$  і  $\beta$  не залежать від числа  $B_u$  і приймають значення  $\alpha=0,24\beta = 0,165$ . Тоді для умов розглянутої задачі  $\varepsilon_{\phi} \approx 0,75$ .

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. Зміна № 1: ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В. М. Шимановського (УкрНДІпроектстальконструкція), 2021. 44 с.

УДК 614.841.45

### ПРО РОЗРОБЛЕННЯ УСТАТКОВАННЯ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ КАБЕЛІВ НА ДИМОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ

*Павло ІЛЛЮЧЕНКО, Олександр ЗАЗИМКО, Микола ГОРДЕЄВ,  
Юлія КРАВЧЕНКО, Світлана МАСАН,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Вимоги до димоутворювальної здатності кабелів при полуменовому горінні висунуті в низці нормативних документів, застосованих для різних галузей господарювання [1-4]. Вітчизняна класифікація кабелів за цим показником наведена в ДСТУ 4809 [5], а європейська класифікація, що застосовна до галузі будівництва, визначена стандартами ДСТУ EN 13501-6 [6] та ДСТУ EN 50575 [7], призначених для реалізації Закону України [8].

В ІДУ НД ЦЗ в рамках НДР за шифром «Кабелі – димоутворювальна здатність» було створено випробувальне устаткування для вимірювання густини диму при полуменовому горінні кабелів відповідно до вимог європейського стандарту [9].

Випробувальне устаткування включає в себе:

- випробувальну камеру (рисунок 1) об'ємом 27 м<sup>3</sup> з внутрішніми розмірами (3 м × 3 м × 3 м). Зовнішній каркас камери виконаний з профільних труб розмірами 50 мм × 50 мм з товщиною стінки 3 мм, зсередини цей каркас облицьований сталевим прокатним листом товщиною 2 мм. Для проходу в камеру були улаштовані технічні двері, для герметизації яких було застосовано термостійкий силіконовий ущільнювач. З обох протилежних одна одній сторін камери на відстані 2150 мм від підлоги було улаштовано два застеклені віконця розмірами 100 мм × 100 мм для проходження пучка напрямленого білого світла. Камера улаштована примусовою витяжною вентиляцією для видалення диму після проведення випробувань;

- фотометричну систему (схему улаштування наведено на рисунку 2), яка включає в себе джерело світла (галогенну лампу марки OSRAM 12 В 100 Вт з рефлектором, лінзову систему типу «триплет», лабораторне джерело постійної напруги

для живлення лампи, приймач світлового сигналу – закріплений у спеціальній утримувальній конструкції фотоелемент селенового типу з спектральною чутливістю, що відповідає стандартному фотооптичному спостерігачеві (еквівалентному людському оку) Міжнародної комісії з освітленості (CIE). Для забезпечення лінійності в робочому діапазоні фотоелемент навантажений опором;



Рис. 1. Випробувальна камера

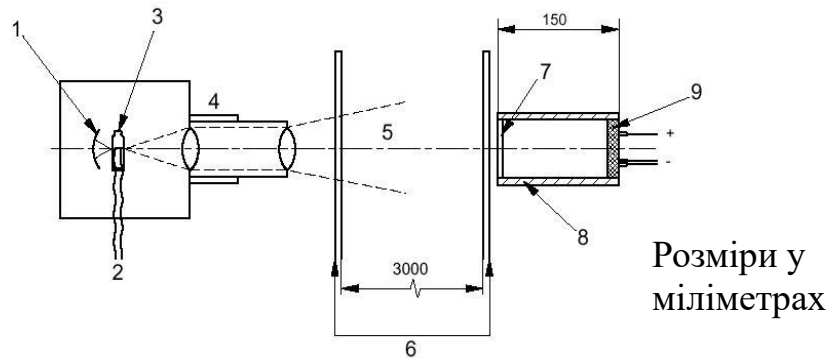


Рис. 2. Фотометрична система

1 – рефлектор; 2 – джерело живлення з напругою  $12,0 \text{ В} \pm 0,1 \text{ В}$  (стабілізація в межах  $\pm 0,01 \text{ В}$ ); 3 – галогенна лампа з кварцовою колбою; 4 – система лінз;  
5 – світловий промінь; 6 – вікна камери; 7 – пілозахисне вікно; 8 – трубка з матовою внутрішньої поверхнею; 9 – фотоелемент

- комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням, для реєстрації сигналу з фотоелемента (напруга, U, мВ) через підключений аналого-цифровий перетворювач;

- вентилятор з стандартизованими характеристиками для змішування диму в камері;

- утримувальну конструкцію для зразка кабелів з піддоном для вмісту рідинного джерела запалювання – 1 л стандартизованої суміші води та спиртів та сталевий захисний екран для захисту полум'я від дії потоку повітря, утвореного змішувальним вентилятором (рисунки 3).

Сутність методу випробувань за [10], як було описано в [11], полягає в вимірюванні густини диму, який виділяється від зразка кабелю довжиною 1 м під впливом стандартного рідинного джерела полум'я ( $1 \text{ дм}^3$  суміші етилового спирту 90 %, метилового спирту 4 %, води 6 %) в закритій випробувальній металевій камері об'ємом  $27 \text{ м}^3$ . Густина диму визначають за допомогою фотометричної системи, що забезпечує подавання білого світла (джерелом якого є 12-вольтова галогенна лампа зі стандартизованими параметрами щодо колірної температури та сили світла), яке

проходить крізь камеру в горизонтальному напрямку на висоті 2,15 м. З протилежної сторони камери приймальний фотодетектор (фотоелемент селенового чи кремнієвого типу) безперервно подає сигнал (напруга, U, мВ) зниження інтенсивності світла (за рахунок накопичення диму в камері) на реєструючий пристрій. Випробування вважають закінченим, якщо не спостерігається зменшення світлового потоку протягом 5 хв. після того, як згасло джерело полум'я, або через 40 хв. після початку випробування.

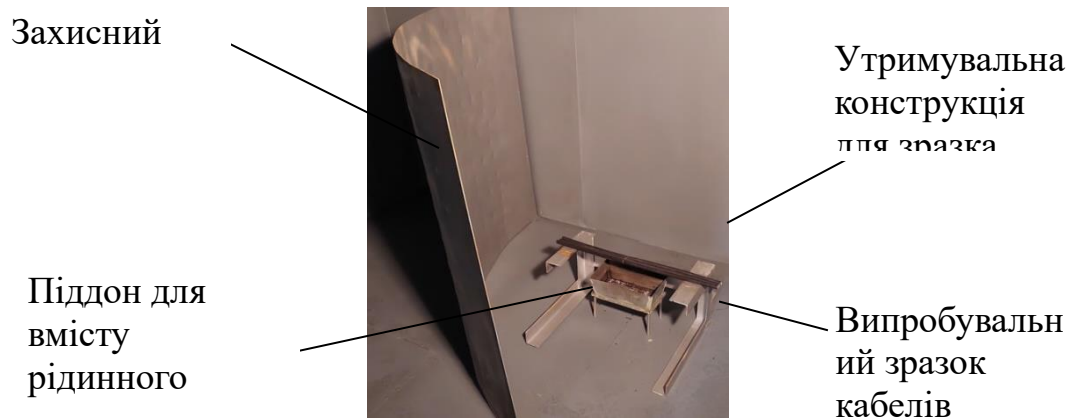


Рис. 3. Приладдя всередині камери

Результатом випробувань є отримання мінімального значення коефіцієнту світлопропускання  $I_t$  (%), що розраховується за формулою (1):

$$I_t = I_t / I_0 \quad (1)$$

де  $I_t$  – інтенсивність переданого світла (максимальне значення напруги U, мВ);

$I_0$  – інтенсивність падаючого світла (мінімальне значення напруги U, мВ);

$I_t$  – відношення, що виражається в відсотках.

У випадку відсутності нормованих вимог для випробуваного кабелю, за критерієм відповідності є мінімальне значення коефіцієнта світлопропускання – 60 %.

На сьогодні в рамках вищенаведеної НДР проводяться експериментальні дослідження, метою яких є отримання нових даних щодо димоутворювальної здатності кабелів. Так, наприклад, при випробуванні кабелю марки КГЭВВнг 3×2,5, за отриманими даними (рисунок 4) було визначено його мінімальне значення коефіцієнту світлопропускання  $I_t$  – 11%, яке відповідно до ДСТУ 4809 [5] дозволяє віднести цей «дуже димний» кабель до класу – ДПк0 або «ненормований». Наприклад, такий кабель заборонено прокладати на шляхах евакуації на будівельних об'єктах цивільного призначення за ДБН В.2.5-23 [1].

U.

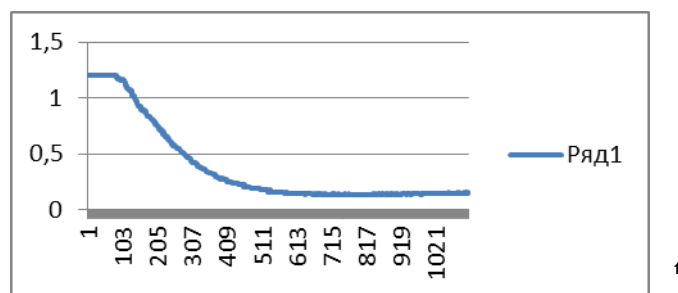


Рис. 4. Графік залежності падіння напруги на фотоелементі від часу за рахунок задимленості камери

Окрім цього, в подальшому, експериментальні дослідження будуть направлені на отримання даних щодо димоутворювальної здатності кабелів, підданих дії нестандартизованому джерелу займання для «канонічного» випробування [9, 10] – пропанового пальника стрічкового типу, який застосовується в специфічному методі за ДСТУ HD 605 S3 [12]. Такі дані дозволять оцінити можливість застосування газового пальника замість стандартизованого рідинного джерела запалювання за ДСТУ EN 61034-1 [9].

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
2. ДСТУ HD 604 S1:2018 Кабелі силові на напругу 0,6/1,0 кВ та 1,9/3,3 кВ зі спеціальними показниками пожежної небезпеки для використання на електричних станціях (HD 604 S1:1994; A1:1997; A2:2002; A3:2005, IDT).
3. ДСТУ EN 45545-2:2017 Залізничний транспорт. Протипожежний захист рухомого складу. Частина 2. Вимоги щодо вогневої поведінки матеріалів та компонентів (EN 45545-2:2013 + A1:2015, IDT).
4. IEC 60092-376:2017 Electrical installations in ships - Part 376: Cables for control and instrumentation circuits 150/250 V (300 V)
5. ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування.
6. ДСТУ EN 13501-6:2023 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 6. Класифікація за результатами випробувань силових кабелів, кабелів керування і кабелів зв'язку щодо реакції на вогонь (EN 13501-6:2018, IDT).
7. ДСТУ EN 50575:2018 Кабелі силові, контрольні та зв'язку. Кабелі для загального використання в будівельних спорудах згідно з вимогами щодо реакції на вогонь (EN 50575:2014; A1:2016, IDT).
8. Закон України № 850-IX від 02 вересня 2020 року «Про надання будівельної продукції на ринку».
9. ДСТУ EN 61034-1:2015 Вимірювання густини диму, що утворюється під час згоряння кабелів у певних умовах. Частина 1. Випробувальне устаткування (EN 61034-1:2005, EN 61034-1:2005/A1:2014, IDT).
10. ДСТУ EN 61034-2:2015 Вимірювання густини диму, що утворюється під час згоряння кабелів у певних умовах. Частина 2. Метод випробування та вимоги (EN 61034-2:2005, EN 61034-2:2005/A1:2013, IDT).
11. Павло ІЛЛЮЧЕНКО. Про удосконалення методу випробувань кабелів на димоутворювальну здатність/Павло ІЛЛЮЧЕНКО, Микола ГОРДЄЄВ, Олександр ЗАЗИМКО, Світлана МАСАН, Юлія КРАВЧЕНКО, Марина ВОЛОДЧЕНКО // Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю.-Ч.: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2023. С. 36-39.
12. ДСТУ HD 605 S3:2022 Електричні кабелі. Додаткові методи випробувань (HD 605 S3:2019, IDT).

**УДК 351:504.06**

#### **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЯК СКЛADOVA ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ**

*Валентин ІЛЛЯШ, курсант 43 взвод,  
Олександр ЧЕРНЕНКО, канд. мед. наук, доцент кафедри ОЗЦЗ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Стрімкий розвиток промисловості за останні роки зумовлює кризовий стан навколишнього природного середовища та значні екологічні проблеми. Сучасний стан екологічної ситуації в країні спричинено непродуманою політикою держави, що стає особливо небезпечним для майбутніх поколінь, подальшого розвитку

держави та суперечить принципам сталого розвитку. За таких умов виникає потреба в цілеспрямованих діях держави направлених на охорону і відновлення довкілля. Це зумовило поєднати індиферентні поняття стосовно одна одної, такі як політика та екологія. З'явився новий напрямок державного управління – екологічна політика держави, що має на меті забезпечення охорони довкілля, розробку програм, що забезпечили б ефективне використання природних ресурсів та мінімізували б екологічні наслідки виробничої діяльності [1].

Екологічну політику можна визначити як організаційну та регулятивно-контрольну діяльність суспільства і держави, спрямовану на охорону, невиснажливе використання та відтворення природних ресурсів, оздоровлення довкілля, ефективне поєднання функцій природокористування та охорони природи, забезпечення норм екологічної безпеки. Неефективна екологічна політика або ж її відсутність є коренем усіх екологічних проблем, може спричиняти екологічні катастрофи різного масштабу, порушення екологічної рівноваги, що загрожує існуванню цивілізації [2].

Складовими екологічної політики в демократичному суспільстві вважають:

– належну та ефективну систему державного управління у сфері охорони, невиснажливого використання та відтворення природних ресурсів;

– належний державний та громадський нагляд за дотриманням чинного природоохоронного законодавства та міжнародних природоохоронних зобов'язань країни;

– належну інформаційну політику щодо довкілля;

– належний рівень екологічної експертизи екологічно небезпечних проектів;

– належну систему прийняття державних рішень із питань, що стосуються довкілля, яка б передбачала обов'язкове залучення громадськості;

– належну систему відповідальності влади, конкретних посадових осіб та громадян за порушення принципів збалансованого розвитку, норм та положень природоохоронного законодавства;

– належну освітню та просвітницьку діяльність [3].

Пріоритетним напрямом державної екологічної політики, стратегічним напрямом механізму правового забезпечення проблем комплексного регулювання якості довкілля є гарантування правового забезпечення екологічної безпеки. Споживання природних ресурсів на сучасному етапі розвитку суспільства практично неможливо зменшити, щоб виправити ситуацію, що склалася в країні. Адже потреби населення постійно зростають і значно перевищують темпи зростання його чисельності. Тому екологічна безпека покликана забезпечити таке використання природних ресурсів, що сприятиме їх природному відновленню або заміщенню.

Забезпечення вимог екологічної безпеки в Україні здійснюється завдяки отриманій інформації засобами системи моніторингу навколишнього природного середовища, основними завданнями якого є:

– довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля;

– аналіз екологічного стану довкілля та прогнозування його змін;

– інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки;

– інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, а також забезпечення екологічною інформацією населення країни і міжнародних організацій [2].

Аналіз сталого розвитку країни свідчить про те, що створення державної системи регулювання екологічної безпеки як неодмінної складової національної безпеки України, потрібне проведення інституційної реформи державної системи охорони довкілля та використання природних ресурсів, запровадження механізмів та інструментів екологічної політики, реалізація пріоритетних національних і державних програм, проведення реформи системи нагляду за дотриманням природоохоронного законодавства та системної реформи галузі з використанням інтегрального управління в сфері довкілля. Основою реформування системи державної екологічної безпеки має

становити розроблення адекватного організаційно-правового, соціально-політичного та господарського механізмів екологічного управління [3].

Погіршення екологічної ситуації в країні суперечить принципам сталого розвитку. Комплекс традиційних цілей, властивих для державного екологічного управління, доповнюється новими цілями, що стосуються гармонізації відносин суспільства і природи та є суттєвим для нових вимог концепції сталого розвитку у сфері екологічного управління. Виникаючи за цього невідповідність між новими завданнями і старою структурою, потрібно вирішувати через нове цілепокладання у державному екологічному управлінні, креативні підходи до його модернізації, зміну чинного законодавства та реформування системи органів державної влади.

Сучасна екологічна ситуація і тенденції її зміни спонукають до швидкого реагування органів державної влади у сфері екологічної безпеки. Екологічна безпека є складовою глобальної і національної безпеки, спрямованою на захист життєво важливих інтересів людини, суспільства, держави від небезпечного впливу навколишнього природного середовища, на регулювання екологічно небезпечної діяльності та захист довкілля від порушення його екологічної рівноваги. Для забезпечення належного рівня екологічної безпеки на глобальному, регіональному чи локальному рівнях, а також у межах держави та її підрозділів, необхідно розробити систему забезпечення екологічної безпеки, що забезпечать виконання на законних підставах комплексу заходів, які матимуть на меті охорону навколишнього природного середовища. Здійснення таких заходів має базуватись на чіткому пріоритеті природоохоронних цілей та розробленні конкретних засобів, відповідних проектів, програм для досягнення цих цілей [2].

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Заверуха Н. М., Серебряков В. В., Скиба Ю. А. Основи екології: Навч. посібн. 2-е вид. – К. : Каравела, 2008. – 304 с.
2. Качинський А. Б., Єгоров Ю. В. Екологічна безпека України: системні принципи та методи її формалізації // Національна безпека: український вимір: щоквартальний наук. зб. 2009. № 4. С. 71–79.
3. Хилько М. І., Кушерець В. І. Екологічна безпека України: у запитаннях та відповідях. К. : Знання України, 2006. 144 с.

**УДК 614.841**

### **ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ НЕОРГАНІЧНИХ СОЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИЧНО-ЕМІСІЙНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ**

*Марія КАРВАЦЬКА, Олена ЛАВРЕНЮК, д-р техн. наук, доцент,  
Борис МИХАЛІЧКО, д-р хім. наук, професор,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Систематичний пошук нових хімічних речовин, які здатні були б ефективно гальмувати поширення полум'я і таким чином проявляти значну вогнегасну дію, – це вкрай важливе завдання пожежної безпеки, вирішення якого є першочерговим. У світовій практиці пожежогасіння широкого розповсюдження набула технологія подачі в полум'я аерозолів водних вогнегасних речовин (ВВР), а саме на основі водорозчинних неорганічних солей. Важливо зазначити, що водні розчини неорганічних солей здатні забезпечити ефективність гасіння полум'я завдяки поєднанню унікальних фізико-хімічних властивостей води та інгібувальної функції розчинених солей. При цьому функцію інгібітора горіння найчастіше виконують водорозчинні солі лужних, лужноземельних металів, амонію, а також неорганічні солі перехідних металів.

Більшість цих солей є добре розчинними у воді речовинами, які для пожежогасіння використовують у вигляді концентрованих водних розчинів.

Раніше була добре вивчена здатність деяких неорганічних солей калію, амонію, а також феруму(II), феруму(III) та купрум(II) ефективно гасити вогонь. Ці дослідження створили основу для створення ВВР на основі  $K_2CO_3$ ,  $KNO_3$ ,  $K_4[Fe(CN)_6]$ ,  $K_3[Fe(CN)_6]$ ,  $Fe_2(SO_4)_2$ ,  $K_2[CuCl_4]$  та  $CuCl_2$  для гасіння пожеж класів А та В. Вогнегасна здатність водних розчинів солей *d*-металів, окрім флегматизувальної дії, пов'язаної зі здатністю цих солей поглинати теплову енергію, зумовлена надзвичайною схильністю солей *d*-металів до комплексоутворення з донорними атомами O, N та S, що формуються у складі активних частинок полум'я. Це найбільш вірогідний механізм інгібувальної дії водорозчинних солей *d*-металів на дезактивацію хімічних радикалів у полум'ї.

Враховуючи сказане, нами була зроблена спроба проаналізувати ефективність вогнегасних властивостей аерозолів водних розчинів неорганічних солей *s*- та *d*-металів, використовуючи оптично-емісійний спектрометр з індукційно зв'язаною плазмою марки ICP-OES SPECTROBLUE FMF 26. В рамках досліджень більшу увагу було приділено механізму гасіння полум'я аерозолем 40% водного розчину купрум(II) хлориду, оскільки  $CuCl_2$ , потрапляючи у полум'я, демонструє задовільну вогнегасну ефективність. Завдяки фізико-хімічним перетворенням, що відбуваються з сіллю, в полум'ї з'являються іонізовані хімічно активні частинки ( $\cdot Cu^{2+}$ ), які здатні дезактивувати радикали ( $\cdot OH$ ), і таким чином сприяти перериванню ланцюгових реакцій горіння.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Карвацька М. Я., Лавренюк О. І., Михалічко Б. М. Сучасний стан і напрями вдосконалення водних вогнегасних речовин. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2023. № 1(15). С. 92–100.
2. Карвацька М. Я., Пастухов П. В., Петровський В. Л., Лавренюк О. І., Михалічко Б. М. Вогнегасні випробування концентрованого водного розчину ферум (III) сульфату. *Пожежна безпека*. 2022. № 40. С. 55–60.
3. Карвацька М. Я., Лавренюк О. І., Пархоменко В.-П. О., Михалічко Б. М. Квантово-хімічне моделювання інгібувального впливу водних розчинів неорганічних солей купрум(II) на горіння вулеводнів. *Вісник ЛДУБЖД*. 2021. № 23. С. 33–38.
4. Mykhalitchko V., Lavrenyuk N., Mykhalitchko O. New water-based fire extinguishant: elaboration, bench-scale tests, and flame extinguishment efficiency determination by cupric chloride aqueous solutions. *Fire Safety Journal*. 2019. Vol. 105. P. 188–195.
5. Годованець Н. М., Михалічко Б. М., Щербина О. М. Вогнегасні властивості аерозолів водних розчинів купрум (II) хлориду. *Пожежна безпека*. 2012. № 21. С. 65–72.
6. Годованець Н. М., Михалічко Б. М., Петровський В. Л., Щербина О. М. Вогнегасні випробування водної вогнегасної речовини на основі купрум(II) хлориду. *Проблеми пожежної безпеки*. 2013. Вип. 33. С. 38–44.
7. Mykhalitchko O. V., Godovanets N. M., Shcherbina O. N., Mykhalitchko V. M. Preproduction testing of extinguishing efficiency of a novel water-based fire- extinguishing agent on basis of  $K_2[CuCl_4]$  compound. *Fire safety*. 2014. No 24. P. 111–115.
8. Водна вогнегасна речовина «ВГХМ-II»: пат. 102757 Україна. № а 2012 00005; заявл. 03.01.2012; опубл. 12.08.2013, Бюл. № 15. 2 с.
9. Водна вогнегасна речовина  $K_2[CuCl_4]$ : пат. 108792 Україна. № а 2013 12708; заявл. 31.10.2013; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 11. 3 с.

УДК 351.86

## **ВИКОРИСТАННЯ НАДВИСОКОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗМІНУВАННЯ**

*Артем КАРПОВ, М. КУСТОВ, д-р техн. наук, професор,  
Національний університет цивільного захисту України*

Активні бойові дії на території України за останні 10 років призвели до забруднення значної території держави вибухонебезпечними предметами, що містять вибухонебезпечні матеріали (далі – ВМ). При деокупації територій виникає небезпека для населення та персоналу, що повертаються з евакуації. Тому на сьогодні в Україні першочерговою задачею є очищення місцевості від вибухонебезпечних предметів. Для розв'язання цієї задачі використовуються різні методи для їх виявлення та деактивації [1]

Практичні підрозділи гуманітарного розмінування користуються приладами аналізу магнітного поля, які є простими та дешевими однак ефективно працюють лише на малих відстанях для пошуку ВМ з металевими оболонками [2]. Виходячи з того, що останнім часом широкого використання на полі бою набули ВМ без металевих елементів спостерігаються випадки неконтрольованого підриву ВМ, що призводить до загибелі та травмування людей. Існуючі методи виявлення та деактивації вибухонебезпечних предметів показали свою недостатню ефективність. Тому необхідно розглянути використання НВЧ-електромагнітних хвиль для пошуку ВМ будь-якого складу та конструкції.

Перевагою НВЧ-електромагнітних хвиль є можливість передачі сигналу на велику відстань із незначними енергетичними втратами та селективна взаємодія ВМ з НВЧ-електромагнітними хвилями. Остання властивість дозволяє чітко виявляти місця аномалій шляхом прийняття відбитого сигналу. Недоліком роботи можна вважати побудову моделі на основі теорії довгих ліній (теорія, за якої поздовжній розмір лінії передачі перевищує довжину хвилі, що розповсюджується в ній, а поперечний розмір лінії передачі є значно меншим довжини хвилі). Модель необхідно будувати шляхом вирішення рівняння Максвелла для двох поверхонь розділу трьох діелектричних матеріалів, одним з яких виступатиме повітря, другим вибуховий матеріал, третім підложка на якій знаходиться вибуховий матеріал. В якості матеріалу підложки розглянути різні види ґрунтів та деревини, що відповідає умовам проведення розмінування великих територій місцевості.

Таким чином, існує проблема виявлення й знешкодження вибухонебезпечних предметів без металевих конструкційних елементів. Для розробки нових ефективних методів пошуку вибухонебезпечних предметів необхідно сконцентрувати увагу саме на дослідженні закономірностей взаємодії ВМ з НВЧ-електромагнітними хвилями.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Dorn, A.W. (2019) Eliminating Hidden Killers: How Can Technology Help Humanitarian Demining?. Stability: International Journal of Security and Development. 8(1) 5. <http://doi.org/10.5334/sta.743>.
2. Prem, M., Purroy, M. E., Vargas, J.F. (2022) Landmines: the Local Effects of Demining. TSE Working Paper. 22-1305. <https://publications.ut-capitole.fr/id/eprint/44388/>.



УДК 614.841.3

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ГОРІННЯ МЕТАЛЕВОГО ПАЛЬНОГО В ПІРОТЕХНІЧНИХ СУМІШАХ

Євген КИРИЧЕНКО, Євгеній ШКОЛЯР, канд. психол. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

З кожним роком в Україні та в усьому світі зростає кількість пожеж та вибухів при зберіганні, транспортуванні та застосуванні загальнопромислових піротехнічних виробів. Ці події призводять до руйнування об'єктів, людських жертв та значних матеріальних збитків. Наприклад, в Україні за останні десять років відбулося 566 пожеж та вибухів на об'єктах, де були піротехнічні вироби. Це призвело до руйнування об'єктів, знищення матеріальних цінностей (прямі збитки склали 24,6 млн грн, побічні збитки – 33,9 млн грн), а також загибелі 10 людей та травмування 48 осіб. Це серйозна проблема, яка вимагає уваги та вжиття заходів для попередження подібних інцидентів.

Згідно з аналізом вказаних випадків, можна визначити, що перед займанням та руйнуванням піротехнічних виробів зазвичай відбуваються зовнішні термічні впливи. Наприклад, це може бути пожежа в складських приміщеннях, де зберігаються вироби, або транспортування в умовах, коли вони знаходяться поруч з іншими об'єктами. Також важливим є вплив пострілу та польоту виробів при їх запусках.

Під час термічного розкладання нітратовмісного окиснювача (наприклад, нітрату натрію) та добавок органічних речовин (таких як парафін, стеарин, нафталін, антрацен), відбувається інтенсивне виділення тепла. Це призводить до займання частинок металевого пального магнію в продуктах розкладання. Передчасне вибухонебезпечне спрацьовування джерел запалювання та подальше пожежонебезпечне руйнування виробів може мати серйозні наслідки.

Важливо враховувати ці фактори при проектуванні та використанні піротехнічних виробів, а також розробляти ефективні заходи для запобігання подібним інцидентам.

Тому велике практичне значення мають заходи для запобігання вимушених пожежонебезпечних руйнувань виробів, які можуть виникнути при впливі зовнішніх термічних дій. Ці заходи повинні базуватися на експериментальних методах для визначення температури займання частинок металевих палих в продуктах розкладання розглядуваних компонентів.

В результаті проведених експериментальних досліджень вперше встановлено наступні закономірності комплексного впливу на температуру займання частинок металів наступних параметрів: збільшення розміру частинок від  $d_n = 5$  мкм до  $d_n = 300$  мкм та відносного вмісту кисню від  $C_{O_2} = 0,2$  до  $C_{O_2} = 0,8$  призводить до зменшення  $T_z$  у 1,2...1,7 разу, а зростання зовнішнього тиску від  $P = 10^5$  Па до  $P = 10^7$  Па – до збільшення  $T_z$  у 1,4...1,6 разу. При цьому було встановлено діапазони зміни температури займання частинок металів, характерні для подальшого розвитку стійкого, не вибухонебезпечного їх згорання для частинок магнію –  $T_z = 780...1330$  К (при  $54 \leq d_n \leq 305$  мкм;  $0,2 \leq C_{O_2} \leq 0,8$ ;  $10^5 \leq P \leq 10^7$  Па).

Розроблено нові експериментально-статистичні моделі для визначення залежностей температури займання частинок металевого пального в продуктах термічного розкладання піротехнічних сумішей в умовах зовнішніх термодій. Ці моделі дозволяють з відносною похибкою 8–10% формувати базу даних щодо критичних значень технологічних параметрів зарядів джерел запалювання (співвідношення та дисперсності компонентів). Перевищення цих значень може призвести до займання частинок металу та передчасного пожежовибухонебезпечного спрацьовування джерел запалювання.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Діброва, О. С., Кириченко, О. В., Мотрічук, Р. Б., Ващенко, В. А., Колінько, С. О., Бутенко, Т. І., & Цибулін, В. В. (2020). ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ РЕЖИМІВ РОЗВИТКУ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ ПІРОТЕХНІЧНИХ НІТРАТНО-МЕТАЛЕВИХ СУМІШЕЙ В УМОВАХ ЗОВНІШНІХ ТЕРМІЧНИХ ДІЙ. Вісник Черкаського державного технологічного університету, (2), 123–133. <https://doi.org/10.24025/2306-4412.2.2020.197339>.
2. Ващенко В. А. Процеси горіння металізованих конденсованих систем / В. А. Ващенко, О. В. Кириченко, Ю. Г. Лега, П. І. Заика, І. В. Яценко, В. В. Цибулін. – К.: Наукова думка, 2008. – 745 с.
3. Кириченко О. В. Пожежонебезпечні термовпливи на поверхню металевих корпусів піротехнічних виробів в умовах пострілу та польоту / Кириченко О. В., Ващенко В. А., Цибулін В. В. // Проблеми пожежної безпеки. – Харків: НУЦЗУ, 2012. – № 32. – с. 98 – 112.
4. Кириченко О. В. Швидкість та межі горіння піротехнічних нітратно-магнієвих сумішей в умовах зовнішніх термовпливів / Кириченко О. В., Ващенко В. А., Цибулін В. В., Тулицький В. М. // Проблеми пожежної безпеки. – Харків: НУЦЗУ, 2013. – № 34. – с. 73 – 95.

УДК 614.849

#### ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ ВИТРАТ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ

*Руслан КЛИМАСЬ, канд. техн. наук,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,  
Роман ЦИРЕНЬ, Вадим ВАСИЛЕНКО,  
Департамент запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України*

Наказом МВС від 31 січня 2024 року № 55 [1] затверджено *Методику розрахунку витрат на гасіння пожежі*.

Стаття 80 *Кодексу цивільного захисту України* [2] визначає, що гасіння пожежі здійснюється безоплатно, по суті покладаючи фінансові витрати по гасінню пожеж на державу.

В останніх дослідженнях з цього напрямку [3] зазначається, що витрати на гасіння пожеж пожежно-рятувальними підрозділами визначаються некоректно.

Тож, з метою врегулювання питань, пов'язаних із витратами на гасіння пожеж, авторами цієї роботи відповідно до пункту 13 *Порядку обліку пожеж та їх наслідків* [4] розроблено окрему методику, що визначає механізми формування витрат на гасіння пожежі, виражені у вартісній величині виїзду та повернення підрозділу до місця пожежі й її ліквідації.

Методика визначає механізм формування витрат на гасіння пожежі, виражених в опосередкованій вартісній величині виїзду (вильоту, виходу та повернення до місця розташування) підрозділу (частини, літака, вертольота, пожежного катера, потяга) до місця пожежі та суми витрат на її гасіння, що складається із суми витрат на утримання працівників пожежно-рятувальних підрозділів державної, відомчої, місцевої або добровільної пожежної охорони (далі – підрозділи) та суми витрат на забезпечення їх функціонування.

Встановлено, що розрахунок витрат на гасіння пожежі підрозділами здійснюється на підставі фактичних витрат з урахуванням цін на матеріальні ресурси та послуги, що діють на дату гасіння пожежі.

Витрати на гасіння пожежі ( $B_{гн}$ ) складаються з прямих і загальновиробничих витрат підрозділу та визначаються за формулою (1):

$$B_{гн} = B_{гн}^{пр.} + B_{гн}^{заг.вироб.}, \quad (1)$$

*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

де:  $B_{zn}$  – витрати на гасіння пожежі;  $B_{zn}^{np.}$  – прямі витрати на гасіння пожежі;  
 $B_{zn}^{заг.вироб.}$  – загальновиробничі витрати на гасіння пожежі.

Витрати на гасіння пожежі визначаються з урахуванням фактичного часу, обчисленого у хвилинах ( $грн \times хв^{-1}$ ), витраченого підрозділами на здійснення заходів, спрямованих на гасіння пожежі.

Прямі витрати на гасіння пожежі ( $B_{zn}^{np.}$ ) визначаються за формулою (2):

$$B_{zn}^{np.} = B_{мв}^{np.} + B_{он}^{np.} + B_{інші}^{np.}, \quad (2)$$

де:  $B_{мв}^{np.}$  – прямі матеріальні витрати;  $B_{он}^{np.}$  – прямі витрати на оплату праці працівників підрозділу, які безпосередньо залучалися до гасіння пожежі;  $B_{інші}^{np.}$  – інші прямі витрати.

До складу прямих матеріальних витрат ( $B_{мв}^{np.}$ ) включається вартість основних матеріалів, що безпосередньо використовуються під час здійснення заходів, спрямованих на гасіння пожежі, з урахуванням сировини, палива, енергії, витрат на вогнегасні речовини та пов'язаних із роботою ланок газодимозахисної служби, що визначається за формулою (3):

$$B_{мв}^{np.} = B_{мв}^{нмм} + B_{мв}^{сп} + B_{мв}^{інші}, \quad (3)$$

де:  $B_{мв}^{нмм}$  – вартість пально-мастильних матеріалів;  $B_{мв}^{сп}$  – вартість вогнегасних речовин, використаних на гасіння пожежі;  $B_{мв}^{інші}$  – вартість інших прямих матеріальних витрат.

Вартість вогнегасних речовин, використаних на гасіння пожежі ( $B_{мв}^{сп}$ ), складається з вартості витраченої води, піноутворювача, порошку, первинних засобів пожежогасіння, що визначається за формулою (4):

$$B_{мв}^{сп} = \sum_{i=1}^n B_k^{сп} + \sum_{i=1}^n B_k^{нзн} + \sum_{i=1}^n B_k^{інші}, \quad (4)$$

де:  $\sum_{i=1}^n B_k^{сп}$  – сума загальної вартості відповідної кількості вогнегасних речовин, використаних на гасіння пожежі;  $\sum_{i=1}^n B_k^{нзн}$  – сума загальної вартості відповідної кількості первинних засобів пожежогасіння, використаних на гасіння пожежі;  $\sum_{i=1}^n B_k^{інші}$  – сума загальної вартості відповідної кількості інших засобів, використаних на гасіння пожежі.

До складу прямих витрат на оплату праці працівників підрозділу, залучених до гасіння пожежі ( $B_{он}^{np.}$ ), включають основну та додаткову заробітну плату, інші заохочувальні та компенсаційні виплати працівників підрозділу, виходячи із чисельності осіб, безпосередньо пов'язаних із здійсненням заходів, спрямованих на гасіння пожежі, та часу їх фактичного залучення. Витрати на основну заробітну плату визначаються згідно із встановленими тарифними ставками (окладами). Витрати на додаткову заробітну плату визначаються розмірами виплачуваних доплат, надбавок, гарантійних і компенсаційних виплат, премій. Витрати на інші заохочувальні та компенсаційні виплати, відповідно до закону, що оплачуються з фонду оплати праці.

*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

До складу інших прямих витрат на гасіння пожежі ( $B_{інші}^{np.}$ ) включаються витрати на оплату:

амортизації (зносу) основних та інших необоротних матеріальних і нематеріальних активів, безпосередньо пов'язаних із здійсненням заходів, спрямованих на гасіння пожежі;

послуг зв'язку, яким користуються особи, безпосередньо пов'язані із здійсненням заходів, спрямованих на гасіння пожежі;

відрахування на соціальні заходи.

Загальновиробничі витрати на гасіння пожежі ( $B_{zn}^{заг.вироб.}$ ) визначаються через коефіцієнт співвідношення витрат на оплату праці та розраховуються за формулою (5):

$$B_{zn}^{заг.вироб.} = \sum B_k^{заг.вироб.} \times \frac{B_{on}^N}{\sum B_{on}^N}, \quad (5)$$

де:  $\sum B_k^{заг.вироб.}$  – сума загальновиробничих витрат підрозділу за рік;  $N$  – кількість осіб підрозділу;  $B_{on}^N$  – витрати на оплату праці та відрахування на соціальні заходи працівників підрозділу, які залучаються до гасіння пожеж, за рік;  $\sum B_{on}^N$  – сума загальних витрат на оплату праці та відрахування на соціальні заходи всіх працівників підрозділу за рік.

До загальновиробничих витрат на гасіння пожежі ( $B_k^{заг.вироб.}$ ) можуть включатися інші опосередковані витрати, що пов'язані із забезпеченням функціонування підрозділу, а саме на:

витрати на управління підрозділом, що здійснює заходи, спрямовані на гасіння пожежі;

амортизацію (знос) основних засобів загальновиробничого призначення;

витрати на операційну оренду будівлі (приміщення);

оплату охорони праці, техніки безпеки й охорону навколишнього природного середовища;

оплату послуг сторонніх організацій;

оплату тепло-, водопостачання і водовідведення, електроенергії й інших послуг на утримання приміщень;

службових відряджень осіб, безпосередньо пов'язаних із здійсненням заходів, спрямованих на гасіння пожежі;

утримання, експлуатацію та ремонт, страхування, інших необоротних активів, призначених для забезпечення функціонування підрозділу.

Витрати на гасіння пожеж визначаються за кожним фактом пожежі окремо.

Витрати на гасіння пожежі, у якому одночасно брали участь різні підрозділи, визначаються шляхом додавання витрат кожного з них.

Встановлено, що розрахунок витрат на гасіння пожежі складається за формою, наведеною в додатку до методики, підписується відповідальною особою, та упродовж 3 робочих днів з дня гасіння пожежі надсилається до підрозділу, який здійснює облік пожеж.

Методика також може застосовуватися для визначення вартісної величини виїзду підрозділу в разі завідомо неправдивого його виклику на гасіння пожежі.

Під час роботи над методикою враховано механізми формування платних послуг, визначених методиками [5, 6].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Методики розрахунку витрат на гасіння пожежі: наказ МВС від 31 січня 2024 р. № 55 (зарєєстрований в Мін'юсті 14.02.2024 за № 229/41574).

2. Кодекс цивільного захисту України від 02 жовтня 2012 р. № 5403-VI. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 2013, № 34–35, ст. 458.

3. Одинець А. В., Середа Д. В. Щодо питання визначення витрат держави на гасіння пожеж у сучасних умовах. *Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій*: матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2020. С. 49–50.

4. Про затвердження Порядку обліку пожеж та їх наслідків: Постанова Кабінету Міністрів України від 26 грудня 2003 р. № 2030. *Офіційний вісник України*, 2003, № 52, ст. 2802 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 07 квітня 2023 р. № 313. *Офіційний вісник України*, 2023, № 40, ст. 2165).

5. Про затвердження Методики формування вартості платних послуг, які надаються підрозділами Міністерства надзвичайних ситуацій України: наказ МНС, Мінекономрозвитку, Мінфіну від 03 січня 2012 р. № 1/2/1 (zareєстрований в Мін'юсті 16.01.2012 за № 45/20358). *Офіційний вісник України*, 2012, № 7, ст. 258.

6. Про затвердження Методики формування вартості платних послуг, що можуть надаватися підрозділами Державної інспекції техногенної безпеки України: наказ МНС, Мінфіну, Мінекономрозвитку від 01 червня 2012 р. № 867/661/658 (zareєстрований в Мін'юсті 18.06.2012 за № 983/21295). *Офіційний вісник України*, 2012, № 49, ст. 1934.

### УДК 614.841.3

#### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ ЩОДО ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАРЯДІВ ПІРОТЕХНІЧНИХ НІТРАТНО-МЕТАЛІЗОВАНИХ СУМІШЕЙ НА ЗАЛЕЖНІСТЬ ШВИДКОСТІ ЇХ ГОРІННЯ ВІД ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУР НАГРІВУ ТА ЗОВНІШНІХ ТИСКІВ**

*Назарій КОЗЯР, канд. техн. наук,  
Національний університет цивільного захисту України,  
Оксана КИРИЧЕНКО, д-р техн. наук, професор, Євгеній ШКОЛЯР, канд. психол. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Для практичного використання отриманих результатів щодо горіння широко використовуваних у піротехнічних виробках різного призначення (освітлювальних, сигнальних та трасувальних засобах, ІЧ-випромінювачах, елементах ракетно-космічної техніки тощо) механічно ущільнених сумішей порошків металевих паливних та нітратовмісних окиснювачів (наприклад, нітратів лужних та лужноземельних металів тощо) [1–4], необхідно створити базу даних на їх основі, зручну для оцінок пожежонебезпечних властивостей піротехнічних виробів в умовах зовнішніх термодій. Основними параметрами є підвищені температури нагріву та зовнішні тиски. З отриманих даних, випливає, що вибухонебезпечні режими горіння сумішей характеризуються різким зростанням швидкості їх горіння із зростанням температури нагріву та зовнішнього тиску. Це призводить до швидкого накопичення під металічними оболонками виробів високотемпературних продуктів згорання під високим тиском і вибухового руйнування корпусів. Також відбувається викид у різні боки цих продуктів з залишками корпусів та окремих частин основних зарядів виробів, що продовжують горіти. Для отримання такої бази даних необхідно систематизувати дані по горінню розглядуваних сумішей (і в першу чергу, по швидкості горіння) у вигляді нескладних експериментально-статистичних моделей, зручних для практичних оцінок.

Згідно з встановленим, дисперсність порошку окиснювача впливає на швидкість та режими горіння сумішей, але лише в вузькому діапазоні зміни коефіцієнта надлишку окиснювача. Зокрема, при значеннях  $\alpha = 0,2...0,5$  (вміст металічного пального до 70...80 %) спостерігається вплив. Однак цей діапазон на практиці рідко використовується, оскільки він знаходиться поблизу верхньої концентраційної межі горіння  $\alpha_{\text{вміг}} = 0,15...0,3$ , що відповідає нестійкому та вибухонебезпечному режиму горіння.

Зазвичай на практиці використовуються суміші з  $\alpha > 0,5...0,6$ , а також з заданою дисперсністю металевого пального та окиснювача.

Особливий інтерес представляють дані про швидкість горіння двокомпонентних піротехнічних сумішей метал + нітрат натрію при підвищених температурах нагріву та зовнішніх тисках. Наприклад, при коефіцієнтах ущільнення  $K_y = 0,95...0,96$ , середньому розмірі частинок окиснювача  $d_N = 106$  мкм,  $\alpha > 0,5...0,6$  для дрібнодисперсних порошків металевих палих з  $(d_m)_{min}$ .

На жаль, на сьогоднішній день відсутня база даних, яка б містила комплекс експериментально-статистичних моделей для визначення впливу основних параметрів зовнішніх термічних дій на швидкість розвитку процесу горіння сумішей.

Були розроблені нові експериментально-статистичні моделі, які дозволяють формувати базу даних з відносною похибкою 3–5% щодо впливу технологічних параметрів на швидкість та вибухонебезпечні режими горіння піротехнічних нітратно-металізованих сумішей. Ці параметри включають співвідношення компонентів, дисперсність, та коефіцієнт ущільнення суміші.

Ці моделі дозволяють визначати критичні діапазони зміни параметрів, перевищення яких може призвести до різкого зростання швидкості горіння та пожежовибухонебезпечного руйнування виробів при зовнішніх термічних впливах, таких як підвищені температури нагріву та зовнішні тиски.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ващенко В. А. Процеси горіння металізованих конденсованих систем / В. А. Ващенко, О. В. Кириченко, Ю. Г. Лега, П. І. Заїка, І. В. Яценко, В. В. Цибулин. – К.: Наукова думка, 2008. – 745 с.
2. Кириченко О. В. Основи пожежної безпеки піротехнічних нітратовмісних виробів в умовах зовнішніх термовпливів. Монографія / О. В. Кириченко, П. С. Пашковський, В. А. Ващенко, Ю. Г. Лега. – К.: Наукова думка, 2012. – 318 с.
3. Молодик А. В. Досвід та перспективи вирішення теплофізичних проблем створення оптико-електронних спецвиробів ІЧ-техніки / А. В. Молодик, Н. І. Носов, Г. А. Смоляр, Д. В. Лозбин // Збірник тез доповідей 2-ї Української науково-технічної конференції «Спеціальне приладобудування: стан та перспективи». – К.: КП СПБ «Арсенал». 6 – 7 грудня 2016 р. – С. 54 – 56.
4. Фатєєв В. М. Піротехніка [Текст]: курс лекцій / В. М. Фатєєв, Ю. П. Приходько, Л. І. Таборов ; за заг. ред. д-ра юрид. наук, проф. С. С. Чернявського. – Київ, 2017. – 470 с.

УДК 66.08

#### ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ ЧОВНОВОГО ТИПУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗБОРУ ПРОБ РОЗЛИТИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН НА ВОДІ

*Дмитро КОПИТІН, наук. співроб., Ірина БАШУК, студентка 3-го курсу,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Надзвичайні ситуації, такі як аварії на хімічних підприємствах або нафтові розливи, створюють серйозні загрози для водних ресурсів та здоров'я людей. Швидке та ефективне реагування на такі події вимагає використання передових технологій, серед яких може бути використання дронів човнового типу для збору проб розлитих хімічних речовин на воді.

Дрони човнового типу представляють собою безпілотні апарати, які можуть рухатися по поверхні води та виконувати різноманітні завдання. Їх оснащують спеціальними сенсорами та пристроями для збору інформації, включаючи системи для збору проб рідин. Ці технології дозволяють дронам ефективно оперувати на водних об'єктах, що робить їх ідеальними для використання в умовах надзвичайних ситуацій.

Методи збору проб під час надзвичайної ситуації є різноманітними в залежності від надзвичайної ситуації. Використання дронів човнового типу під час надзвичайних ситуацій передбачає швидкий та ефективний збір проб розлитих хімічних речовин на воді. Дрони можуть бути обладнані спеціальними контейнерами або зразками для збору проб, які можуть бути зібрані та доставлені до місця аналізу. Це дозволяє оперативно отримувати необхідну інформацію для оцінки рівня забруднення та прийняття відповідних заходів, а також за для забезпечення рятувальників на місці аварії, а також і цивільного населення.

Аналіз даних та інтерпретація результатів, які отримані за допомогою дронів можуть бути надані подальшому аналізу для визначення типу речовини, її концентрації та потенційного впливу на навколишнє середовище. Цей аналіз є критичним для прийняття швидких та обґрунтованих рішень у надзвичайних ситуаціях.

Незважаючи на потенційні переваги використання дронів човнового типу для збору проб розлитих хімічних речовин на воді під час надзвичайних ситуацій, існують виклики, пов'язані з їхнім використанням в умовах обмеженого доступу та навколишніх умов. Проте з подальшим розвитком технологій та методів ці виклики можуть бути подолані, забезпечуючи швидке та ефективне реагування на надзвичайні ситуації.

Висновок.

Використання дронів човнового типу для збору проб розлитих хімічних речовин на воді під час надзвичайних ситуацій є перспективним напрямком в боротьбі з забрудненням водних ресурсів. Ці технології можуть забезпечити швидке та ефективне моніторинг, що дозволить оперативно реагувати на виниклі проблеми та запобігати їх подальшому розповсюдженню в умовах надзвичайних ситуацій. Додаткові дослідження та розвиток технологій у цьому напрямку можуть сприяти поліпшенню якості реагування на надзвичайні ситуації та збереженню навколишнього середовища.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Brown, R., & White, S. (2019). «Utilizing drone technology for rapid environmental assessment during chemical spills: A case study». *Environmental Science & Technology* 52(13).

Brown, R., & White, S. (2019). «Використання технології дронів для швидкого оцінювання навколишнього середовища під час хімічних розливів: випадкове дослідження». *Екологія та технологія* 52(13).

2. Zhang, Q., et al. (2019). «Utilizing drones for rapid assessment of chemical spills in aquatic environments». *Water Research*, 159, 44–54.

Zhang, Q., et al. (2019). «Використання дронів для швидкого оцінювання хімічних розливів у водних середовищах». *Водні дослідження*, 159, 44–54.

**УДК 699.112.2:674.047**

#### **ОПТИМІЗАЦІЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ З УРАХУВАННЯМ ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИК**

*Дмитро КРИШТАЛЬ, канд. наук з держ. упр.,  
Ірина БАШУК, студентка факультету цивільного захисту,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На сьогоднішній день деревина залишається затребуваним будівельним матеріалом. Застосовувана як конструктивні елементи будівель і використовується в обробці, деревина має низку переваг і недоліків. Для будівництва одним з недоліків є пожежна небезпека конструкцій та оздоблення, виконаного з використанням деревини та матеріалів на її основі[1].

Для підвищення вогнезахисних властивостей деревини широко застосовуються різного роду вогнезахисні склади і речовини – фарби, лаки, пасти,

просочувальні склади і вогнезахисні комбіновані склади. Вогнезахисні склади і речовини реалізують різні механізми захисту деревини під час вогневого впливу. За способом захисту, що підрозділяють на хімічні і фізичні, а також ті, що реалізують комбінації цих способів.

Метою роботи є теоретичне дослідження, що дозволяє оцінити вплив фізико-хімічних властивостей різних порід деревини на ефективність вогнезахисних складів.

Фізико-хімічні властивості деревини безпосередньо залежать від хімічного складу деревини як будь-якого полімеру. Ці властивості різняться залежно від породи деревини, віку, відмінності хімічного складу деревини, регіону зростання, умов зростання і структурних відмінностей, що підтверджується дослідженнями. На сьогоднішній день не визначено залежності впливу породи деревини, термін її експлуатації на ефективність вогнезахисних засобів.

Випробування вогнезахисних складів і речовин за визначенням ефективності полягає у віднесенні їх до групи вогнезахисної ефективності. На даний момент випробування вогнезахисних складів і речовин з віднесення до групи вогнезахисної ефективності проводиться на зразках деревини сосни. Інші породи деревини згідно з нормативним документом при визначенні групи вогнезахисної ефективності не розглядаються. Деревина сосни широко застосовується у будівництві через простоту обробки, високу смолистість, міцність, низьку теплопровідності та низькою вартістю порівняно з іншими породами. У будівництві дерев'яні конструкції переважно виготовляють із хвойних порід деревини.

Основним показником, що характеризує групу вогнезахисної ефективності вогнезахисних складів і речовин, є втрата маси випробовуваних зразків. Щільність зразків деревини сосни під час випробування має становити 400-550 г/м<sup>3</sup> [2]. Оскільки пориста деревина з меншою щільністю краще піддається термічному розкладанню, що, своєю чергою, відбувається розкладанню, що своєю чергою відбувається і на обробленій вогнезахисними складами деревині. В результаті чого можливо припустити зниження вогнезахисних властивостей складів на деревині щільністю менше щільності сосни. У низці досліджень експериментальним шляхом встановлено залежність втрати маси оброблених вогнезахисними складами зразків різних порід деревини залежно від щільності деревини. Так само існують дослідження деревини необробленої вогнезахисними складами, де виявлено відмінності втрати маси листяних і хвойних порід, що також свідчить про вплив щільності на втрату маси.

Деревина є одним з найпоширеніших будівельних матеріалів, але її горючість вимагає ретельного вогнезахисту. Вибір оптимального вогнезахисного складу з урахуванням характеристик деревини (породи, щільності, вологості) є ключовим фактором для забезпечення пожежної безпеки. Проведені дослідження показали, що різні породи деревини по-різному реагують на вогнезахисні склади. Наприклад, хвойні деревини більш схильні до займання, ніж листяні, тому потребують більш інтенсивного захисту.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Шналь Т.М. Вогнестійкість та вогнезахист дерев'яних конструкцій: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. – 220 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94). «Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість».



УДК 614.84

### ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ГОРІННІ ЗОВНІШНІХ КАБЕЛЬНИХ СПОРУД

Олег КУЛАКОВ, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України

Основні визначення стосовно кабельних споруд приведено в Правилах [1]. Кабельна споруда – споруда, що спеціально призначена для розміщення в ній елементів кабельних ліній (кабельна лінія – лінія для передавання електричної енергії або окремих її імпульсів, складена з одного або декількох паралельно прокладених кабелів, кабельної арматури, систем, що підтримують кабелі, пристроїв кріплення і підтримування кабелів та арматури) та обладнання, яке забезпечує їх функціонування. До кабельних споруд відносять: кабельні блоки, канали, галереї, естакади, камери, поверхи, тунелі, шахти, підлоги. Кабельні споруди за способом прокладання кабельних виробів можна розділити на такі, що розташовано у приміщеннях, та зовнішні.

З точки зору пожежної небезпеки кабельні споруди характеризуються наявністю твердих горючих матеріалів (пластмасова ізоляція та оболонка кабельного) та горючих рідин (оливонаповнені кабельні вироби з паперовою ізоляцією).

Інтенсивність теплового випромінювання  $q$  при горінні твердих матеріалів можна оцінити за методикою національного стандарту [2].

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi, \text{ кВт}\cdot\text{м}^{-2}, \quad (1)$$

де  $E_f$  – середньо-поверхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я (довідкові дані), кВт·м<sup>-2</sup>,

$F_q = \sqrt{F_b^2 + F_n^2}$  – кутовий коефіцієнт опромінення,

$$F_b = \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{1}{S} \cdot \arctg \frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \arctg \sqrt{\frac{S-1}{S+1}} - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right\} \right] -$$

фактор опромінення для вертикальної площадки,

$$F_n = \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{B-1/S}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg \sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}} - \frac{A-1/S}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right] - \text{ фактор}$$

опромінення для горизонтальної площадки,

$$h = \frac{2 \cdot H}{d}, \quad S = \frac{2 \cdot r}{d}, \quad A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2 \cdot S}, \quad B = \frac{S^2 + 1}{2 \cdot S},$$

$r$  – відстань від геометричного центру пожежі до об'єкта, що опромінюється, м,

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} - \text{ефективний діаметр пожежі, м,}$$

$F$  – площа пожежі, м<sup>2</sup>,

$$H = 42 \cdot d \cdot \left( \frac{M_v}{\rho_n \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} - \text{висота полум'я, м,}$$

$M_v$  – питома масова швидкість вигорання матеріалу, кг·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>,

$$\rho_n = \frac{352}{t_n + 273} - \text{густина навколишнього повітря при температурі } t_n, \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3},$$

$g = 9,81 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$  – прискорення вільного падіння,

$\psi = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5 \cdot d)]$  – коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу.

Величини середньо-поверхневої густини теплового потоку випромінювання полум'я  $E_f$  та питомої масової швидкості вигорання матеріалу  $M_v$  для твердих горючих матеріалів допускається приймати  $E_f = 40 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$  та  $M_v = 0,04 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$  відповідно [2]. Тому, за нормальних умов (при температурі 20 °C) величина інтенсивності теплового випромінювання  $q$  буде визначатися площею пожежі  $F$ .

Для рятувальника у захисному брезентовому одязі безпечним є теплове випромінювання з інтенсивністю  $q < 4,2 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$  [4]. Розрахунком за формулою (1) встановлено, що інтенсивність теплового випромінювання  $q > 4,2 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$  має місце на відстані  $r = 30 \text{ м}$  від кабельної споруди при площі пожежі  $F \approx 200 \text{ м}^2$ .

Площу пожежі можна розрахувати за допомогою [3]. У перші 10 хвилин після початку пожежі лінійна швидкість розповсюдження полум'я приймається половиною від табличного значення. Площа пожежі розраховується за формулою:

$$F = n \cdot a \cdot 0,5 \cdot V_l \cdot \tau_{вил} \quad (2)$$

У подальший час площа пожежі розраховується за формулою:

$$F = n \cdot a \cdot (5 \cdot V_l + V_l \cdot \tau_2), \quad (3)$$

де  $a$  – ширина споруди, м,

$n$  – кількість напрямків розповсюдження пожежі,

$V_l$  – лінійна швидкості розповсюдження полум'я, м/хв.,

$\tau_{вил}$  – час вільного розвитку пожежі, хв.,

$\tau_2 = \tau_{вил} - 10$ .

Для кабельних споруд лінійна швидкість розповсюдження полум'я приймається рівною  $V_l = 0,8 \div 1,1 \text{ м/хв}$  [3].

Розрахунком за формулами (2) та (3) встановлено, що, наприклад, при ширині зовнішньої кабельної споруди  $a = 2,0 \text{ м}$  та середньому значенні лінійної швидкості розповсюдження полум'я  $V_l$ , площа пожежі кабельної споруди сягне значення  $F \approx 200 \text{ м}^2$  при часі вільного розвитку пожежі  $\tau_{вил} > 57,5 \text{ хв}$ .

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Правила улаштування електроустановок. Київ, 2017. 617 с.
2. ДСТУ Б В.1.1-36: 2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Київ, 2016. 31 с.
3. Довідник керівника гасіння пожежі / За загальною редакцією В. С. Кропивницького. Київ, 2016. 317 с.
4. Безпека життєдіяльності: підручник / О. І. Запорожець, Б. Д. Халмурадов, В. І. Применко та ін. Київ, 2013. 448 с.

УДК 614.841

## ЩОДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ З АВТОНОМНИМ ЖИВЛЕННЯМ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦІЇ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНУ ПІНОУТВОРЮВАЧА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВІТРЯНО-МЕХАНІЧНОЇ ПІНИ

Артем МАЙБОРОДА, канд. пед. наук, доцент,  
Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент,  
Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, д-р техн. наук, доцент, Михайло КРОПИВА, канд. техн. наук,  
Єгор ТИНДЮК, Азіз СУЛЕЙМАНОВ, Олександр МАРЧЕНКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

В сучасному світі проблеми екології та безпеки набувають все більшого значення, особливо у контексті впливу різноманітних хімічних речовин на довкілля та здоров'я людини. Однією зі складних задач в цій сфері є дослідження властивостей піноутворювачів та їх впливу на характеристики повітряно-механічної піни. В рамках цієї проблеми виникає необхідність удосконалення пристроїв з автономним живленням для демонстрації впливу концентрації розчину піноутворювача, що відкриває широкі перспективи для подальших досліджень у цій області. Пристрій з автономним живленням для демонстрації впливу концентрації розчину піноутворювача на властивості повітряно-механічної піни зображено на рис. 1.

Демонстрація впливу концентрації розчину піноутворювача на характеристики повітряно-механічної піни виконується наступним чином: заливають піноутворювач в ємність для піноутворювача 5, заливають воду в ємність для води 5, вмикають компресор 2, повітря через з'єднувальні шланги 10 надходить в ємності 4 та 5 де накопичується повітря під тиском, далі відкриваємо крани 6 та 8 та кран пуску готової суміші 12 (випуск готового розчину піноутворювача) і розчин проходить через витратоміри 7, змішувач 9 рухається по з'єднувальним шлангам 10 проходить через ствол-генератор піни середньої кратності 11 і створює повітряно-механічну піну [1].

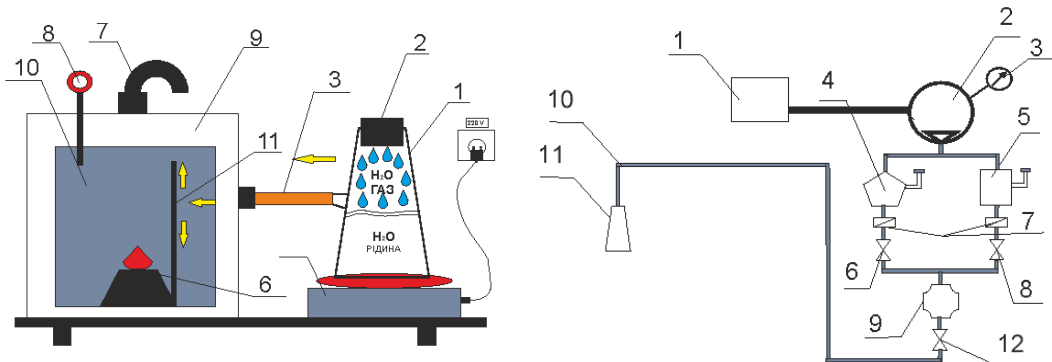


Рис. 1. Будова установки: 1 – автономне джерело живлення, 2 – компресор, 3 – манометр, 4 – ємність для води, 5 – ємність для піноутворювача, 6 – кран регулювання витрати піноутворювача, 7 – витратоміри, 8 – кран регулювання витрати води, 9 – змішувач, 10 – з'єднувальні шланги, 11 – ствол-генератор піни середньої кратності, 12 – кран пуску готової суміші

Пристрій з автономним живленням для демонстрації впливу концентрації розчину піноутворювача на характеристики повітряно-механічної піни є важливим інструментом у навчанні та підготовці майбутніх фахівців пожежної безпеки. Пристрій дозволяє студентам практично ознайомитися з принципами роботи піноутворювачів та їх впливом на утворення пожежної піни, що є ключовим аспектом в сфері пожежної безпеки. Подібні пристрої дозволяють створити реалістичні умови

для досліджень та експериментів, що сприяє збільшенню рівня розуміння студентами процесів, які відбуваються в пожежах та способи їх контролю. Такі пристрої допомагають підвищити інтерактивність та ефективність навчання, оскільки студенти можуть бачити наочні результати зміни концентрації піноутворювача в реальному часі. Це сприяє кращому засвоєнню матеріалу та розвитку аналітичних та проблемно-орієнтованих навичок, які необхідні для успішної роботи у сфері пожежної безпеки. Отже, використання таких пристроїв в навчальному процесі є важливою складовою формування фахової компетентності майбутніх фахівців пожежної безпеки, що сприяє підготовці кваліфікованих та компетентних спеціалістів в даній галузі.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Патент на корисну модель № 142052 Україна, МПК (2006) G09B 25/00, Лабораторний стенд для дослідження припинення горіння методом флегматизації. Опубліковано 12.05.2020, бюл. № 9/2020.

**УДК 614.841**

#### **ЩОДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ МАКЕТУ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ТЕПЛОЄМНІСТЬ ВОДИ**

*Артем МАЙБОРОДА, канд. пед. наук, доцент, Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент,  
Микола КРИШТАЛЬ, канд. психол. наук, професор,  
Андрій ШВИДЕНКО, канд. техн. наук, доцент, Яна ЗМАГА, канд. техн. наук, доцент,  
Олена БОРСУК, канд. техн. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Вода, є однією із найпоширеніших речовин у природі, відіграє ключову роль у багатьох технічних, природничих та медичних процесах. Вивчення теплофізичних властивостей води має велике значення для розуміння та оптимізації цих процесів. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні установки, яка б дозволяла детально досліджувати вплив різних факторів на теплоємність води. Пожежники-рятувальники під час ліквідації пожеж працюють в умовах високої температури та дії інтенсивного теплового випромінювання. Аварійна обстановка суттєво відрізняється від встановленої санітарними нормативами, від нагрівання різко зменшується працездатність особового складу, часто трапляються теплові ураження, перегрів організму, втрата свідомості, теплові удари, опіки. Причиною, що призводить до такого роду ускладнень є неповнота знань механізмів дії теплових чинників, захисної дії протитеплових засобів, якими оснащені рятувальні підрозділи та раціональні способи їх використання. Тому проведення наукових робіт з удосконалення способів і засобів захисту особового складу рятувальних підрозділів від негативної дії тепла є досить актуальним напрямом досліджень [1].

Враховуючи широкий спектр застосувань води та постійну необхідність оптимізації технологічних процесів, розробка та впровадження унікальної установки для дослідження теплоємності води є актуальним завданням у сучасній науці та техніці. Правильно спроектована та належно налаштована установка може стати потужним інструментом для вивчення теплових процесів та розробки нових ефективних технологій у різних галузях науки та промисловості. Установка для дослідження властивостей теплоємності води має велике значення для проведення навчальних та дослідницьких робіт в галузі теплофізики та інженерії. Вона дозволяє студентам та науковцям вивчати теплофізичні процеси, які стосуються розподілу та передачі тепла в системах з використанням води. Для курсу дисциплін

кафедри фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж ця установка є незамінною, оскільки дозволяє аналізувати параметри теплових процесів під час гасіння пожежі та розробляти ефективні стратегії пожежного захисту. Для майбутніх фахівців пожежної безпеки ДСНС України це обладнання є ключовим для засвоєння теоретичних знань та отримання практичного досвіду, що допоможе їм ефективно вирішувати завдання з попередження та ліквідації пожеж у майбутній професійній діяльності. Макет установки складається з корпусу, джерела теплового випромінювання, системи трубок охолодження, ємності для води, насос для подачі води в систему трубок охолодження, термометри виносні електронні, штатив для кріплення поверхонь (тканина бойового одягу пожежника).

Результати експериментальних досліджень підтверджують високий потенціал установки для дослідження теплоємності води та її значення для навчального процесу. Ці висновки підкріплюються науковими даними та практичними спостереженнями, що свідчать про перспективи використання даного обладнання у проведенні дослідницької та освітньої діяльності. Стя даної установки для впровадження в навчальний процес.



Рис. 1. Макет установки для дослідження властивостей теплоємності води

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Kostenko, V., Kostenko, T., Zemlianskiy, O., Maiboroda, A., & Kutsenko, S. (2017). Automatization of individual anti-thermal protection of rescuers in the initial period of fire suppression. Східноєвропейський журнал передових технологій, (5 (10)), 4–11., (5 (10)), 4–11.

УДК 614.841

#### АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗМІЩЕННЯ ГОРЮЧИХ РЕЧОВИН У ПРОСТОРІ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ

Артем МАЙБОРОДА, канд. пед. наук, доцент, Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент,  
Олександр МАРЧЕНКО, Єгор ТИНДЮК, Азіз СУЛЕЙМАНОВ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Пожежна небезпека – можливість виникнення та розвитку пожежі в будь-якій речовині, процесі, стані. Слід зазначити, що пожеж безпечних не буває. Якщо вони і не створюють прямої загрози життю та здоров'ю людини, то завдають збитків довкіллю, призводять до значних матеріальних втрат. Коли людина перебуває в зоні впливу пожежі, то вона може потрапити під дію наступних небезпечних та шкідливих факторів: токсичні продукти згорання; вогонь; підвищена температура середовища; дим; недостатність кисню; руйнування будівельних конструкцій; вибухи, витікання небезпечних речовин, що відбуваються внаслідок пожежі; паніка [1]. Горіння твердих горючих речовин є складним фізико-хімічним процесом, який включає в себе декілька стадій та може мати різноманітні

особливості залежно від характеристик матеріалів та умов горіння. Процес горіння може розпочатися з ініціації, наприклад, від нагрітого джерела, ініціатора або від вже існуючої пожежі в іншому місці. Для твердих матеріалів ініціація може відбуватися при досягненні певної температури, наприклад, при нагріванні [2]. Процес підігріву та розкладання: Під час нагрівання твердої горючої речовини відбувається її підігрів та розкладання. Це може включати випаровування, десорбцію, дегідратацію та інші процеси, які вивільнюють горючі гази або попередні реагенти. Розкладання твердих горючих речовин може призводити до утворення горючих газів, таких як вуглекислий газ, оксиди азоту, аміак, ацетон та інші. Ці гази можуть бути джерелом пожежі або сприяти швидкому поширенню вогню. У процесі горіння горючі гази реагують з киснем з повітря за утворенням тепла, світла, диму та інших продуктів [3]. Цей процес може бути екзотермічним та включати в себе різноманітні хімічні реакції, такі як окислення та піроліз. У лабораторних умовах можуть проводитися досліді з різними розташуваннями твердих горючих матеріалів, таких як деревина, текстиль або пластик. Дослідники можуть вимірювати швидкість горіння, кількість виділеного тепла та інші параметри горіння в залежності від їхнього розташування.

Дослідження впливу присутності інших матеріалів на швидкість горіння: Дослідники можуть досліджувати, як присутність інших матеріалів, таких як меблі, електричне обладнання або будівельні конструкції, впливає на швидкість горіння твердих горючих матеріалів. Ці дослідження можуть допомогти розробити ефективні стратегії пожежного захисту та безпеки, а також покращити розуміння фізичних процесів, що відбуваються під час пожежі. Наукові дослідження у галузі пожежної безпеки та впливу розташування об'єктів на швидкість горіння та поширення вогню проводяться в різних установках та наукових центрах по всьому світу [4].

Дослідження впливу присутності інших матеріалів та сферичного розташування на швидкість горіння твердих горючих матеріалів є важливим напрямком в галузі пожежної безпеки. Результати таких досліджень можуть вплинути на розробку ефективних стратегій пожежного захисту та безпеки, а також сприяти покращенню розуміння фізичних процесів, які відбуваються під час пожеж. Подальші лабораторні дослідження і досліді у цій галузі можуть принести нові знання та відкриття, які будуть корисними для розробки та впровадження пожежної безпеки у практиці.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Smith, J., & Johnson, R. (2020). "Chemical and Physical Characteristics of Combustion in Vertical and Horizontal Arrangements of Solid Fuels." *Journal of Combustion Science*, 15(2), 45–62.
2. Chen, L., & Wang, H. (2019). "Comparative Study of the Burning Characteristics of Solid Fuels in Vertical and Horizontal Configurations." *International Journal of Thermal Engineering*, 25(4), 112–127.
3. García, M., & Rodríguez, P. (2018). "Analysis of the Physicochemical Properties of Combustion in Different Orientations of Solid Combustibles." *Fuel Chemistry Review*, 10(3), 88–103.
4. Patel, K., & Gupta, S. (2017). "Investigation of Fire Behavior in Vertical and Horizontal Arrangements of Solid Fuel Beds." *Journal of Fire and Explosion Dynamics*, 7(1), 30–45.

УДК 614.841.45

**ВПЛИВ ВІДХИЛУ ТЕМПЕРАТУРИ В ПЕЧІ ВІД НОМІНАЛЬНОГО РЕЖИМУ  
НА ПРОМІЖОК ЧАСУ ДО ДОСЯГНЕННЯ КРИТИЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ СТАЛЕВОЇ  
КОНСТРУКЦІЇ**

*Сергій НОВАК, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,  
Олександр ДОБРОСТАН, канд. техн. наук, ст. дослідник,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,  
Михайло НОВАК,  
Національний університет харчових технологій,  
Максим ПУСТОВИЙ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Під час випробувань будівельних конструкцій і виробів на вогнестійкість керування температурним режимом в печі здійснюють таким чином, щоб його відхил від номінального температурного режиму не перевищував граничних значень. У разі випробувань за національним стандартом ДСТУ Б В.1.1-4 [1] цими граничними значеннями є задані мінімально і максимально допустимі температури в печі ( $T_{min}$  і  $T_{max}$ ). На відміну від цього національного стандарту, європейські стандарти EN 1363-1 [2] і EN 1363-2 [3] регламентують не значення допустимого відхилу  $d_{lim}$  температури в печі від її номінальних значень  $T_s$ , а встановлює допустимий відсотковий відхил  $d_{e,lim,e}$  площі під кривою фактичної температури в печі  $T_i(t)$  від площі під кривою номінального температурного режиму  $T_s(t)$ . Наявність відхилу температурного режиму в печі від номінального може призводити до отримання різних значень проміжку часу до досягнення критичної температури конструкцій і актуальним є визначення різниці між цими значеннями.

У цій роботі наведено методику і результати визначення різниці  $\delta_{t,T}$  між значенням проміжку часу до досягнення на металевій поверхні захищеної сталеві конструкції критичної температури 500 °С, отриманим за мінімально (або максимально) допустимого температурного режиму в печі, і значенням цього ж проміжку часу за номінальної (для стандартного температурного режиму [1; 2]) температури  $T_s$ .

Шляхом розв'язання прямої задачі теплопровідності визначали мінімальну товщину вогнезахисного покриття  $d_{p,min}$ , за якої для певного номінального проміжку часу вогневого впливу  $t_{fr}$  розрахункова температура (далі – температура сталі  $\theta_a$ ) на металевій поверхні сталеві конструкції (під шаром вогнезахисного покриття) з коефіцієнтом поперечного перерізу 200 м<sup>-1</sup> дорівнює критичній температурі, яка становить 500 °С. Ці розрахунки виконували за різних значень коефіцієнта теплопровідності й питомої об'ємної теплоємності вогнезахисного покриття і номінального проміжку часу вогневого впливу ( $t_{fr,min} = 30$  хв;  $t_{fr,med} = 90$  хв;  $t_{fr,max} = 240$  хв) [4].

Із застосуванням отриманих даних щодо товщини  $d_{p,min}$ , за мінімально і максимально допустимих температур в печі  $T_{min}$  і  $T_{max}$  (за ДСТУ Б В.1.1-4 [1]), розв'язанням прямих задач теплопровідності визначали проміжки часу вогневого впливу  $t_{fr,Tmin}$  і  $t_{fr,Tmax}$ , за яких температура сталі  $\theta_a$  дорівнює 500 °С. За формулами (1) і (2) розраховували різниці  $\delta_{t,Tmin}$  і  $\delta_{t,Tmax}$  між значенням проміжку часу до досягнення критичної температури 500 °С ( $t_{fr,Tmin}$ ,  $t_{fr,Tmax}$ ), отриманим за умови, що температура в печі дорівнює мінімально допустимому  $T_{min}$  або максимально допустимому значенню  $T_{max}$ , і нормованим значенням цього ж проміжку часу  $t_{fr}$  за номінального температурного режиму  $T_s$ . Із аналізу отриманих даних визначено, що для застосованого при розрахунках діапазону параметрів захищеної сталеві конструкції значення різниць  $\delta_{t,Tmin}$  і  $\delta_{t,Tmax}$  змінюється від 3,29 % до 15,67 % і від – 2,96 % до – 14,33 %, відповідно. Закономірним є зменшення (за модулем) різниць  $\delta_{t,Tmin}$  і  $\delta_{t,Tmax}$  з підвищенням проміжку часу  $t_{fr}$ .

$$\delta_{t,Tmin} = 100(t_{fr,Tmin} - t_{fr})/t_{fr}; \quad (1)$$

$$\delta_{t,Tmax} = 100(t_{fr,Tmax} - t_{fr})/t_{fr}. \quad (2)$$

Для умов щодо допустимого температурного режиму в печі за EN 1363-1 [2], розраховано мінімально і максимально допустимі температури в печі ( $T_{min,e}$  і  $T_{max,e}$ ), проміжки часу вогневого впливу  $t_{fr,Tmin,e}$  і  $t_{fr,Tmax,e}$ , за яких температура сталі  $\theta_a$  дорівнює 500 °С, та різниці  $\delta_{t,Tmin,e}$  і  $\delta_{t,Tmax,e}$  між значенням проміжку часу  $t_{fr,Tmin,e}$  ( $t_{fr,Tmax,e}$ ) і значенням  $t_{fr}$  ( $t_{fr,min} = 30$  хв;  $t_{fr,med} = 90$  хв;  $t_{fr,max} = 240$  хв) за номінального температурного режиму  $T_s$  [4].

Встановлено, що допустимі температури в печі ( $T_{min,e}$  і  $T_{max,e}$ ), які розраховано для умов за EN 1363-1 [2] із застосуванням допустимого відхилення  $d_{e,lim,e}$  площі під кривою температури, відрізняються від значень  $T_{min}$  і  $T_{max}$ , які визначено для умов за ДСТУ Б В.1.1-4 [1] із застосуванням допустимого відхилення  $d_{e,lim}$  температури. Допустимий діапазон варіювання температури в печі для EN 1363-1 [2] є вузький ніж для ДСТУ Б В.1.1-4 [1]. Значення різниць  $\delta_{t,Tmin,e}$  і  $\delta_{t,Tmax,e}$  змінюється від 2,00 % до 6,00 % і від -2,00 % до -7,67 %, відповідно. Із порівняння даних щодо різниць  $\delta_{t,Tmin,e}$  і  $\delta_{t,Tmax,e}$  зі значеннями різниць  $\delta_{t,Tmin}$  і  $\delta_{t,Tmax}$  випливає, що максимальна величина відхилення фактичного від номінального проміжку часу до досягнення температури сталі 500 °С для мінімально та максимально допустимих температурних режимів в печі за EN 1363-1 [2] менша ніж для допустимих температурних режимів за ДСТУ Б В.1.1-4 [1]. Найбільша різниця між цими відхиленнями має місце для малих значень проміжку часу вогневого впливу  $t_{fr}$ , а з його підвищенням ця різниця зменшується. Зокрема, для мінімально допустимого температурного режиму за EN 1363-1 [2] і  $t_{fr,min} = 30$  хв різниця  $\delta_{t,T}$  на 65 % менша ніж для такого ж режиму за ДСТУ Б В.1.1-4 [1], а для  $t_{fr,max} = 240$  хв – менша на 28 %.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.1.1-4-98\*. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Київ: Держбуд України, 2005. 19 с.
2. EN 1363-1:2020. Fire resistance tests – Part 1: General Requirements. European committee for standardization. CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels. 2020 CEN. 54 p.
3. EN 1363-2:1999. Fire resistance tests – Part 2: Alternative and additional procedures. European committee for standardization. Central Secretariat: rue de Stassart, 36, B-1050 Brussels. 1999 CEN. 16 p.
4. Новак С., Новак М., Пустовий М. Вплив відхилення температури в печі від номінального режиму на результати випробування сталевих конструкцій на вогнестійкість. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2023. № 2 (16). С. 88–105.

УДК 614.842.615

#### АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПОЛУМ'Я В ЗАМКНУТОМУ ОБ'ЄМІ ПІД ЧАС ВИБУХУ ГАЗОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ

*Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент, Сергій ВЕДУЛА,*  
*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,*  
*Telak OKSANA, PhD,*  
*The Main School of Fire Service, Warsaw (Poland)*  
*Олександр АНДРОЩУК*  
*Вище професійне училище Львівського державного університету безпеки*  
*життєдіяльності*



При аналізі процесу розповсюдження полум'я в обсязі кінцевих розмірів необхідно виходити із спільного розгляду рівнянь теплопровідності та дифузії [1] з урахуванням тепла, що виділяється, і витрати вихідної речовини в ході хімічної реакції [2]. Фактично, ці рівняння є рівняннями теплового і матеріального балансу системи. Модель поширення полум'я в просторі можна уявити, як деякий виділений елемент простору, в якому знаходиться суміш двох реагуючих газів і продуктів реакції. Зміна тепломістку суміші, що знаходиться в цьому елементі за нескінченно малий інтервал часу викликано наступними причинами: через межі елемента втікає і витікає деяку кількість газу, що вносить в елемент і виносить з нього свій вміст. Ця зміна тепловмісту пов'язана, очевидно, із загальним рухом газу (конвективний потік), з молекулярним потоком тепла, пов'язаного з наявністю градієнта температури та концентрації. Далі частина тепла, що проноситься цим потоком, затримується в елементі і йде на зміну його вмісту. Усередині елемента виділяється кілька тепла з допомогою хімічної реакції. Аналогічні члени входять у рівняння матеріального балансу виділеного елемента. Зміна концентрації суміші за нескінченно малий інтервал часу пов'язана в цій формулі з конвективним потоком речовини через межі елемента молекулярним потоком, викликаним концентрацією градієнтом, а також протіканням хімічної реакції. З урахуванням цих зауважень рівняння поширення тепла та речовини у векторній формі запишеться у вигляді:

$$C_p \rho \frac{dT}{dt} \operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T + K_T D C_p \operatorname{grad} C + q_{\text{луч}}) + \Delta H_{\text{хим}}(C, T),$$

$$\rho \frac{dC}{dt} = \operatorname{div}(D \rho \operatorname{grad} C + K_T D \frac{\rho C}{T} \operatorname{grad} T) - W(C, T),$$

Таким чином, розгляд стійкості та коливання реакційної зони у проточній системі з урахуванням неоднорідності температур потребує аналізу рівняння перенесення енергії у приватних похідних. Щоб уникнути цього, у роботі [1] розглядається ідеалізований граничний випадок, який називають реактором ідеального змішування.

Баланс тепла всієї системи моделі ідеального змішування представляється без урахування просторового розподілу температур, таким чином, що середні значення величин, що залежать від температури, замінюються значенням цих величин при середній температурі (за обсягом).

Помилка усереднення, що виникає при такому підході, несуттєво впливає на якісні висновки та стосується лише чисельних множників, значення яких перебувають із стаціонарної теорії поширення фронту полум'я.

На рис. 1 представлено модель реактора ідеального змішування. Концентрація і температура в такому реакторі змінюються як за рахунок реакції та тепловідведення, так і за рахунок надходження тепла з вхідним потоком та винесенням їх з вихідним.

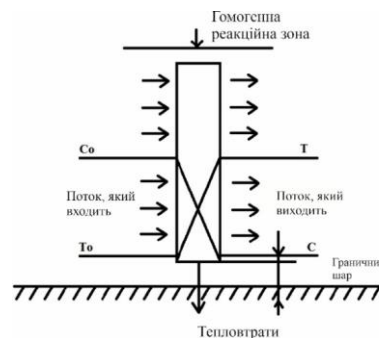


Рис. 1. Модель реактора ідеального змішування

На базі вищезгаданої моделі розглядається завдання про зростання тиску вибуху в обмеженому обсязі простору.

Використовуємо встановлені закономірності на прикладі: розгерметизація на газопроводі, що призвела до вибуху. Під час аварії, що супроводжується розгерметизацією газопроводу, починає відбуватися наступне: про те, що відбулося спрацювання арматури, свідчить падіння тиску газу [3]; запірна арматура закривається; газ починає виходити з ділянки газопроводу, який відтягтий арматурою [3].

Високий тиск викликає вихід газу в атмосферу в місцях, де сталося пошкодження. У місцях руйнування землі утворюється воронка. Фізична властивість метану змушує його піднятися в атмосферу. Тут же присутні інші гази, що мають у своєму складі певні суміші, які опускаються і осідають в приземному шарі. У цей же час найбільшу небезпеку становить «хмара вибухонебезпечної суміші», яка утворюється в процесі змішування газів та навколишнього повітря.

Існуючі дані [1] визначають, що близько 80% випадків аварій протікає з реалізацією пожежі, у зв'язку з утворенням іскор в результаті взаємодії частинок газу з металом або твердими частинками ґрунту. Локальне горіння, що протікає, з великою часткою ймовірності зміниться вибухом за допомогою процесу самоприскорення горіння по ландшафту місцевості і в лісозоні.

Отже, під час аварії на газопроводі горіння під час вибуху протікатиме за одним із двох варіантів - дефлаграційним або детонаційним. При прогнозуванні приймається, що процес розвитку відбуватиметься як детонації.

При прогнозуванні наслідків аварії на газопроводі зони детонації та повітряної ударної хвилі приймають з урахуванням напряму вітру [2]. При цьому вважається, що зона детонації поширюється від газопроводу за вітром на відстань  $2r_0$ . Напрямок вітру може викликати зміщення вибухонебезпечної суміші в будь-який бік від газопроводу. Тому, при прогнозуванні, умовно вважається, що зона детонації має дві смуги протягом усього кордону з обох боків газопроводу та має ширину  $2r_0$ . [1]. Уздовж цих смуг, минаючи межу детонації, розташовуються зони, в яких дій є вибухова хвиля. На поверхні землі ці зони виглядають як ділянки смуг протягом усього газопроводу.

Як правило, межі визначаються надлишковим тиском у 50 кПа та радіусом руйнування, яке воно утворює [2].

Всі вищезазначені варіанти, що моделюють вибух сумішей газу у відкритому просторі [2], а також вибух, що виникає при розгерметизації магістрального газопроводу під час аварії, розроблені так, щоб враховувалася їх реалізація за звичайного режиму функціонування об'єкта, тобто за відсутності впливу зовнішніх факторів, основним у тому числі є негативна температура довкілля. Зупинимося детальніше на аваріях газопроводів у цих умовах.

Руйнування газопроводу може статися навіть за незначного відхилення реальних умов експлуатації від тих, що прийняті в проектній документації. Функціонування газопроводів значно ускладнюють низькі температури. Як правило, саме вони підвищують ризик виникнення аварійної ситуації під час контролю лінійної частини та у процесі підтримки технологічних режимів.

Провівши аналіз аварій, встановлено, що основні причини ушкоджень газопроводу за мінусових режимів роботи.

При пошкодженні трубопроводу утворюються уламки, розліт яких є великою небезпекою. Встановлено залежність руйнування газопроводів від виду сталі, що міститься в них. Якщо сталі мають невелику в'язкість, то при аварії утворюються дрібні уламки.

Природний газ у процесі транспортування у зв'язку з тиском, що надається на нього, розширюється, газопровід розривається і шляхом стиснення утворюються повітряні ударні хвилі. У цьому виникають баричні ефекти.

Форма горіння газу безпосередньо пов'язана з наявністю джерела запалювання, що утворюється під час викиду газу. При утворенні джерела запалювання газ має струменеве горіння або пожежа набуває вигляду «колони». З урахуванням відсутності джерела запалення та несприятливих метеорологічних умов (температурна інверсія разом зі штилем) утворюється хмара метану, що складається з вибухонебезпечної газоподібної суміші.

У зарубіжних джерелах [3] неодноразово розглядалися вибухи, що відбуваються на відкритій місцевості, що супроводжуються хмарою ГПП ПГ. У цих роботах передбачалося, що вибух ПГ не становить жодної небезпеки через свою хімічну стабільність, досить низьку щільність і швидкість взаємодії кисню з сумішшю ПГ. Встановлено, що така небезпека все ж таки існує. Несприятливі метеорологічні умови Півночі, що супроводжуються аномально низькими температурами та тривалими штилями, не дозволяють ГВП розсіюватись, викликаючи її велику концентрацію. Тому у випадку, якщо є джерело запалювання, то разом з утворенням небезпечних концентраційних меж виникає висока ймовірність виникнення вибуху.

Для мінімізації втрат та можливості запобігання аварійним ситуаціям розробляються прилади вимірювання вибуху та протікаючих теплофізичних процесів.

#### **Література**

1. Виникнення і розвиток горіння та вибуху. Припинення горіння. : підручник / [Г. І. Єлагін, Є. О. Тищенко, А. Г. Алексєєв, В. М. Нуянзін, А. О. Майборода] – Черкаси: черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля, НУЦЗ України 2020. – 444 с.
2. Єлагін Г. І. Розрахунки і моделювання в теорії пожежовибухонебезпечності // Єлагін Г. І., Алексєєв А. Г., Кришталь М. А. // Навчальний посібник. Черкаси: АПБ, 2013. – 147 с.
3. Särđqvist, S. Water for Manual Fire Suppression / S. Särđqvist, G. Holmstedt // Journal of Fire PP. 209–231. □ Vol. 11, No. 4. 2001. Protection Engineering.

**УДК 614.842.615**

### **АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ СТУПЕНЯ ТЕРМІЧНИХ ПОШКОДЖЕНЬ МАТЕРІАЛІВ НА МІСЦІ ПОЖЕЖІ**

*Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент,  
Микола КРИШТАЛЬ, канд. психол. наук, професор, Сергій ВЕДУЛА, Євген КОЦАР,  
Максим НАЛИВАЙКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На сьогоднішній день для дослідження після пожежі речовин та матеріалів різної природи використовуються інструментальні методи – спектральні, хроматографічні, металографічні; методи виміру різних фізичних властивостей матеріалів [1–7].

Слід зазначити, що частина методів має можливість проведення досліджень на місці пожежі. Таким чином, в роботі розглянуті лише методи дослідження, які застосовуються безпосередньо на місці пожежі. На рис. 1 відображено методи контролю ступеня термічних пошкоджень на місці пожежі для основних об'єктів дослідження (бетон, сталь, деревина, кіптява, полімери).



Рис. 1. Методи контролю ступеня термічних пошкоджень дома пожежі

З рисунка 1 видно, що інструментальні дослідження, які використовуються на місці пожежі, мають обмежене застосування лише конкретних матеріалів. На даний момент відсутні універсальні інструментальні методи оцінки термічних пошкоджень дома пожежі. Для якісного розслідування пожежі необхідний комплекс приладів для дослідження кожного типу матеріалу, що, в свою чергу, накладає необхідність проводити витрати на придбання, утримання та доставку на місце пожежі даного обладнання. Найбільш застосовуваними методами є візуальний метод, замір ЕДС, УЗ метод, Коерцитивна сила, глибина обвуглення, питомий електроопір вугілля, електроопір сажі. Єдиним універсальним методом є візуальний, який ґрунтується на зовнішніх змінах матеріалу. Візуальний метод має ряд недоліків, пов'язаних із світловими ілюзіями та різними умовами спостереження (кут падіння світла, освітленість, індивідуальна чутливість зору).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дерев'яно О. А., Оксьом Т. Ю., Литвяк О. М., Дурєєв В. О. Прилад для вимірювання товщини обвугленого шару деревини. Патент на корисну модель №147153. Дата публікації 14.14.2021 Бюл. №15.
2. Дерев'яно О. А., Литвяк А. Н. Динамічна модель газоповітряної середовища в умовно герметичному приміщенні при роботі генератора вогнегасного аерозолу / Проблеми пожежної безпеки. – Х.: НУГЗУ, 2018. – Вип.44. – С. 31–35.
3. Практичний порадник виявлення ознак первинного вогнища пожежі шляхом аналізу результатів візуального дослідження термічних уражень конструкцій, предметів та матеріалів. Допоміжні методи визначення первинного вогнища пожежі. Побічні ознаки первинного вогнища пожежі. ДВЛ, Харків, 2019.
4. Кріса І. Я., Михайлов Ю. М., Белан С. В., Штангей Г. В., Єременко В. П. Методи визначення осередку пожежі: Навчальний посібник. – Харків: АЦЗУ, 2005. – 215 с.
5. Наказ МВС України від 24.07.2017 «Про затвердження Порядку спільних дій Національної поліції України, Державної служби України з надзвичайних ситуацій та Експертної служби Міністерства внутрішніх справ України під час проведення огляду місця пожежі, виявлення, припинення, попередження та розслідування кримінальних правопорушень та інших подій, пов'язаних з пожежами».
6. Цимбал М. Л. Розслідування пожеж (огляд місця події та проблеми застосування спеціальних знань: [монограф., за ред. д-ра юр. наук, проф. В. Ю. Шепітька] / М. Л. Цимбал. – Х.: Гриф, 2004 р. – 360 с.
7. Russell K Chandler. Fire investigation. Australia: Delmar Cengage Learning, 2009.–531 с.

УДК 614.842.615

## ЩОДО АЛЬТЕРНАТИВНИХ СПОСОБІВ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НАФТОГАЗОВИХ ФОНТАНІВ

Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент, Ігор МАЛАДИКА, канд. техн. наук, доцент,  
Валентин БОЙКОВ, Дмитро ОРЕЛ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

У 2008 році американське Агентство оборонних ініціатив спільно з міністерством енергетики оголосили про початок фінансування дослідницького проекту IFS (Instant Fire Suppression, "Швидке придушення вогню"), в рамках якого розглядалися два основні підходи до управління вогнем - електромагнітний та акустичний впливи.

Вплив електромагнітних хвиль на вогонь досліджувався в експериментах, проведених групою вчених хімічного факультету Гарвардського університету, де метанова пальник поміщала між двома електродами, екранованими скляною ізоляцією. На електроди подавалася електрична напруга, що створювала у просторі електричне поле напруженістю 75 кВ/м.

На лівій частині рисунку показано поведінку полум'я, зняте за допомогою шлірен-фотографії (метод візуалізації фазових спотворень у прозорих середовищах) при подачі постійної напруги на електроди. На правій – полум'я під впливом змінної напруги (800 Гц): «іонний» вітер розриває полум'я, здуваючи його з матеріалів, що горять.

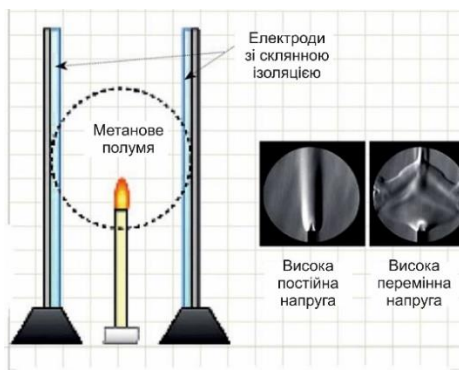


Рис. 1. Вплив електромагнітних хвиль на полум'я

Причина в тому, що полум'я – це плазма, тобто іонізований газ, що містить заряджені частинки, такі як сажа, що зумовлює його реакцію на електричне поле.

Ці дослідження показали очевидний вплив електромагнітних та звукових хвиль на вогонь, це свідчить про перспективи подальших досліджень в цій галузі та актуальність даного наукового напрямку. Як показують дослідження [1–2], полум'я має діамагнітні властивості, тобто. полум'я «виштовхується» з магнітного поля. В основному діамагнітні властивості полум'я, а також його забарвлення пояснюються присутністю в ньому у зваженому стані розпечених частинок вуглецю, що ще не зазнали процесу окислення.

Оскільки полум'я має діамагнітні властивості, то вплив магнітного поля на полум'я із зовнішнього боку факела в тому чи іншому (одному) напрямку на факел дозволяє змінити форму останнього, змусивши його відхилитися в напрямку, протилежному тому напрямку, в якому діє магнітне поле, і збільшити кут вищезгаданої сили, що діє на частинки полум'я на межах факела, до значення 90° і навіть більше, в результаті чого стає можливим точне визначення візуальним шляхом як мінімум однієї з кордонів свердловини, що горить.

Під час нашого дослідження було проведено розрахунки величини напруженості магнітного поля, яка потрібна на відхилення полум'я наведеного обсягу. На основі цього параметра можливо обрати електромагніт здатний ефективно впливати на відхилення полум'я. Розрахунок

потужності електромагніту будемо проводити для впливу на полум'я пожежі нафтогазової свердловини. Згідно задуму пластовий тиск свердловини  $P_{пл}$  складає 130 атм або 13172300 Па. Тиск на поверхні землі  $P_{пов}$  приймається рівним нормальному атмосферному тиску 101 325 Па.

Відповідно до проведених розрахунків сила, що діє на частинки полум'я та обумовлена лише різницею тисків у глибині свердловини та на поверхні землі (тобто сила, з якої відбувається викид нафтогазової суміші, що горить, із свердловини за відсутності зовнішнього магнітного поля) буде складати 54898,1 Н.

В результаті розрахунків отримано напруженості магнітного поля, яке необхідно щоб створював електромагніт, і вона складає 2003,7 А/м.

Отже, отримані результати дозволяють нам обрати (створити) перелік комплектуючих для збирання необхідного електромагніту. Подальші дослідження будуть присвячені визначення технічних можливостей, щодо оснащення наявної техніки підрозділів ДСНС електромагнітом та розробка тактики використання електромагнітного поля для гасіння пожеж.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Balanyuk, V. (2019). Явища та процеси, що виникають щд дією звукової хвилі в аерозолі. *Пожежна безпека*, 16, 129–136. Retrieved із <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/1131>.

2. Корыстynskyу, Y., Balanyuk, V., & Lavrenyuk, O. (2019). Вплив звукових ударних хвиль на дисперсні системи. *Пожежна безпека*, 17, 180–183. Retrieved із <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/1035>.

УДК 614.841.415

### ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК НАГРІВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТІН МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

*Олександр НУЯНЗІН, д-р техн. наук, доцент,  
Сергій ВЕДУЛА, Владислав ЖОСАН, Віталій КОНДИК,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Для розв'язку теплотехнічної задачі прогрівання досліджуваної залізобетонної стіни була побудована кінцево-різницева схема, яка наведена на рис. 1. На даній схемі показані типи граничних умов, що були накладені для здійснення розрахунку. Для здійснення розрахунку був використаний програмний комплекс ANSYS. При цьому були встановлені параметри обчислювального блоку, подані у табл. 1.

Після розв'язку теплотехнічної задачі [1] нами були отримані температурні розподіли у залізобетонній стіні, що представлені на рис. 2. Дані, що були нами отримані у результаті теплотехнічного розрахунку були отримані при прикладанні температур на нову сіткову модель при проведенні лінійної інтерполяції [2]. Це пояснює те, що картина поверхневого розподілення не обігрівної сторони дещо відрізняється від вихідних розподілів.

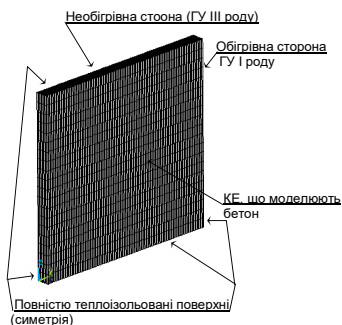


Рис. 1. Кінцево-різницева схема залізобетонної стіни для вирішення теплотехнічної задачі

Таблиця 1 – Параметри обчислювального процесу

Параметр обчислювального процесу	Одиниці виміру	Значення
Тип аналізу		Нестаціонарний
Автоматичний вибір кроку інтегрування		Включений
Часовий крок інтегрування	с (хв.)	60 (1)
Найменший часовий крок	с	10
Найбільший часовий крок	с	60
Максимальна кількість ітерацій		1000
Спосіб прикладання навантаження		Ступінчастий
Тип обчислювальної схеми		Неявна
Точність збіжності обчислень	(%)	0.005 (0,5)
Максимальний час випробування	с (хв.)	320 (19200)

Подібні розподіли були отримані нами при вирішенні теплотехнічної задачі для інших модифікацій вогневих печей.

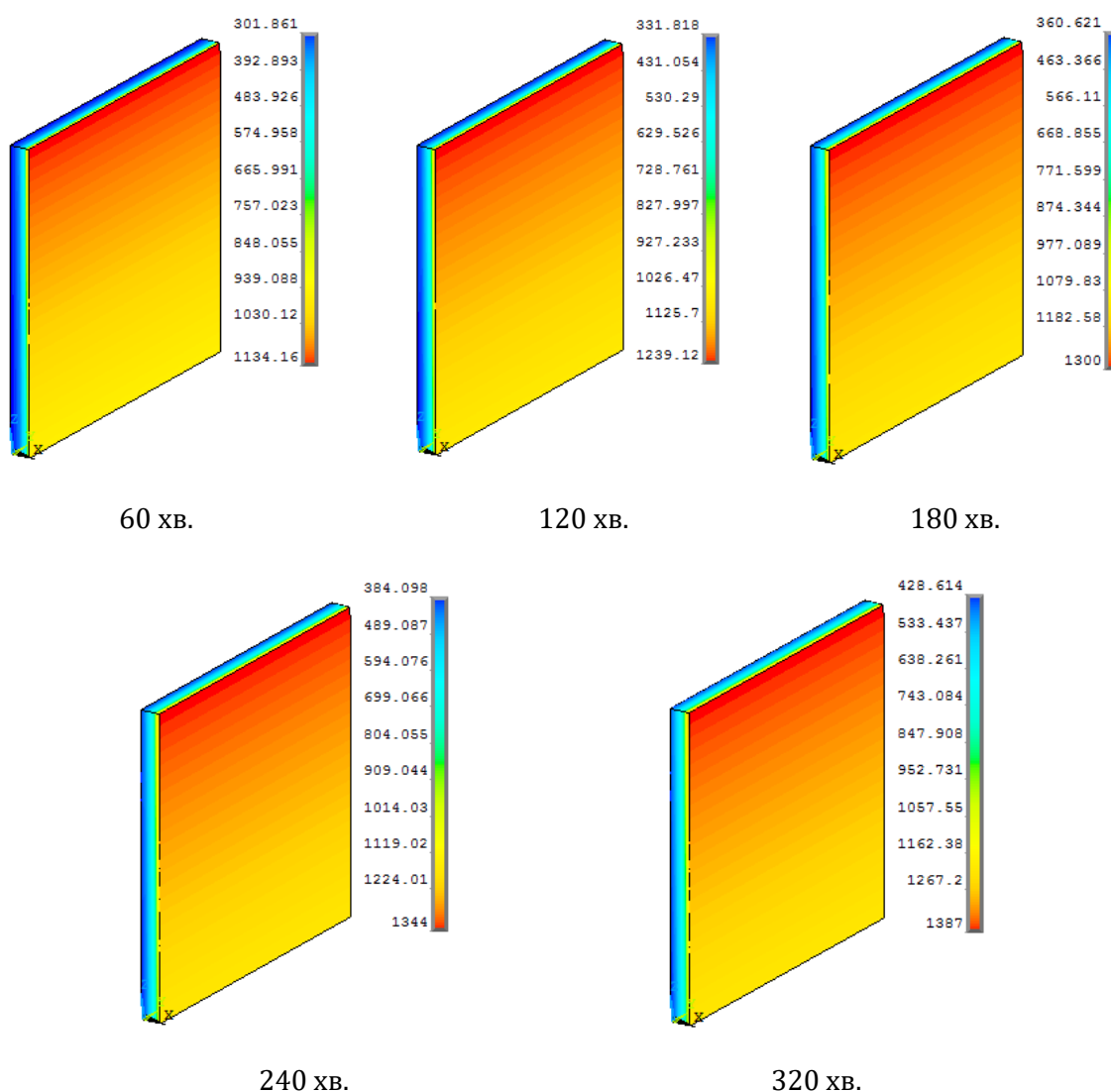


Рис. 2. Температурні розподіли (К) у залізобетонній стіні, що були отримані у результаті теплотехнічного розрахунку, у різні моменти часу її вогневого випробування

Дані, що були отримані та представлені на рис. 2 доцільно у подальшому використовувати для розрахунку напружено-деформованого стану стін та оцінювання їхньої межі вогнестійкості.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. EN 1363-1:1999 "Fire resistance tests – Part 1: General requirements".
2. ISO 834-1: 1999 "Fire resistance tests –Elements of building construction – Part 1: General requirements".

**УДК 614.841.415**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРІВУ ПРИАРМАТУРНОГО ШАРУ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ ПІД ЧАС ВПЛИВУ СТАНДАРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ**

*Олександр НУЯНЗІН, д-р техн. наук, доцент,  
Наталія ПОПЕРЕЧНА, Олег ГОЛОВЕЦЬ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Під час проведення чисельного експерименту контроль температури відбувався так, щоб температурний режим нагріву термопари по можливості точно співпадав з температурною стандартною кривою пожежі і не виходив за допустимі межі випробування. Для цього засобами контролю системи FlowVision 2.5 в інтерактивному режимі знімалися поточні дані з термопари, і, при досягненні максимальної температури для певного кроку за часом, параметри процесу горіння змінювалися (рис. 1; 2).

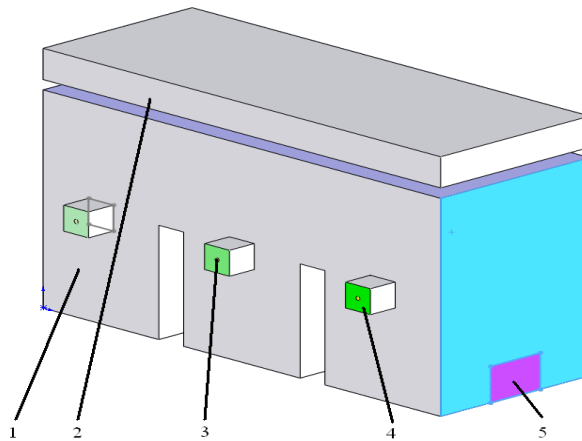


Рис. 1. Геометрична імітаційна модель горизонтальної випробувальної печі в програмному комплексі SolidWorks  
1 – простір камери печі, 2 – плита перекриття, 3 – регіон форсунки, 4 – регіон вдуву, 5 – регіон димового люка

З метою отримання відпрацьованої методики чисельного експерименту були проведені попередні розрахунки для створеної моделі і отримані такі граничні умови і параметри обчислювального процесу, при яких досягається оптимальна продуктивність розрахунку і адекватність його результатів [1].



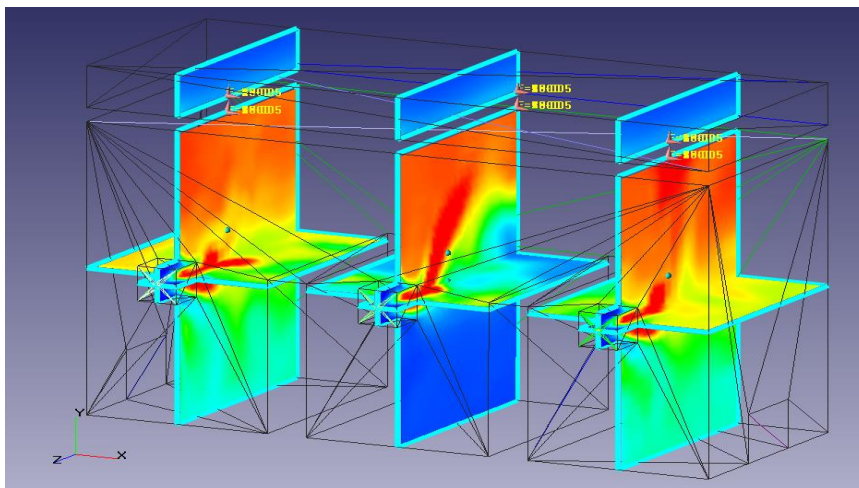


Рис. 2. Процес випробування залізобетонної плити перекриття на вогнестійкість на проміжку 0 – 60 хв.

Тепловий процес представляє собою згорання розпорошених форсункою часток гасу в нагрівальних каналах і частково в камері печі. Розташування каналів обумовлює циркуляцію гарячого повітря з продуктами згорання у камері печі і видалення останніх через димовий люк.

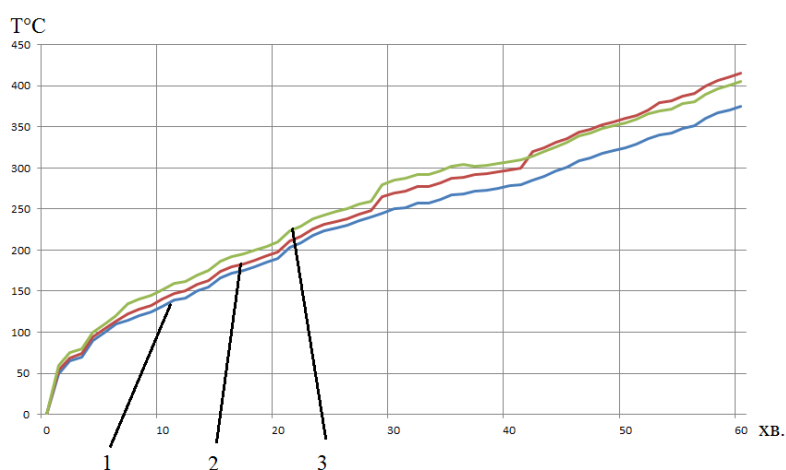


Рис. 3. Графік зміни температури в приарматурному шарі залізобетонної плити:  
1, 2, 3 – показники температури в різних частинах залізобетонної плити

Аналіз отриманих даних на початковому етапі показує, що найбільші взаємні відхилення кривих, побудованих за даними випробувань і результатами моделювання, виникають на початкових етапах випробувань в межах 5 – 10 хв. При цьому відхилення результатів розрахунку від результатів експериментів достатньо невелике, що говорить про високу ефективність моделювання. Натомість градієнт температур по поверхні плити є значним і це не може не впливати на результати випробувань на (рис. 3).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. Загальні вимоги (ISO 834:1975): ДСТУ Б В.1.1-4-98. – [Чинний від 1998-10-28]. – К.: Укрархбудинформ, 1999. – 21с. – (Державний стандарт України).

УДК 614.841.415

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З НАГРІВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ У МАЛОГАБАРИТНІЙ ВОГНЕВІЙ ПЕЧІ

*Олександр НУЯНЗІН, д-р техн. наук, доцент,  
Віталій СТЕПАНЕНКО, Вадим ЯНІШЕВСЬКИЙ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В умовах теплового впливу пожежі порушення загальної стійкості будівлі відбувається внаслідок деформації та руйнування окремих елементів конструкцій споруди. Гарантування межі вогнестійкості є одним із важливих аспектів забезпечення пожежної безпеки, зокрема евакуації людей при пожежі.

Існують Європейські стандарти, що діють і в Україні, щодо оцінки вогнестійкості залізобетонних несучих конструкцій, зокрема плит [1–3]. Дані нормативні документи визначають можливість проводити випробування без використання навантаження на зразки будівельних конструкцій, зокрема плит, для яких неможливо під час випробувань відтворити умови навантаження в лабораторії через технічні причини.

Загальна методика проведення випробувань в компактній вогневій печі без механічного навантаження полягає у впливі стандартного температурного режиму пожежі при односторонньому нагріванні елементу залізобетонної плити, на основі яких, розрахунковим шляхом буде можливо оцінити межу вогнестійкості повнорозмірної конструкції.

Зразок для випробувань закріплюється у верхній частині установки. Передня стінка установки відсутня, тому закривається кришкою. Для щільності прилягання було застосовано мінеральну вату та вапняний шнур. На рис. 2 показано схема встановлення зразка для випробувань.

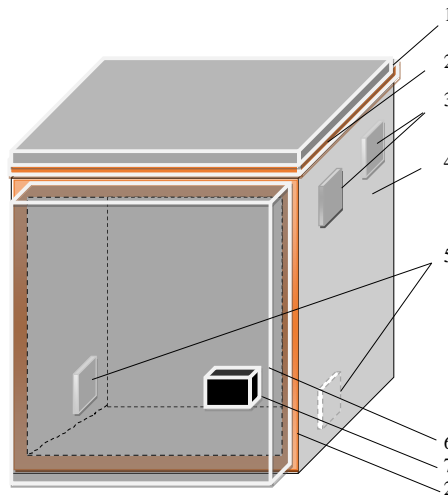


Рис. 1. Схема встановлення зразка для випробувань:  
1 – зразок, що досліджується, 2 – уплотнювач з мінеральної вати та вапняного шнура, 3 – місця для пальників, що не використовуються під час вогневих випробувань стін, 4 – огороження печі, 5 – пальники, що створюють температурних режим у камері печі, 6 – кришка, що закриває передню частину установки, 7 – отвір виходу продуктів горіння

При випробуванні плит використовується 2 пальники. Вони розміщуються знизу установки на протилежних стінках камери діаметрально, так щоб факели полум'я, що знаходились на 80 см до випробувального зразку. На час проведення випробувань плит місця для пальників, що не використовуються було закладено цеглою та мінеральною ватою для попередження виходу пічних газів через дані отвори.

Під час випробувань велась фотофіксація та відеофіксація проведення експерименту (рис. 2).



Рис. 2. Вигляд малогабаритної вогневої печі підготовленої до нагрівання фрагменту плити

На рис. 3 показано графіки нагрівання камери печі відповідно до показів кожної зі встановлених термопар.

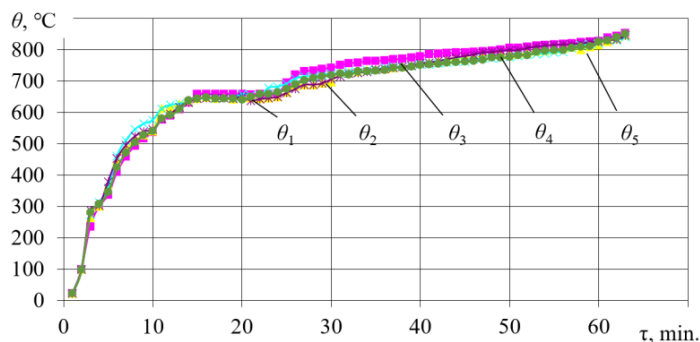


Рис. 3. Лінійна швидкість нагрівання камери печі при випробуванні плити

Як свідчать дані прогріву термопар (рис. 3), лінійна швидкість нагрівання камери печі відповідала «стандартній» температурній кривій пожежі, і знаходячись у межах визначених стандартом [1]. При досягненні значення 980 С було встановлено стаціонарний режим за допомогою регулювання потужності нагріву печі. Випробування тривало 63 хвилини. Дослідження були обмежені 60-ма хвилинами, оскільки далі температурний режим наближається до стаціонарного.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. EN 1363-1:1999 "Fire resistance tests – Part 1: General requirements".
2. ISO 834-1: 1999 "Fire resistance tests –Elements of building construction – Part 1: General requirements".
3. ISO/IEC 17025:2005 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories".

УДК 614.841.45

## ВИЗНАЧЕННЯ РІЗНИЦІ МІЖ КОРИГОВАНОЮ І НОМІНАЛЬНОЮ КРИТИЧНОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ СТАЛЕВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Максим ПУСТОВИЙ, Ігор МАЛАДИКА, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Сергій НОВАК, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,  
Михайло НОВАК,  
Національний університет харчових технологій

У разі оцінювання вогнестійкості сталевих конструкцій за температурним показником, під час випробування визначають температуру сталі  $\theta_a$  в умовах вогневого впливу і порівнюють її з номінальною критичною температурою  $\theta_{cr}$ . Вважають, що несуча здатність конструкції зберігається протягом проміжку часу, за якого температура  $\theta_a$  не перевищує  $\theta_{cr}$  [1].

У методах випробувань конструкцій на вогнестійкість запроваджено однакові умови вогневого впливу на зразки сталевих конструкцій і вимоги щодо їхньої початкової температури, яка має бути в діапазоні від 10 °С до 40 °С, що регламентовано 10.3 EN 1363-1 [2]. Під час випробування за однакових умов вогневого впливу однакових зразків сталевих конструкцій, які мають різну початкову температуру (від 10 °С до 40 °С), різниця між значеннями проміжку часу  $t_{fr}$  до настання номінальної критичної температури може досягати значної величини (5,2 % [3]). Через це в деяких випадках, зокрема у разі порівняння результатів випробувань однакових зразків за EN 16623 [4], для підвищення точності оцінювання є доцільним здійснювати коригування отриманого проміжку часу  $t_{fr}$  (приведення його до номінальної початкової температури зразків) [3]. Під час цього коригування визначають проміжок часу  $t_{fr,c}$  до досягнення коригованої критичної температури  $\theta_{cr,c}$ , яка відрізняється від номінальної критичної температури  $\theta_{cr}$  на величину  $\Delta$ .

У цій роботі наведено методику і результати визначення різниці  $\Delta$  між коригованою і номінальною критичною температурою сталеві конструкції. Шляхом розв'язання прямої задачі теплопровідності для умов вогневого впливу за стандартного температурного режиму і застосованого при розрахунках діапазону параметрів сталеві конструкції з одношаровою системою вогнезахисту визначали дані щодо температури сталі  $\theta_a$ , яка має місце для нормованого проміжку часу  $t_{fr}$  за різних значень початкової температури конструкції (номінального  $\theta_{0,nom} = 20$  °С, мінімально допустимого  $\theta_{0,min} = 10$  °С і максимально допустимого  $\theta_{0,max} = 40$  °С) [3]. За отриманими даними щодо цієї температури сталі й поданими нижче формулами визначали різниці  $\Delta_{10}$  і  $\Delta_{40}$ .

$$\Delta_{10} = \theta_{a,10} - \theta_{cr};$$

$$\Delta_{40} = \theta_{a,40} - \theta_{cr},$$

де  $\Delta_{10}$  – різниця між температурою сталі  $\theta_{a,10}$  і номінальною критичною температурою  $\theta_{cr}$  за мінімально допустимої початкової температури  $\theta_{0,min}$ , °С;

$\Delta_{40}$  – різниця між температурою сталі  $\theta_{a,40}$  і номінальною критичною температурою  $\theta_{cr}$  за максимально допустимої початкової температури  $\theta_{0,max}$ , °С;

$\theta_{a,10}$  – температура сталі для номінального проміжку часу  $t_{fr}$  за мінімально допустимої початкової температури, °С;

$\theta_{a,40}$  – температура сталі для номінального проміжку часу  $t_{fr}$  за максимально допустимої початкової температури, °С.

Із аналізу отриманих результатів випливає, що для застосованого при

розрахунках діапазону параметрів захищеної сталеві конструкції значення різниць  $\Delta_{10}$  і  $\Delta_{40}$  змінюється від  $-0,41$  °C до  $-5,69$  °C і від  $0,84$  °C до  $11,10$  °C, відповідно. Має місце їхня залежність від номінальної критичної температури  $\theta_{cr}$  і проміжку часу  $t_{fr}$ . З підвищенням  $\theta_{cr}$  і зниженням  $t_{fr}$  різниці  $\Delta_{10}$  і  $\Delta_{40}$  зменшуються (за модулем), що зображено на рис. 1.

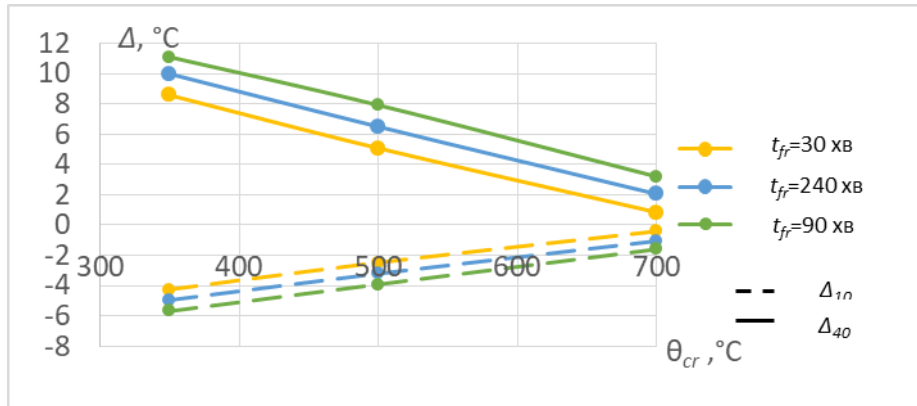


Рис. 1. Залежності різниць  $\Delta_{10}$  і  $\Delta_{40}$  від номінальної критичної температури  $\theta_{cr}$  для різних номінальних проміжків часу  $t_{fr}$

Для апроксимації отриманих розрахункових даних щодо різниці  $\Delta$  запропоновано рівняння лінійної числової регресії [3]. Показано, що відхил розрахованого із застосуванням цього рівняння проміжку часу  $t_{fr,c}$ , визначеного за мінімально і максимально допустимих значень початкової температури, від проміжку часу  $t_{fr}$  за номінальної початкової температури не перевищує 0,9 %, що є прийнятною точністю.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. EN 1993-1-2:2005. Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design. European committee for standardization. Management Centre: Rue de Stassart, 36, B-1050 Brussels. 2005 CEN. 78 p.
2. EN 1363-1:2020. Fire resistance tests – Part 1: General Requirements. European committee for standardization. CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels. 2020 CEN. 54 p.
3. Новак С., Добростан О., Пустовий М. Визначення проміжку часу збереженості вогнестійкості несучих сталевих конструкцій з різною початковою температурою. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2023. № 2 (16). С. 4–21.
4. EN 16623:2015. Paints and varnishes – Reactive coatings for fire protection of metallic substrates – Definitions, requirements, characteristics and marking. CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels. 2015 CEN. 42 p.

УДК 624.012

### СУЧАСНІ МЕТОДИ ОБСТЕЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ОСЕРЕДКУ ПОЖЕЖІ

Ірина РУДЕШКО, ст. викладач, Анжеліка ЛЕЩЕНКО,  
Наталія НОВОХАЦЬКА, студентка факультету пожежної безпеки,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Точне встановлення причин пожеж, їх облік і глибокий аналіз мають першорядне значення під час організації роботи з попередження пожеж, у вирішенні питань про наявність чи відсутність складу злочину.

Достовірне визначення причини пожежі можливо тільки при встановленні осередку її виникнення. Однак виявлення осередку пожежі являє собою складну задачу.

Загальна схема та основні положення методики визначення осередку пожежі, засновані на закономірностях протікання процесів горіння та специфічних особливостях прояву окремих причин пожеж, викладені у [1, 2, 3]. У більшості випадків фахівець робить висновок про осередок пожежі на основі даних візуального огляду місця пожежі, опитування очевидців, вивчення будівельної або технічної документації об'єкту. Однак на великих і складних пожежах цієї інформації виявляється явно недостатньо. Великі пожежі характеризуються тим, що горіння поширюється на великі площі, пожежне навантаження практично повністю вигорає, візуальні ознаки вогнища виявляються «стертими» тепловим впливом. Тому, необхідне проведення додаткових інструментальних досліджень для визначення ступеня термічних уражень предметів і конструкцій, які перебували на пожежі.

Неорганічні будівельні матеріали, виготовлені без обпалювання на основі цементного в'язучого, є одним з основних об'єктів експертного дослідження під час пошуку осередку пожежі. На відміну від конструкцій, які згорають, стіни і перекриття, що виготовлені з бетону і залізобетону залишаються на місці пожежі і стають важливим потенційним джерелом інформації про неї. При цьому задача встановлення осередку пожежі при дослідженні бетонних і залізобетонних будівельних конструкцій базується на визначенні зміни тих чи інших фізико-хімічних властивостей цих виробів, корелюється зі ступенем термічного ураження. На підставі отриманої інформації виявляються осередкові ознаки.

Аналіз літературних даних показав, що у даний час для експертного дослідження після пожежі виробів з бетонів застосовуються, в основному, лабораторні методи: ІЧ - спектроскопія, рентгенівський фазовий аналіз, термічний аналіз. Ці методи мають високу інформативність, але, поряд з цим, і досить істотні недоліки, що пов'язані з високою вартістю устаткування, тривалістю і трудомісткістю підготовки проб у лабораторних умовах, необхідністю глибоких спеціальних знань фізико-хімічних властивостей неорганічних будівельних матеріалів. Тому такі дослідження на практиці проводяться досить рідко [4].

На сьогодні для визначення осередкових ознак пожеж та встановлення причин їх виникнення широкого застосування набули фізико-хімічні методи досліджень [1, 2]. Методи ґрунтуються на можливості визначати структурні перетворення, які відбуваються під впливом високих температур і безпосередньо полум'я на пожежах. Оскільки рівень підготовки та інформованості співробітників ДСНС з цих питань недостатній, то й використання методичної бази обмежене та неповне, через що досить часто має місце спрощений підхід при встановленні причин пожеж.

У практичній діяльності поки що застосовується єдиний експрес-метод (на місці пожежі) – ультразвукова дефектоскопія бетонних виробів. Даний метод слугує для виявлення зон термічних уражень і заснований на вимірюванні швидкості проходження ультразвукового імпульсу на різних ділянках бетонних конструкцій [4, 5]. Руйнування бетону під впливом температури, виникнення у ньому по перерізу мікротріщин, призводить до послідовного зниження швидкості УЗ – хвиль із збільшенням температури і тривалості нагрівання. Даний метод можна застосовувати тільки до температур 600-700°C попереднього прогрівання конструкцій, що явно недостатньо для роботи на місці великих розвинутих пожеж, де температура нагрівання бетонних конструкцій досягає 900 – 1 200 °С.

Виходячи з вищевикладеного, актуальним завданням залишається розроблення простих і відносно дешевих експрес-методів аналізу термічних пошкоджень матеріалів конструкцій, що дозволяють виконувати оперативні дослідження на місці пожежі для встановлення осередку займання, дослідження залізобетонних конструкцій, встановлення відповідного технічного стану та можливості їх подальшої експлуатації.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Дослідження пожеж : Довідково-методичний посібник. – К. : Пожінформтехніка, 1999. – 60 с.
2. Методи дослідження пожеж : Методичний посібник. – К. : ТОВ «Поліграфцентр «ТАТ», 2010. – 240 с.
3. Положення про розслідування причин аварій (обвалень) будівель, споруд, їх частин та конструктивних елементів : ДБН В.1.2-1-95. – Офіц. вид. – К. : Держбуд України, 1995. – 23 с. – (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Державні будівельні норми України).
4. Голоднов А. І. Обґрунтування продовження експлуатації конструкцій бескаркасних будівель / А. І. Голоднов, К. А. Голоднов // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: збірник наукових праць. – Вип. 28. – Одеса : Зовнішрекламсервіс, 2007. – С. 90–96.
5. Голоднов А. І. Визначення залишкового ресурсу залізобетонних конструкцій в умовах діючих виробництв / А. І. Голоднов // Будівельні конструкції : міжвідом. наук.-техн. зб. / НДІБК. – К. : НДІБК, 2005. – Вип. 62. – Т. 2. – С. 138–143.

**УДК 624.01**

**ОСОБЛИВОСТІ ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ, ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК  
ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ**

*Ірина РУДЕШКО, ст. викладач,  
Яна САНДИГА, студентка факультету пожежної безпеки,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Внаслідок збройної агресії російської федерації в Україні пошкоджено та зруйновано тисячі житлових будинків, шкіл, лікарень, об'єктів критичної інфраструктури.

З огляду на це в Україні триває процес з обстеження вищевказаних будівель і споруд для визначення можливості їх подальшої експлуатації, виконання відновлювальних робіт або демонтажу.

Кабінет Міністрів України Постановою від 19 квітня 2022 р. № 473 затвердив «Порядок виконання невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків збройної агресії Російської Федерації, пов'язаних із пошкодженням будівель та споруд».

Дія цього документу поширюється як на житлові будинки, так і на об'єкти критичної інфраструктури.

Документ визначає механізм оперативного реагування виконавчих органів сільських, селищних, міських рад, військових адміністрацій, центральних органів виконавчої влади, органів управління та сил цивільного захисту, спрямований на ліквідацію наслідків збройної агресії російської федерації, пов'язаних із пошкодженням будівель та споруд, на територіях, на яких відсутні або завершено активні фази бойових дій.

Терміни у документі застосовуються у такому значенні:

- невідкладні роботи щодо ліквідації наслідків збройної агресії російської федерації, що пов'язані із пошкодженням будівель та споруд - комплекс першочергових організаційно-технічних робіт і заходів, що спрямовані на ліквідацію небезпечних наслідків збройної агресії російської федерації, які пов'язані із пошкодженням будівель та споруд, запобігання загибелі людей, зменшення обсягів можливих матеріальних втрат;
- пошкодження будівель та споруд - порушення цілісності будівель та споруд, об'єктів незавершеного будівництва внаслідок позапроектних впливів, зумовлених бойовими діями, у тому числі потрапляння засобів ураження, вибухів, пожеж тощо.

*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

Невідкладні роботи здійснюються з метою ліквідації небезпечних наслідків збройної агресії російської федерації, що пов'язані із пошкодженням будівель і споруд, об'єктів незавершеного будівництва, запобігання загибелі людей, зменшення обсягів можливих матеріальних втрат.

До проведення попередніх візуальних оглядів пошкоджених об'єктів та розроблення плану робіт можуть залучатися фахівці з обстеження, фахівці підрозділів ДСНС, Національної поліції (за згодою), а також за необхідності - підрозділів Збройних Сил та СБУ.

Обстеження пошкоджених об'єктів здійснюється за рішенням уповноважених органів шляхом комісійного обстеження, та технічного обстеження, що проводиться відповідно до затвердженого плану робіт.

Роботи з обстеження пошкоджених об'єктів виконуються на територіях, на яких відсутні або завершено активні фази бойових дій, після здійснення комплексу заходів щодо:

- оперативного реагування на випадки виявлення вибухонебезпечних предметів, проведення обстеження (розмінування) та виконання піротехнічних робіт, пов'язаних із знешкодженням виявлених вибухонебезпечних предметів із залученням підрозділів ДСНС, Національної поліції, а також за необхідності - підрозділів Збройних Сил та СБУ;

- виконання робіт з первинного демонтажу частин об'єктів або його окремих конструктивних елементів (у разі потреби) з метою забезпечення доступу до пошкоджених об'єктів сил цивільного захисту для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;

- виконання робіт з пошуку постраждалих та загиблих фахівцями ДСНС із залученням комунальних служб та формувань і спеціалізованих служб цивільного захисту, транспортування тіл (останків) загиблих;

- здійснення оперативно-слідчих дій правоохоронними органами у рамках кримінальних проваджень.

Зазначено, що обстеження мають проводити виконавці робіт, які пройшли відповідну професійну атестацію та отримали кваліфікаційні сертифікати на право виконання робіт, зокрема:

- технічне обстеження будівель і споруд;
- інженерно-будівельне проектування у частині забезпечення механічного опору та стійкості з кваліфікаційним рівнем «провідний» або «І категорія»;
- експертиза проектної документації у частині забезпечення механічного опору та стійкості, з кваліфікаційним рівнем «провідний» або «І категорія»;
- інженер-консультант (будівництво) з кваліфікаційним рівнем «провідний» або «І категорія».

Вирішується питання щодо порядку заходів для визначення можливості подальшої експлуатації таких будівель і споруд, виконання відновлювальних робіт або їх ліквідації (демонтажу).

Найголовніше, що обстеження зруйнованих та пошкоджених будівель і споруд потрібно проводити тільки після розмінування, аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

На підставі рішення регіональної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки і надзвичайних ситуацій уповноважений орган:

- затверджує переліки потенційно аварійно небезпечних об'єктів, які потребують невідкладних робіт щодо часткового демонтажу окремих частин та/або конструкцій та аварійно небезпечних об'єктів, які підлягають демонтажу, ліквідації, визначає черговість та строки виконання робіт з демонтажу;

- організовує виконання робіт з демонтажу відповідно до Порядку виконання робіт з демонтажу об'єктів, пошкоджених або зруйнованих внаслідок надзвичайних



ситуацій, воєнних дій або терористичних актів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19 квітня 2022 р. № 474;

- організовує роботи щодо збирання, попереднього сортування та відокремлення небезпечних відходів (у разі можливості), транспортування та тимчасового зберігання відходів, що утворилися внаслідок виконання робіт з демонтажу, відповідно до Порядку поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2022 р. № 1073.

Відновлення пошкоджених об'єктів шляхом будівництва (капітального ремонту, реконструкції) здійснюється власником, уповноваженим органом чи іншим замовником будівництва на підставі звіту технічного обстеження відповідно розробленої та затвердженої в установленому законодавством порядку проектної документації.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Методика обстеження будівель та споруд пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України 28.04.2022 року №65. – 38 с.

**УДК 624.01**

### **ОСОБЛИВОСТІ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ, ПОШКОДЖЕНОГО ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ, ЩОДО ЙОГО ПРИДАТНОСТІ ДО ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

*Ірина РУДЕШКО, ст. викладач,*

*Олександра ШАПОВАЛ, студентка факультету пожежної безпеки,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Обстеження будівель і споруд – це визначення технічного стану об'єктів будівництва з метою оцінки їх відповідності основним вимогам до будівель і споруд, що визначені відповідним технічним регламентом та вжиття обґрунтованих заходів до забезпечення надійності та безпеки під час експлуатації об'єкта протягомусього періоду їх існування. За результатами обстеження складається звіт та паспорт об'єкту.

24 лютого 2022 відбулося повномасштабне вторгнення військ російської федерації на територію України. Наслідком стало руйнування та пошкодження великої кількості будівель і споруд, які зазнали ударно-вибухових та вогневих уражень, не характерних для подальшої експлуатації за призначенням.

Одним із об'єктів, що зазнав значних пошкоджень є житловий будинок у м. Кривий Ріг. В роботі проаналізовано руйнування житлового будинку, розглянуті особливості обстеження, визначення технічного стану будівельних конструкцій, запропоновані технічні рішення для відновлення експлуатаційної придатності будинку.

Зібрані в результаті обстеження дані використані для аналізу технічного стану будинку. За підсумками експертної оцінки складено спеціальний звіт. Він має затверджену типову форму і містить в собі повні відомості про об'єкт, адресу місця його знаходження і дату проведення обстеження технічного стану. Одним з пунктів документа є експертний висновок, який ґрунтується на отриманих в ході обстеження об'єкта даних.

В результаті пошкоджень внаслідок військових дій у житловому будинку відбулася пожежа, що призвела до руйнування несучих конструкцій 3-4-го поверхів

житлового будинку. З метою оцінки технічного стану несучих і огорожувальних конструкцій та інженерних систем будинку виконано візуальне та інструментальне обстеження, за результатами якого складено карти дефектів, схеми розташування пошкоджень і руйнувань конструкцій, відомість зафіксованих дефектів та пошкоджень об'єкта.

За результатами проведених випробувань зразків цегли, відібраних зі стін житлового будинку, було встановлено: середня міцність на згин зразків цегли – 2,2 МПа (22,18 кгс/см<sup>2</sup>); середня міцність на стиск зразків цегли – 6,2 МПа (63,53 кгс/см<sup>2</sup>), що є нижче регламентованої марки згідно [3]. Також було проведено випробування бетону залізобетонних плит перекриття методом пружного відскоку, що показало значення класу міцності бетону на стиск нижче регламентованого, згідно [4]. Клас міцності бетону на стиск у плитах перекриття нижче регламентованого (С12/15) для конструкцій із нормальним режимом експлуатації згідно [4].

Перевірочні розрахунки показали, що несуча здатність зовнішніх стін, пошкоджених внаслідок пожежі, не забезпечена, але несуча здатність всіх інших стін, які не зазнали вогневих пошкоджень, – забезпечена.

За класифікаційними ознаками встановлено, що будинок можна віднести до II-ї категорії пошкоджень згідно з [2]. У будинку наявні характерні пошкодження несучих та огорожувальних конструкцій, ступінь та характер яких свідчить про необхідність виконання робіт щодо часткового демонтажу частин об'єкта, або його окремих конструкцій (далі – частковий демонтаж) та подальшого відновлення, підсилення його окремих несучих та огорожувальних конструкцій. Загальний технічний стан будинку слід кваліфікувати як «не придатний до нормальної експлуатації» (категорія 3 згідно з [1]), оскільки в ньому наявні конструкції, які відносяться до 3-ї категорії технічного стану.

До загальних рекомендацій щодо відновлення експлуатаційної придатності і надійної та безпечної подальшої експлуатації відносяться: першочергове влаштування тимчасових стійок підсилення пошкоджених плит в квартирах; підсилення пошкодженої цегляної кладки простінків та дверних прорізів шляхом влаштування металевих об'ємів; демонтаж пошкоджених плит перекриття з влаштуванням нових монолітних. Перекриття над 4-м поверхом можна виконати з альтернативних дерев'яних або металевих конструкцій, відновити зруйновані перегородки в квартирах, відновити опорядження стін та стелі, а також відновити інженерні системи водопостачання (холодне, гаряче), водовідведення опалення, електропостачання та газопостачання в квартирах, які зазнали пошкоджень.

В інших приміщеннях, які не зазнали пошкоджень, проживання мешканців можливе.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їхнього технічного стану. /Київ. ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 65с.
2. Методика обстеження будівель та споруд пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України 28.04.2022 року №65. – 38 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. / Мінрегіонбуд України. Київ-2009. –24 с.
4. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Мінрегіонбуд України. Київ-2011. – 100 с.
5. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини та переміщення. Вимоги проектування. /Мінбуд України. – К., 2006. – 40 с.

**УДК 504.064:528.8**

**ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОЖЕЖ І НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
ЗАСОБАМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД  
ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

*Володимир СИДОРЕНКО, д-р техн. наук, професор,  
Сергій ЄРЕМЕНКО, д-р техн. наук, професор,  
Андрій ПРУСЬКИЙ, д-р техн. наук, професор,  
Олена БИКОВА, канд. пед. наук, доцент,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Світова практика показує, що найефективнішим способом зниження екологічних і соціально-економічних наслідків від масштабних пожеж та надзвичайних ситуацій (далі – ПНС) різного генезису є їх попередження, в основі якого лежить безперервний моніторинг, перш за все, об'єктів підвищеної небезпеки (далі – ОПН) [1], який дозволяє здійснювати інформаційну підтримку процедур прийняття управлінських рішень щодо підвищення рівня екологічної безпеки. Цей моніторинг може здійснюватися різними засобами – від безпосередніх вимірювань характерних ознак до дистанційних методів, що виявлятимуть насування загрози за непрямыми ознаками. Основним завданням їх функціонування є інформаційна підтримка розробки та реалізації заходів щодо вчасного прогнозування, виявлення та попередження загроз і кризових ситуацій на ОПН за рахунок використання різних джерел, в тому числі і даних аерокосмічної інформації. Однак нині не існує загальних підходів до розробки архітектури систем, що дозволяли б у повній мірі забезпечити потреби з інформаційної підтримки прийняття рішень щодо попередження ПНС. Тому актуальна розробка геоінформаційних систем (далі – ГІС) моніторингу і попередження ПНС.

Оперативний космічний моніторинг в останні роки став найважливішим і обов'язковим компонентом інформаційного забезпечення національних служб моніторингу, запобігання і ліквідації ПНС розвинених держав. Ефективне функціонування ГІС неможливо без періодичного поновлення аерокосмічної інформації, для чого необхідні ефективні алгоритми суміщення різночасових знімків. Однак питання розробки алгоритмів, адекватних реальних геометричних спотворень аерокосмічних зображень (далі – АКЗ), що дозволяють виконати поставлене завдання із заданою точністю і швидкістю, в належній мірі не виконано. В цьому аспекті доцільно застосування геопросторових технологій і даних, отриманих засобами дистанційного зондування Землі (далі – ДЗЗ). Однак самі по собі космічні знімки не містять інформацію про небезпеку в явному вигляді. Щоб отримати цю інформацію дані ДЗЗ потрібно розшифрувати, для чого необхідні відповідні алгоритми або спеціальні програмні засоби.

Зниження ризику впливу на ОПН чинників техногенного, природного та терористичного характеру за рахунок застосування ГІС моніторингу дозволяє здійснювати інформаційну підтримку розробки та реалізації заходів щодо вчасного прогнозування, виявлення та попередження загроз і кризових ситуацій. Для досягнення поставленої мети вирішуються такі основні завдання: 1) розробка структури ГІС моніторингу та попередження ПНС; 2) оцінка впливу застосування розроблювальної ГІС на ймовірність виникнення ПНС; 3) розробка технології суміщення різночасових АКЗ для моніторингу ПНС; 4) створення технології суміщення різночасових зображень для оперативного моніторингу ОПН, застосуванням тривимірних засобів для їх відображення і розробкою на цій основі ГІС моніторингу та попередження ПНС.

П'ятирівнева ієрархічна структура ГІС є підставою для створення інструментальних засобів інформаційного забезпечення, ефективність

застосування яких може бути оцінена на основі логіко-імовірнісного обчислення (далі – ЛІО), яке виникло як теорія кількісної оцінки безвідмовності складних технічних структур, що базується на правилах заміщення логічних аргументів у функціях алгебри логіки можливостями їх істинності, а логічних операцій – арифметичними. Привабливість ЛІО полягає в його виняткової чіткості та однозначності кількісної оцінки ризику, а також у великих можливостях під час аналізу впливу будь-якого елемента на надійність і безпеку всієї системи. На основі положень ЛІО запропонована методика оцінки впливу застосування інформаційних систем на ймовірність виникнення ПНС на ОПН, що містить: 1) початкове структурно-логічне моделювання сценарію ПНС; 2) розрахунок логічної функції безпечного функціонування ОПН; 3) визначення розрахункової ймовірнісної моделі ОПН; 4) виконання розрахунків імовірності безпечного функціонування й імовірності виникнення ПНС за різними вхідними параметрами; 5) запропоновані і досліджені алгоритми кореляційно-екстремальної ідентифікації двох зображень, що усувають зі спектрів інформаційну надмірність; 6) двохетапний алгоритм обчислення кореляційної функції у спектральній області зі зменшенням масштабу еталонного і поточного зображень.

Таким чином ГІС, що розробляється, повинна дозволяти здійснювати: 1) організаційно-методичне керівництво реалізацією заходів з попередження ПНС на ОПН; 2) інформаційну підтримку розробки документації на ОПН; 3) контроль відповідності плану підприємства, об'ємно-планувальних рішень приміщень, будівель і споруд, шляхів евакуації вимогам нормативних документів; 4) навчання рятувальних формувань, підрозділів пожежно-рятувальної служби, служб і підрозділів ОПН; 5) відстеження наявності на ОПН захисних споруд.

Розроблена технологія суміщення різночасових зображень для оперативного моніторингу ОПН повинна включати: 1) алгоритм пошуку еталонних фрагментів на АКЗ, заснований на обчисленні автокореляційної функції; 2) ряд алгоритмів кореляційно-екстремальної ідентифікації двох зображень, що усувають інформаційну надмірність кореляції зображень у процесі обчислення їх спектрів і дозволяють отримати вигоду в обсязі обчислень до 3 разів у порівнянні з класичним алгоритмом суміщення зображень; 3) двохетапний алгоритм обчислення кореляційної функції у спектральній області зі зменшенням масштабу еталонного і поточного зображень, що значно скорочує трудомісткість обчислень.

Отже, зазначена ГІС буде здатна здійснювати: 1) інформаційну підтримку робіт, виконуваних з метою підготовки та реалізації заходів щодо забезпечення безпечного функціонування ОПН; 2) збір, обробку, зберігання та передачу інформації про стан, місцезнаходження ОПН, маршрути пересування транспорту та інші необхідні дані, прогнозування загроз впливу природних, техногенних та інших чинників; 3) оцінку зони можливих руйнувань, моделювання можливих ПНС, а також розробку заходів попередження і планів ліквідації ПНС для кожного ОПН; 4) щорічне коригування плану дій щодо попередження та ліквідації ПНС на ОПН на основі даних їх прогнозування.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України від 18.01.2001 № 2245-III / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#top>.

УДК 614.843

## ЗАСТОСУВАННЯ ВОГНЕГАСНОЇ РЕЧОВИНИ НА ОСНОВІ ВОЛОГОУТРИМУЮЧИХ ПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ТВЕРДИХ ГОРЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

*Ігор СТИЛИК, Анатолій КОДРИК, канд. техн. наук, Олександр ТІТЕНКО, PhD,  
Сергій ЖАРТОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, ст. наук. співроб.,*

*Андрій БОРИСОВ, канд. наук з держ. упр.,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

В цьому дослідженні представлено можливості застосування вогнегасної речовини на основі водорозчинного полімеру для ліквідації пожеж на об'єктах сміттєзвалищ та полігонів побутових відходів, пожежне навантаження на яких сформовано за рахунок твердих горючих матеріалів.

Полігони твердих побутових відходів є потенційно небезпечними об'єктами на яких використовують та/або виготовляють, переробляють, зберігають чи транспортують небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші матеріали, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії. [1]. Тіло полігону не є цільною однорідною масою, воно завжди має повітряні кишені (канали) в тілі звалища, по яких розподіляється повітря, що підтримує процес горіння при виникненні загорання. Кишені утворюються в результаті складування великогабаритного сміття, недостатнього трамбування та відсутності пересипки маси, потоків після проходження атмосферної води, тому існує враження, що звалище живе, структура його постійно змінюється, що ускладнює роботи його гасіння [2, 3].

Активну участь у процесі горіння безумовно бере повітря, яке надходить з навколишнього середовища через структуру сміттєзвалища. У [2] було виконане математичне моделювання процесу виходу продуктів згорання крізь звалище, що дало інформацію про просторове розгалуження потоків нагрітих газів, на основі чого була розроблена схема проходження повітряних потоків від виходів. Встановлене співвідношення між глибиною розташування поодинокого осередку пожежі до діаметру можливого підсосу повітря становить 1:2.

Для ліквідації пожеж на сміттєзвалищах використовують воду, вогнегасні порошки та повітряно-механічну піну [3–5]. Однак воду, внаслідок специфіки сміттєзвалища, не можливо максимально ефективно використовувати, оскільки за рахунок низької змочувальної здатності основна її частина просочується до нижніх шарів звалища та призводить до негативних наслідків, зокрема: підмивання сміття, утворення пустот, формування кислотних озер, виникнення провалів та зсувів. Ліквідація цих недоліків призводить до високих витрат води, проведення операцій з додаткового гасіння осередків пожежі, що виникають після основного гасіння. Для запобігання поширенню пожежі та для безпосереднього гасіння до води можливо додавання речовин що здатні до набрякання у воді, змінюючи її в'язкість та перекриваючи [6–8] можливі канали доступу повітря з поверхні. Такі гелі – це гідрофільні поперековозшиті полімери, що мають здатність набухати у воді з формуванням нерозчинної об'ємної структури. Перевагою застосування гідрогелів [6,7] є їх висока вогнезахисна дія. Саме така структура, на відмінну від розчину, визначає характеристики гідрогелю, як речовини у твердому стані, виявляючи пластичні властивості при зсувних деформаціях. Утворена добавка має властивість поглинати велику кількість води, має високу в'язкість для зчеплення з вертикальними та горизонтальними поверхнями та зберігає достатню текучість для виведення у стандартне протипожежне обладнання.

Метою даної роботи є обґрунтування можливості ефективного застосування вогнегасних речовин на основі водорозчинного полімеру для гасіння твердих горючих матеріалів та створення математичної моделі залежності уявної в'язкості гідрогелю від фізичних параметрів розчину та експериментально довести, що

змінюючи концентрацію гелеутворюючих добавок, можна варіювати в'язкістю, що, в свою чергу, безпосередньо впливає на випаровуваність та глибину проникнення вогнегасної речовини до осередку пожежі.

Досліджувалась залежність уявної в'язкості гідрогелю від концентрації гелеутворювача та величини градієнта швидкості, або швидкості відносної деформації зсуву в різних умовах руху гідрогелю. При змінах концентрації гелеутворювача від мінімальної (0 %) до максимальної (0,35 %) мали місце зміни фізичних властивостей рідин від характерних для ньютонівських рідин до псевдопластичних, для яких характерне зменшення уявної в'язкості при зростанні напруження зсуву, та тиксотропних - для яких характерним є залежна від часу уявна в'язкість в умовах сталого градієнта швидкості.

Вимірювання залежності уявної в'язкості гідрогелю від концентрації гелеутворювача на основі поліакриламід у середовищі гідрогелю, яка є уточненням відомого методу Стокса. Слід зауважити, що для розрахунку величини уявної в'язкості  $\mu(\omega(t))$  використовували дві різні моделі поведінки псевдопластичної рідини: перша, що уявна в'язкість залежить від швидкості, друга - вважати уявну в'язкість незалежною від швидкості кулі.

Залежність в'язкості від швидкості зсуву можна пояснити тим, що основою гелеутворювача є поліакриламід, який має лінійно-ланцюгову структуру. Цим можна пояснити пониження уявної в'язкості при підвищенні значень відносного зсуву, адже при цьому має місце перехід від ізотропної до анізотропної структури, що ускладнює вихрові потоки, характерні для турбулентного режиму [9]. У той же час відомі тиксотропні властивості гідрогелів [10], які можуть значно затримувати процес переходу від ізотропної до анізотропної структури.

Необхідність розглядати обидві моделі пов'язана саме з тиксотропними властивостями гідрогелів, адже фізичні умови руху у середовищі гідрогелю можуть бути такими, що структура не встигає перебудовуватись під дією потоків, залишаючись ізотропною і уявна в'язкість, що визначається структурою, залишається незмінною.

Тому, враховуючи результати обчислень згідно розробленої математичної моделі та отримані експериментальні дані, що показали наявність специфічних фізичних процесів в середовищі гідрогелю з явно вираженими тиксотропними властивостями, що проявляються у вигляді затримки переходу від ізотропної структури до анізотропної [11], в умовах вимірювання по методу Стокса, була прийнята друга модель в'язкості, що вважає уявну в'язкість незалежною від швидкості кулі. Дані експериментів з визначення часу падіння кулі при заданій довжині падіння (0,25 м) та дані розрахунків в'язкості шляхом чисельного вирішення системи рівнянь дозволили знайти залежність уявної динамічної в'язкості від концентрації гелеутворювача (Рисунок 1).

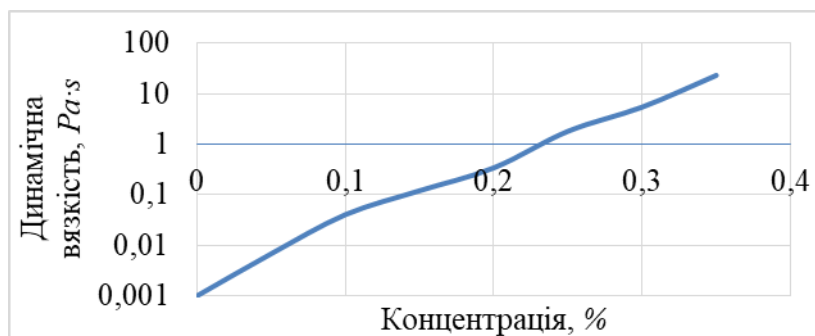


Рис. 1. Залежність уявної динамічної в'язкості від концентрації гелеутворювача

Дослідження з експериментального визначення відносної вогнегасної ефективності під час гасіння пожежі класу А тонко розпиленими струменями проводилися з врахуванням методів та результатів досліджень [7,12]. При проведенні експериментів порівнювали відносну ефективність гасіння розчину води з 0,2 % піноутворювача AFFF та водного розчину полімеру типу ECOFLOC A-07 в концентрації 0,35 % з 0,2 % піноутворювача AFFF. Відносна ефективність гасіння порівнювальних розчинів становила 1,35. Зазначимо, що гідрогель випаровується повільно і щільно накриває осередок горіння. Пов'язуючи воду на молекулярному рівні, гель до 15 разів підвищує охолоджуючу здатність води, утворює захисний шар на поверхні ТГМ. Одного літру гелевого концентрату достатньо для обробки масиву площею 24...40 м<sup>2</sup>.

### **ВИСНОВКИ**

1. Запропонований підхід щодо визначення динамічної в'язкості гідрогелю створює можливості для розрахунку концентрації гелеутворюючого компоненту для забезпечення необхідної швидкості потоку рідини, що просочується крізь пористе середовище сміттєзвалища, в процесі ліквідації пожежі.

2. Експериментально встановлено перевагу в застосуванні гелевої вогнегасної речовини на основі полімеру типу ECOFLOC A-07 порівняно із водою, що може бути обумовлено реалізацією комплексу вогнегасних/вогнезахисних ефектів.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування: ДБН В.2.4-2-2005 [Чинний з 01.01.2006]. Київ: Держбуд України, 2005. 32 с.
2. Звіт про науково – дослідну роботу (заключний) «Провести дослідження та розробити спосіб використання заливальника карбамідних поропластів для гасіння пожеж твердих речовин методом ізоляції» / Нікулін О. Ф., Кодрик А. І., Новіков О. В., Тітенко О. М. К. : УкрНДІЦЗ ДСНС України. 2017. 171 с. № ДР 0116U001821.
3. Пожежі на звалищах, їх величина, характеристики та локалізація. Підготовлено для Федерального агентства з надзвичайних ситуацій та пожеж адміністрації США. Національний центр даних щодо пожеж. 05.2002.
4. Кодрик А. І. Можливості використання полімерних гелевих розчинів для гасіння сміттєзвалищ і полігонів твердих побутових відходів / Кодрик А., Тітенко О., Борисов А., Стилик І. та ін.//Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 2 (14) 2022, с.122-133 [https:// doi.org/10.33269/nvcz.2022.2.122-133](https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.2.122-133).
5. Boves P. C. Самонагрівание : оценка и контроль рисков. Amsterdam: WF Бринтон, 1984.
6. Звіт про науково-дослідну роботу (заключний) «Наукове обґрунтування підвищення ефективності гасіння пожеж за рахунок модифікації складів водних вогнегасних речовин та способів їх подавання» / Кодрик А. І., Тітенко О. М., Борисов А. В., Мороз А. І. К. : ІДУ НДЦЗ ДСНС України. 2021. 239 с.
7. Kodrik A. Theoretical Prerequisites for Creating a Fire-Extinguishing Solution Based on Water-Absorbing Polymer Ecoflocf-07 for Extinguishing Fires in Ecosystems. et al. Key Engineering Materials. 2022. Vol. 927. P. 87–104. doi.org/10.4028/p-647f1v.
8. Oppong F. K., Rubatat L., Frisken B. J., Bailey A. E., de Bruyn J. R. Microrheology and structure of a yield-stress polymer gel. Physical Review E. — 2006. — Vol. 73, No. 4. — P. 401–405. DOI: 10.1103/PhysRevE.73.041405.
9. Mewis, J; Wagner, N J (2009). "Thixotropy". Advances in Colloid and Interface Science. 147–148: 214–227. doi:10.1016/j.cis.2008.09.005. PMID 19012872.
10. Morrison, Ian (2003). "Dispersions". Kirk-Othmer encyclopedia of Chemical Technology. doi:10.1002/0471238961.0409191613151818.a01. ISBN 978-0471238966.
11. Yvchenko O. A. Pankyn K. E. (2020) Ysputanyia ohnetushashchei sposobnosti hydrohelia aliumnyia pry tushenyu modelnikh pryrodnykh nyzovikh pozharov, /O.A. Yvchenko,/ Lesotekhnicheskyy zhurnal–T.35.–№1.–S. 38–50. DOI:10.12737/article\_5c92016e1314b2.49705560.

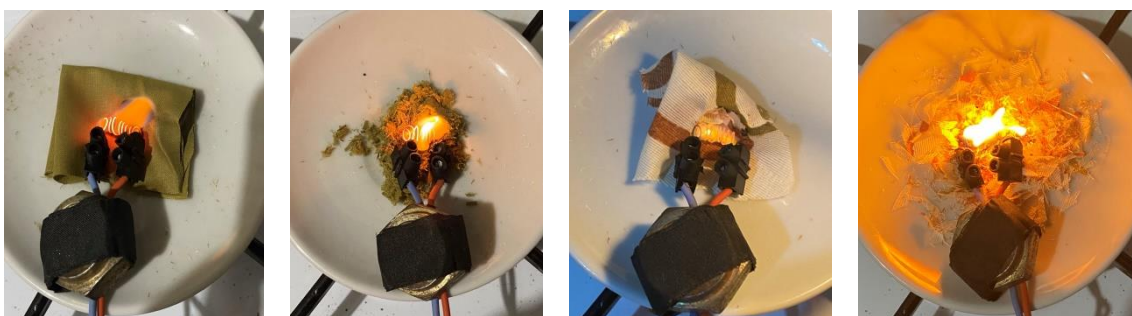
УДК 614.841.2

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ ЗАЙМАННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Володимир ТОВАРЯНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Практично всі текстильні матеріали є горючими, а більшість з них схильні до займання та поширення полум'я по своїй поверхні. Тому часто пожежі у приміщеннях починаються із займання, а іноді й самозаймання виробів із текстилю. Для оформлення сучасного інтер'єру приміщень використовуються різноманітні текстильні матеріали та вироби з них. Це тканини, виготовлені як з натуральної сировини, так із синтетичних волокон. Найбільшого поширення набули бавовна, поліестер, а також комбіновані тканинні матеріали на їх основі. Такі матеріали різняться показниками пожежної небезпеки [1]: температурами займання, температурами самозаймання, швидкостями поширення полум'я та ін. Проте не менш важливим пожежонебезпечним показником є час займання – це час, який потрібен для того, щоб матеріал почав горіти або повністю загорівся під впливом енергії [2]. Дослідження часу займання твердих горючих матеріалів, в тому числі матеріалів текстильної промисловості, є важливим завданням, оскільки цей показник необхідний для прогнозування ризиків виникнення пожежі та планування заходів протипожежного захисту в приміщеннях будинків різного призначення.

Експериментальні дослідження часу займання тканин з бавовни та поліестеру проводили в науково-дослідній лабораторії пожежної безпеки ЛДУ БЖД. Як обладнання використовували пристрій для дослідження займистості горючого матеріалу [3] та запропоновану на основі його методик. В якості горючого матеріалу застосовували такі текстильні матеріали: цілісні зразки тканин з бавовни (100%), подрібнені зразки тканин з бавовни (100%), цілісні зразки тканин з поліестеру (100%) та подрібнені зразки тканин з поліестеру (100%). Температуру електронагрівального елемента встановлювали величиною 450°C. Після цього елемент пристрою розташовували на поверхні з горючим матеріалом та фіксували час займання. Фото процесу досліджень зображено на рис. 1.



а) б) в) г)

Рис. 1. Проведення досліджень проміжку часу займання тканин з бавовни та поліестеру в лабораторних умовах:

- а) – цілісна бавовна; б) – подрібнена бавовна; в) – цілісний поліестер;  
г) – подрібнений поліестер

Кожен з дослідів проводили тричі для цілісних та подрібнених зразків тканин. Результати фіксували в табл. 1.



*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

Таблиця 1 – Результати досліджень проміжку часу займання тканин з бавовни та поліестеру в лабораторних умовах

Вид тканини	Дослід, № з/п	Займання	Проміжок часу займання, с	Частота займання	Середнє значення проміжку часу займання, с
Цілісна бавовна	1.1	Відбулось	41,3	2/3	44,4
	1.2	Відбулось	47,5		
	1.3	Не відбулось	–		
Цілісний поліестер	2.1	Не відбулось	–	1/3	51,3
	2.2	Не відбулось	–		
	2.3	Відбулось	51,3		
Подрібнена бавовна	3.1	Відбулось	28,7	3/3	28,1
	3.2	Відбулось	31,3		
	3.3	Відбулось	24,2		
Подрібнений поліестер	4.1	Не відбулось	–	1/3	42,7
	4.2	Відбулось	37,2		
	4.3	Відбулось	48,1		

В процесі виконання роботи зауважено «відмови» дослідів, що зумовлено тлінням горючого матеріалу, без появи полум'я та виникнення стійкого полуменевого горіння. Найкраща займистість спостерігалася для подрібненої бавовни. Зокрема встановлено, що середнє значення часу займання цих зразків не перевищує 30 с. Найбільше «відмов» зауважено для цілісного поліестеру, де лише із 3 дослідів займання відбулось один раз на 51-й с. Для подрібненого поліестеру частота займання більша порівняно із його цілісними зразками, а середнє значення проміжку часу займання не перевищує 43 с.

Варто зазначити, що для більш точних результатів в подальшому планується проведення досліджень із застосуванням методів експериментального визначення показників займання твердих речовин і матеріалів [1] та порівняння одержаних результатів.

**Висновок.** Дослідженнями встановлено, що проміжок часу займання подрібненої бавовни становить 24,2 с, що на 13 с менше порівняно з цим показником для подрібненого поліестеру.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. Вид. офіц. Київ: ДП УкрНДНЦ, Київ, 2020. 75 с.
2. Khan M. M., Tewarson A., Chaos M. Combustion characteristics of materials and generation of fire products //SFPE handbook of fire protection engineering. 2016. Pp. 1143–1232.
3. Пристрій для дослідження займистості горючого матеріалу з використанням електронагрівального елемента: пат. 106652 Україна : МПК G01N 25/50. № u 2016 01286; заявл. 15.02.2016; опубл. 25.04.2016, Бюл. № 8.

УДК 539.12: 614.8

## ПОГЛИНАННЯ ІОНІЗУЮЧОГО ПРОНИКНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДИСПЕРСНИМИ МАТЕРІАЛАМИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

*Дмитро ТРЕГУБОВ, канд. техн. наук, доцент,  
Євген СЛЕПУЖНИКОВ, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

Проникне випромінювання застосовують з різною технологічно корисною дією: здатність діяти вглиб матеріалу, по різному впливати на біологічні об'єкти, помітність ізотопів, прискорення хімічних реакцій, дія на фотоматеріали, іонізуюча дія, фокусування опромінення, ядерні енергетичні ефекти. Але виникає критична небезпека для організмів, що вимагає екранування та радіаційного контролю.

Проводять радіаційну дезінфекцію та дезінсекцію продукції для запобігання псуванню, що на 40 % знижує втрати, покращує схожість насіння, забезпечує селекцію. Життєдіяльність мікроорганізмів відбувається з виділенням тепла та самонагріванням аж до виникнення пожеж з вибухами [1]. Тепловиділення колоній комах, дихання клітин збіжжя допомагає цьому процесу. Радіаційна обробка вирішує ці проблеми, але потребує заходів безпеки: товстих стін для ізолювання камери опромінення від зовнішнього середовища та від робочих місць персоналу.

В Україні такі технології не впроваджено, зберігають збіжжя за знижених температур та вологості. Сушка 1 м<sup>3</sup> збіжжя до 14 % потребує до 7000 м<sup>3</sup> гарячих сухих газів, використання фунгіцидів, інсектицидів, що потребує часу очікування перед харчовим використанням до 45 діб, але ефективність обробки становить близько 50 %. Тому після цих заходів виникає потреба у повторенні циклу обробки. Але необхідний момент для цього не завжди помічають, що призводить до псування або самозаймання збіжжя, борошна, торфу або сміття.

Радіаційну обробку проводять за ISO 14470-2011 (R2018) за допомогою <sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs, електронних пучків. Це дозволяє за пересипання або у конвеєрних системах досягти ефективність дезінфекції та дезінсекції до 100 % за часу очікування до використання – 1 доба; після чого хімічні, термічні або ін. методи не потрібні. Дози 1,0 кГр викликають загибель комах, 10 кГр – мікроорганізмів, що за даними комісії «FAO/WHO 1980» є безпечним. Для стійких мікроорганізмів потрібні дози до 50 кГр, що можна впровадити для куп сміття та торфу. Дози, більші за 10 кГр формують продукти окиснення, зміну кольору, смакових якостей.

Конвеєрна обробка має обмежену пропускну здатність, вимагає захисного бетонного шару 1,5 м. Представляє інтерес радіаційна обробка за стандартних умов зберігання, але проблемою є ослаблення іонізуючого впливу вглибині матеріалу, що погіршує рівномірність. У рослинних матеріалах глибина проникнення  $\gamma$ -квантів становить 1 м, електронів – 3 мм. Використовують параметр «глибина половинного ослаблення». Для захисту від  $\gamma$ -променів необхідний ізолюючий шар матеріалу не менше ніж десять періодів половинного ослаблення (у 1000 разів).

Значних строків зберігання потребує збіжжя, що здійснюють у сталевих силосах висотою та діаметром до 30 м з інтенсивним вентиляванням. Сталеві силоси неприємні утворенням конденсату, але потребують меншого фундаменту, ніж бетонні. Для подовження зберігання збіжжя у силосах нами передбачено проводити радіаційну обробку ззовні  $\gamma$ -джерелами по периметру силоса [2].

Оцінено глибину половинного проникнення  $\gamma$ -випромінювання у збіжжі за його густиною. <sup>60</sup>Co випромінює  $\gamma$ -кванти двох енергій – 1,17 та 1,33 МеВ, <sup>137</sup>Cs – 0,66 МеВ. У біологічних тканинах за збільшення енергії від 1 до 20 МеВ глибина половинного ослаблення збільшується від 14 до 56 см, що відповідає даним для води. За даними для деяких речовин, рис. 1, побудовано графіки половинного ослаблення  $\gamma$ -променів від густини матеріалу:  $h_{0,5} = k14,239\rho^{-0,984}$ , см, де k – для  $\gamma$ -

квантів 1 MeV –  $k=1$ , для 5 MeV –  $k = 1,55$ . Не враховано, що на даний параметр впливає також розмір атомів, що входять до складу речовини.

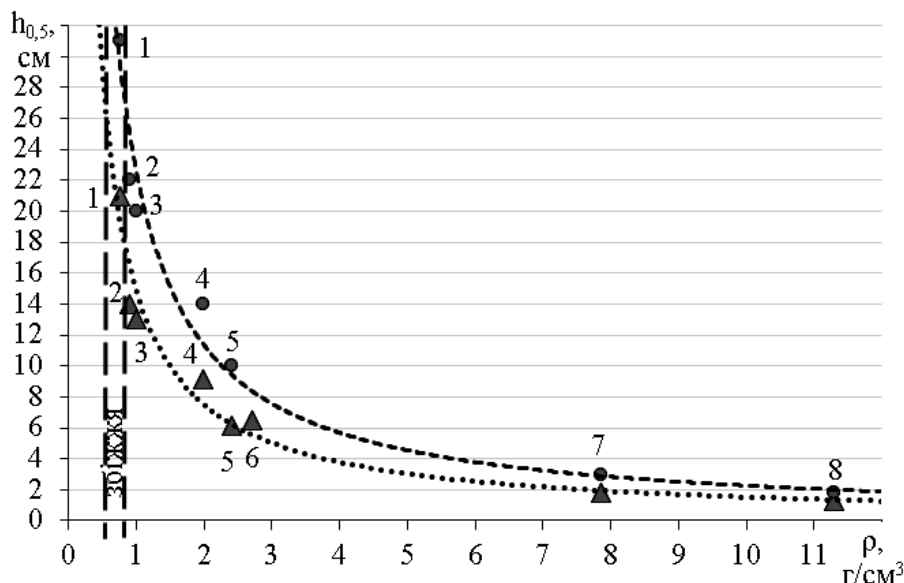


Рис. 1. Глибина половинного проникнення за густиною матеріалу та енергією  $\gamma$ -квантів:  $\blacktriangle$  – 1 MeV,  $\bullet$  – 5 MeV; 1 – деревина, 2 – поліетилен, 3 – вода, 4 – ґрунт, 5 – бетон, 6 – алюміній, 7 – сталь, 8 – свинець

Для збіжжя з більшою насипною щільністю  $0,84 \text{ г/см}^3$   $h_{0,5}$  для  $\gamma$ -променів становить 20 см, тоді 10 періодів ослаблення – 2 м збіжжя, що визначає мінімальний розмір ємності, яка опромінюється. Розташування  $\gamma$ -джерел має забезпечити дози 3–9 кГр. Зменшити кількість  $\gamma$ -джерел можна шляхом розташування внутрішніх ліфтових систем з круговим опроміненням. Відстань між джерелами має бути не більше 1,2 м, до зовнішньої стінки – 2 м. Можна обробляти збіжжя під час його засипання у силос з направленням  $\gamma$ -променів на насипну поверхню.

Для радіаційної обробки рослинних матеріалів не харчового спрямування (харчові відходи або торф) з метою попередження мікробіологічного самозаймання необхідно сканувати скупчення  $\gamma$ -променями, направленими у землю, з дозами опромінення на поверхні 50 кГр та глибиною обробки 1 м. Для обробки на більшу глибину необхідно застосувати певні штанги або інші засоби протикання насипу речовини для створення повітряного коридору для  $\gamma$ -квантів. Більш ефективна для обробки зернистого насипу автономна система з  $\gamma$ -джерелом, яка пересувається усередині купи та стаціонарна систему, яка вводиться у потрібну область.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Тарахно О. В., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Коврегін В. В. Основні положення процесу горіння. Виникнення процесу горіння. Харків: НУЦЗУ, 2020. 408 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11382>.
2. Трегубов Д. Г., Гапон Ю. К., Кіреєв О. О., Тарахно О. В., Чиркіна М. А. Спосіб профілактики самовільного виникнення горіння та збереження рослинних матеріалів (Патент UA, № 151986). Бюлетень №41. УІВ, 2022. 4 с.

**УДК 614.84**

**ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТРУБ ЗІ ШТУЧНИХ ПОЛІМЕРІВ СИСТЕМИ  
ЗОВНІШНЬОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ НА ТЕРИТОРІЇ АЕС**

*Юрій ФЕЩУК, канд. техн. наук, ст. дослідник,  
Ярослав БАЛЛО, канд. техн. наук, ст. дослідник,  
Світлана ГОЛІКОВА, Андрій ЦИГАНКОВ,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

За даними підрозділів територіальних органів ДСНС щороку на трансформаторних підстанціях, електророзподільних пунктах зареєстровано 190 пожеж.

Вимоги щодо матеріалу труб зовнішніх та внутрішніх мереж протипожежного водопроводу на електростанціях і підстанціях I групи, що визначені в [1] відмінні в Україні. Разом з цим, в [2] визначено, що зовнішні й внутрішні мережі протипожежного водопроводу, а також мережі установок водяного пожежогасіння й охолодження повинні виконуватися зі сталевих труб.

Враховуючи, застарілість відомчих будівельних норм, науково-технічний прогрес в частині матеріалу трубопроводів, що застосовується для їх виготовлення, інформації з науково-технічних джерел створено передумови для розгляду можливості використання сучасних матеріалів з яких виготовляються трубопроводи для улаштування зовнішнього протипожежного водопостачання.

Проведення даного дослідження є досить актуальним, адже дозволить вирішити проблему ржавіння сталевих трубопроводів системи зовнішнього протипожежного водопостачання, що призводить до їх руйнування та неможливості виконання функції за призначенням, замінивши їх на трубопроводи з штучних полімерів. При цьому має бути збережено експлуатаційну придатність таких трубопроводів, не знижуючи протипожежний рівень об'єкта в цілому.

Мета дослідження – визначення можливості використання за призначенням трубопроводів зі штучних полімерів в системі зовнішнього протипожежного водопостачання на території АЕС.

Головним критерієм визначення можливості використання трубопроводів зі штучних полімерів в системі зовнішнього протипожежного водопостачання на території АЕС по суті є їх підтримання експлуатаційної придатності з метою виконання функції за призначенням. А отже, необхідно дослідити чи прогрівається такий трубопровід до критичної температури у разі виникнення пожежі на поверхні землі.

З цією метою необхідно визначити місце на території АЕС з найбільшою пожежною навантагою. Такими місцями визначено: залізничну естакаду прийому мазуту (1-й сценарій) та територію зберігання нафтопродуктів (2-й сценарій).

Проведено комп'ютерне моделювання [3] з метою дослідження температури прогріву поверхні трубопроводу (рисунок 1).

З врахуванням коефіцієнту безпеки 1,2 прийнято, що прийняте критичне значення температури на поверхні трубопроводу під час проведення розрахунків не повинно перевищувати 76 °С.

За результатом моделювання по 1 сценарію встановлено, що на глибині ґрунту – 1,5 м (на такій глибині по факту проходить протипожежний трубопровід), максимальна температура його прогріву становить до 20,47 °С.

За результатом моделювання по 2 сценарію встановлено, що на глибині ґрунту – 1,5 м (на такій глибині по факту проходить протипожежний трубопровід), максимальна температура його прогріву становить до 23 °С.

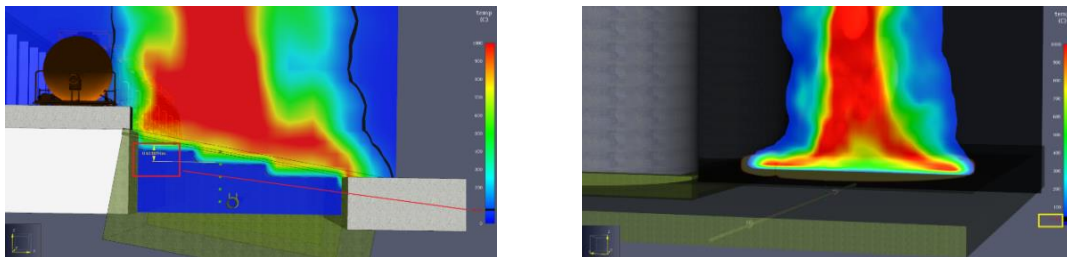


Рис. 1. Візуалізація максимальної глибини прогріву ґрунту до критичного значення: зліва – залізнична естакада, справа – нафтоцистерни

Отже, отримані температурні розподіли дозволяють зробити висновок, що підвищення температурних умов (впливу) внаслідок пожежі малоімовірно може вплинути на експлуатаційну придатність зовнішнього протипожежного водопроводу АЕС, який знаходиться під поверхнею землі, виконаного з штучних полімерних труб.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. НАПБ В.05.025-2005/111 «Протипожежне водопостачання та визначення витрат води на пожежогасіння енергетичних підприємств. Інструкція з проектування, будівництва та експлуатації».
2. ВБН В.1.1-034-03.307-2003 «Протипожежні норми проектування атомних електростанцій з водо-водяними енергетичними реакторами».
3. Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide / K. McGrattan [et al.] // NIST Special Publication 1019-5. 2009. – 176.

УДК 614.8

#### ОСОБЛИВОСТІ ГОРІННЯ РІЗНИХ РЕЧОВИН НА ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТАХ

*Лариса ХАТКОВА, канд. пед. наук, доцент,  
Роман ЩЕРБИНА, курсант факультету пожежної безпеки,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У виробничих умовах можуть утворюватися суміші горючих газів чи парів у різних кількісних відношеннях (концентрація парів і газів у цих сумішах може змінюватись від 0 до 100%). Проте вибухонебезпечними ці суміші можуть бути не завжди, а тільки тоді, коли концентрація горючого газу чи пари знаходиться між межами вибухових концентрацій. Крім того, горіння паро- чи газоповітряних сумішей характеризується швидким розповсюдженням полум'я. Так, при горінні цих сумішей у трубопроводах швидкість розповсюдження полум'я становить 0,3...2,7 м/с, а при горінні їх в ємкостях і апаратах невеликих розмірів – 6,5...10,0 м/с. У разі вибуху цих речовин в трубопроводах полум'я розповсюджується зі швидкістю 1000...1400 м/с (детонаційне горіння). Ці властивості враховують, вибираючи устаткування засобів пожежогасіння даних сумішей.

Пил горючих і деяких негорючих речовин (алюмінію, цинку) в суміші з повітрям може створювати горючі (пожежо- і вибухонебезпечні) концентрації. Найнебезпечніші умови для вибуху створює пил, який є в повітрі у великій кількості. Проте і пил, який осів на конструкції, також небезпечний, бо може призвести не тільки до виникнення пожежі, а й до повторного вибуху, спричиненого завихрюванням пилу під час первинного вибуху. Дуже небезпечна наявність пилу на деревообробних підприємствах, особливо в цехах, у яких

виготовляють деревне борошно, шліфують дерев'яні вироби та розпилюють суху деревину. При нагріванні пилу, як і газоподібних горючих речовин, проходять окислювальні процеси, які при деякій швидкості реакції можуть перейти в самозаймання, що закінчується тлінням чи горінням. Пил однієї і тієї самої речовини залежно від стану має дві температури самозаймання: для аерозолі і аерогелю. Так, температура самозаймання деревного борошна в повітрі становить 775 °С, а в лежачому стані вона в 2,8 рази нижча (275 °С). Пил, який осів, більш небезпечний, оскільки він має значно вищу температуру самозаймання. Цим пояснюється те, що іскри механічного походження запалюють пил, що осів, а не той, що є в повітрі. Проте горіння пилу, що осів, спричинює загоряння пилу, що є в повітрі, горіння якого супроводжується вибухом. Загоряння аеровиважу і розповсюдження по ньому полум'я відбувається тільки при визначених концентраціях пилу, який є в повітрі.

Тверді речовини можуть загорітися внаслідок нагрівання деякої частини їх за допомогою полум'я, розжареного тіла чи іскор. Полум'я виникає тоді, коли настає термодинамічна рівновага, тобто коли газоподібні продукти, які виділяються при нагріванні твердої речовини, нагріті до температури самозапалення, а їхня кількість і швидкість виділення достатні для підтримання горіння. Деякі тверді речовини (мінеральна пробка, термиз марки 25, фрезерний торф) при нагріванні не виділяють газоподібних продуктів, тому вони лише тліють. Тверді речовини згоряють з різною швидкістю, яка залежить від розміру частинок, вологості, маси, доступу повітря тощо.

Горіння вогнебезпечних рідин у виробничих умовах виникає найчастіше внаслідок запалення, спричиненого дією різного роду теплових джерел (відкрите полум'я, розжарені тіла, іскри електричного чи механічного походження). Небезпека горіння рідин полягає також у тому, що ємкості для зберігання їх швидко руйнуються під дією високої температури, внаслідок чого горюча рідина розтікається по приміщенню чи майданчику, створюючи загрозу займання предметів і горючих матеріалів, розміщених поблизу.

Основною умовою виникнення пожежі є наявність горючого середовища, що включає в себе горючу речовину і кисень (повітря), а також джерела запалення. Пожежа може виникнути, якщо горюче середовище буде нагріте до певної температури за допомогою джерела запалення (іскра, полум'я, хімічна, електрична чи механічна енергія, розжарені тіла). Після виникнення вогню постійним джерелом запалення є зона горіння, тобто та ділянка, де відбувається екзотермічна (з'єднувальна чи розкладальна) реакція, яка супроводжується виділенням теплоти і світла.

Вогонь може початися не тільки в середовищі кисню, багато речовин можуть горіти в атмосфері хлору, парів бром, сірки тощо. Горюче середовище може виникнути також при тонко дисперсному розпиленні твердих і рідких речовин.

Усі причини пожеж можна поділити на дві групи. До першої групи належать причини, зумовлені недопустимою за умовами пожежної безпеки появою горючого середовища при необхідному (допустимому) наявному джерелі загоряння. Ці причини пов'язані з застосуванням чи зберіганням горючих речовин і матеріалів в непередбачених місцях, а також зумовлені аварійним станом обладнання (наприклад, розривання трубопроводів у котельних, що працюють на рідкому паливі, теча паливних стрічок двигунів внутрішнього згоряння, переливання чи викидання розплавленої маси при варінні бітуму).

До другої групи належать причини, зумовлені недопустимою появою джерела загоряння при необхідній (допустимій) наявності горючого середовища, тобто горючої речовини і кисню (повітря). Ці причини пов'язані з застосуванням відкритого вогню в різних формах; зумовлені появою іскор механічного і електричного походження; зумовлені перегріванням і розплавленням провідників струму і деталей електроустановок при коротких замиканнях; зумовлені перегріванням електроустановок при струмових перевантаженнях; пов'язані з дією сонячних променів (наприклад, у випадку їхнього фокусування при проходженні

крізь прозорі судини, заповнені рідинами); сталися внаслідок перегрівання оброблюваних речовин понад температуру samozapalennja; зумовлені порушенням режиму зберігання і обробки самозаймистих речовин; пов'язані з недопустимим підвищенням температури при стисканні (переважно під час роботи компресорних установок); зумовлені вибухами в технологічному та інженерно-технічному обладнанні. Друга група причин характерна для будівництва великих об'єктів, а профілактика пожеж в основному зводиться до різних форм попередження можливості появи джерел запалювання.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення.
2. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин та матеріалів. Номенклатура показників та методи їх визначення.
3. Михайлюк О.П., Олійник В.В. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів.- Харків : АЦЗУ МНС України, 2004. – 406 с.

**УДК 621.311.61**

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАПІВПРОВІДНИКІВ В АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПОЖЕЖОГАСІННЯ**

*Олег ШАПОВАЛОВ, канд. техн. наук,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Автоматичні системи протипожежного захисту (АСПЗ), так само як сучасні електронні гаджети, все глибше проникають у наше життя. Це пов'язане з підвищенням вимог щодо забезпечення безпеки людини. Якщо порівнювати вимоги нормативних документів, які регламентують застосування АСПЗ, можна помітити тенденцію до ширшого застосування систем вищого рівня (автоматичних систем пожежогасіння).

Війна, яку розпочала росія проти України, поставила нові задачі, щодо забезпечення протипожежного захисту об'єктів різного призначення. Неодноразові спроби окупантів занурити Україну у темряву, організовуючи атаки на енергетичні об'єкти і як наслідок знеструмлення населених пунктів, дефіцит потужностей генерації електроенергії та періодичне відключення електроенергії, спонукає до пошуку альтернативних джерел енергії для живлення автоматичних систем протипожежного захисту.

Одним з найбільш використовуваним джерелом електричної енергії, яке не залежить від електричних мереж – це акумуляторні батареї. Вони можуть розташовуватись в будь-яких приміщеннях і жити електричні споживачі в будь-який час доби, на відміну від інших (сонячних батарей, вітро-генераторів, дизель-генераторів). Однак безпосереднє використання акумуляторних батарей для живлення електроспоживачів систем протипожежного захисту (асинхронних двигунів) неможливе у зв'язку з невідповідністю виду струму.

Але в сучасному світі і ця проблема має вирішення за допомогою пристроїв, які використовують напівпровідникову електроніку.

Напівпровідникові пристрої – це невеликі компоненти, які керують рухом електронів у сучасних електронних гаджетах. Вони необхідні для живлення широкого спектра високотехнологічних продуктів, включаючи мобільні телефони, ноутбуки та датчики транспортних засобів, а також найсучасніші медичні пристрої.

Бурхливий розвиток напівпровідникової електроніки відбувся в 90 роках. Це десятиліття характеризується нарощуванням обсягів виробництва напівпровідників,

відбувається все більша ступінь інтеграції мікросхем. Бурхливе зростання персональної комп'ютерної техніки призводить до розробок складних спеціалізованих пристроїв. В цей час переважає напрямок мікромініатюризації напівпровідникових приладів. Однак присутність матеріальних домішок або коливання температури можуть перешкоджати потоку електронів, спричиняючи нестабільність.

Наполеглива робота науковців в напрямку «Фізика напівпровідникових приладів», «Сучасні фізико-технічні аспекти напівпровідникової сенсорики та оптоелектроніки», «Надвисокочастотна та терагерцова електроніка», «Сонячна енергетика»), «Матеріалознавство, технології та діагностика напівпровідникових матеріалів». Кращі з доповідей учасників за рекомендацією програмного комітету будуть опубліковані в науково-технічних журналах «Український фізичний журнал», «Журнал фізичних досліджень», «Функціональні матеріали», «Фотоелектроніка», «Сенсорна електроніка і мікросистемні технології», «Технология и конструирование в электронной аппаратуре» та «Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics». Останні досягнення такі: у США, у 2006 році створено транзистор з одиночної молекули вуглецю. І вже в тому ж, 2006 році, вченим з IBM вдалося вперше у світі створити повнофункціональну інтегральну мікросхему на основі вуглецевої нанотрубки, здатну працювати на терагерцевої частоті. Розвиток наноелектроніки пов'язане з оптимізацією, аналогічної зменшення мікроелектронної компонентної бази в 90-і роки минулого століття. На основі інтегрованих наноелектронних чіпів виникла зовсім нова елементна база, яка буде відрізнятися високою компактністю, низьким енергоспоживанням.

Окрім того фізики-теоретики та експериментатори з Вюрцбургсько-Дрезденського кластеру передового досвіду *st.qmat—Complexity and Topology in Quantum Matter* розробили напівпровідниковий пристрій з арсеніду алюмінію-галію електронний потік якого, зазвичай чутливий до перешкод, захищений топологічним квантовим явищем. Топологічні квантові матеріали, відомі своєю винятковою міцністю, ідеально підходять для енергоємних застосувань. Використання топологічного скін-ефекту дозволяє створювати нові типи високопродуктивних електронних квантових пристроїв, які також можуть бути неймовірно малими. У пропонованому квантовому пристрої співвідношення струму-напруга захищено топологічним скін-ефектом, оскільки електрони обмежені краєм, це робить топологічний квантовий пристрій виключно добре придатним для створення високоточних датчиків і підсилювачів з мізерними діаметрами

Новітні матеріали які використовуються для створення новітніх напівпровідникових елементів дають можливість принципово новій схемі побудови систем протипожежного захисту, зокрема систем в склад яких входять потужні електроспоживачі (асинхронні двигуни), які використовуються як привідні механізми.

Заміна електромеханічних частин системи на електронні значно зменшить час реагування на виконання основних функцій систем, тим самим вплине на можливість проведення евакуації людей, час вільного розвитку пожежі, зменшення матеріальних збитків, тобто рівень протипожежного захисту об'єкта.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Боднар Г. Й., О. В. Шаповалов Вибір виду і обґрунтування параметрів джерела живлення системи протипожежного захисту об'єктів туристичної галузі. – *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej* Vol. 33 Issue 1, 2014.
2. <https://portaltele.com.ua/news/technology/vcheni-stvorili-pershij-u-sviti-kvantovij-napivprovodnik.html>.



**УДК 614.841.**

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

*Андрій ШВИДЕНКО, канд. техн. наук, доцент, Сергій КАСЯРУМ, канд. пед. наук, доцент,  
Станіслав ЩІПЕЦЬ, канд. техн. наук, доцент, Руслан КЛОЧОК,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Застосування теплозахисних екранів є важливим елементом систем запобігання розповсюдженню пожеж на різних об'єктах.

Теплозахисні екрани (далі екрани) здатні значно знизити поширення пожежі, надаючи перешкоду вогню та тепловому випромінюванню. Екрани можуть використовуватися для розділення будівель та споруд або ізолювання вогню від населених зон.

Нормативний документ ДБН Б.2.2-12:2019 [1] встановлює протипожежні розриви між будівлями, дотримання яких нерідко унеможлиблює суміжне будівництво об'єктів різного призначення. Розмір протипожежного розриву є мінімальним і має забезпечувати при пожежах зниження інтенсивності опромінення на суміжній об'єкт, що суттєво знижує загрозу його загоряння протягом певного часу, необхідного для введення сил і засобів для пожежогасіння. Скорочення нормованої відстані допускається за умови розроблення технічних умов та узгодження цих умов у наглядових органах.

Україна систематично здійснює кроки для залучення іноземних інвестицій для будівництва та відбудови об'єктів промисловості й енергетики під час та після закінчення війни. Для цього влада регулярно спрощує певні механізми та процедури, зокрема щодо зміни цільового призначення земельних ділянок. Так, 26 лютого 2024 року Президент України підписав Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України для залучення інвестицій з метою швидкої відбудови України». Закон [2] є логічним продовженням Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо особливостей регулювання земельних відносин в умовах воєнного стану» №2247-IX від 12 травня 2022 року [3], який вже спростив процедуру встановлення та зміни цільового призначення земель для розміщення підприємств, що евакуюються із зони бойових дій, об'єктів для тимчасового перебування внутрішньо переміщених осіб, газотранспортної та газорозподільної систем, водопостачання, теплогенерації тощо. Проте виникає питання, як забезпечити безпечні умови для суміжних об'єктів різного призначення у тому числі енергетичних з урахуванням діючих нормативних документів в умовах воєнного стану?

Теплозахисні екрани можуть значно знизити теплове випромінювання, що допомагає уникнути пошкодження суміжних об'єктів і сприяє збереженню їхньої інфраструктури. Застосування екранів може дозволити ефективно використовувати доступний простір, зменшуючи відстані між будівлями і об'єктами, а також можливо передбачити збільшення густини забудови у великих містах, де простір є дефіцитним ресурсом. Екрани можуть бути спроектовані таким чином, щоб була можливість запобігти небезпеці виникнення вибухів або розповсюдження пожежі до вибухонебезпечних зон.

В якості теплозахисних екранів можуть використовуватися протипожежні перешкоди (протипожежні стіни, перекриття, перегородки та ін.), різного роду вогнезахисні облицювання конструкцій з горючих матеріалів, водяні завіси та інші засоби.

За принципом дії вогнезахисні екрани поділяються на поглинальні та відбивні.

При визначенні оптимальних умов захисту від дії променевого теплообміну має значення характер спектрального складу випромінювання від нагрітої поверхні, оскільки матеріал екрана повинен поглинути або відбити промені, що несуть максимум теплової енергії.

Відбивні екрани з непрозорих сталевих або хромованих листів відбивають понад 80 % теплових променів довжиною 4 мкм та більше.

Алюмінієві листи відбивають близько 85 % променів із довжиною хвилі 1 мкм і близько 97 % з довжиною хвилі 12 мкм, при цьому полірований алюміній краще відбиває променеву енергію при довжинах хвиль 0,8–0,9 мкм.

Поглиналий екран у вигляді водяної завіси товщиною 1 мм повністю поглинає промені з довжиною хвиль понад 3 мкм, при товщині завіси 10 мм поглинається випромінювання із довжиною хвилі понад 1,5 мкм. Найбільш ефективними для локалізації випромінювання за умов пожежі є водяні завіси товщиною 10–15 мм і більше [4].

Водяні завіси, що створюються віяловими розпилювачами, забезпечують розсіювання газоповітряних хмар при протоці та інтенсивному випаровуванні зріджених газів з об'ємною швидкістю припливу парогазової суміші на завісу до 2–4 м<sup>3</sup>/с. Завіси здатні розсікати газоповітряну хмару, виконуючи вогнеперешкоджуючі функції.

В даний час хоч і існують розробки, винаходи, але застосування вогнезахисних екранів не регламентується нормативними документами. До того ж відсутні нормативні документи, методики та програми проведення сертифікаційних випробувань у галузі пожежної безпеки.

Виходячи з вищевикладеного можна зробити такі висновки:

виникає потреба у розробці вогнезахисних екранів, у яких були б враховані вищезазначені умови;

існує необхідність у розробці програм, методик проведення сертифікаційних випробувань теплозахисних екранів у галузі пожежної безпеки на підтвердження відповідності вимогам при добровільній сертифікації.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій і проти його розміщення.
2. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України для залучення інвестицій з метою швидкої відбудови України» №3563-IX від 06 лютого 2024 року.
3. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо особливостей регулювання земельних відносин в умовах воєнного стану» №2247-IX від 12 травня 2022 року.
4. Желяк В.І., Наливайко М.А., Лазаренко О.В., Кінтер С.Я. Методи захисту пожежних від теплового випромінювання вогнища пожежі. Пожежна безпека: теорія і практика : збірник наукових праць. – Черкаси : АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2014. – №16. – 169 с.

**УДК 624.012**

### **ХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ В МОДИФІКОВАНОМУ БЕТОНІ ПРИ ЙОГО НАГРІВАННІ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ**

*Андрій ШВИДЕНКО, канд. техн. наук, доцент, Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент,  
Артем МАЙБОРОДА, канд. пед. наук, доцент,*

*Яна ЗМАГА, канд. техн. наук, доцент, Олена БОРСУК, канд. техн. наук, Андрій ЦІВЧИК,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На сучасному етапі розвитку будівельної технології, вирішення проблем з підвищення якості, тривалості служби та економічності бетону і залізобетону успішно досягається за допомогою хімічних методів. Одним з найбільш перспективних та ефективних напрямків в цьому відношенні є широке застосування різноманітних органічних і неорганічних добавок до бетону [1–2].

Введенням до складу бетонної суміші хімічних добавок у вигляді окремих продуктів або їх сполучень досягається один або одночасно кілька показників ефективності [1]:

- 1) зменшення витрат цементу до 12 % або збільшення міцності бетону на 25% у проектному віці;
- 2) покращення технологічних характеристик бетонної суміші, таких як рухливість, однорідність та відсутність розшаровування;
- 3) контроль за змінами рухливості бетонної суміші з часом, швидкістю процесів тверднення і тепловиділення;
- 4) скорочення часу тепловологісної обробки виробів до 40 %, прискорення процесів зняття опалубки та навантаження монолітних конструкцій;
- 5) забезпечення можливості твердіння бетону взимку без обігріву або швидкого нагріву при охолодженні до  $-25^{\circ}\text{C}$ ;
- 6) підвищення морозостійкості бетону у 2-3 рази та більше;
- 7) збільшення стійкості бетону та залізобетону в різних агресивних середовищах;
- 8) збільшення непроникності та щільності бетону на 1-2 марки.

Сучасні ринкові відносини обумовлюють розвиток суттєвої конкуренції серед фірм-виробників добавок до бетонного складу, що стимулює поліпшення якості будівельних конструкцій і зменшення вартості їх виготовлення. Проте недостатньо вивчена поведінка залізобетонних будівельних конструкцій зведених на основі бетону з добавками в умовах високотемпературного нагріву під час пожежі.

У роботі [3] ґрунтовно розглянуто теплофізичні та деформаційні властивості модифікованого бетону в умовах високотемпературного нагріву, проте недостатньо розглянуто питання хімічних перетворень за даних умов. Метою даного та подальших досліджень є вивчення та аналіз хімічних процесів, що можуть виникати в бетоні з добавками під дією високих температур.

Дані досліджень [3-4] показують, що у звичайному бетоні при нагріві відбуваються хімічні перетворення, які призводять до певних фізичних ефектів (зменшення теплопровідності, зменшення міцності на розтяг, утворення сильно вираженої дефектної структури та ін.). Відповідно до робіт [1, 3] основні хімічні перетворення в бетоні при його нагріванні показані в табл. 1.

Таблиця 1. Хімічні перетворення в бетоні при його нагріванні в умовах пожежі

Інтервал темп., $^{\circ}\text{C}$	Хімічне перетворення	Хімічна реакція
100-300	Виділення вільної і частково кристало-хімічної вологи, яка розчиняє гідроксид кальцію, пересичений його розчин і призводить до додаткової кристалізації гідроксид кальцію при цьому підвищуючи міцність	$3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} 2\text{SiO}_2 + 3\text{Ca}^{2+} + 6\text{OH}^{-} + 4\text{H}_2\text{O},$ $3\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Ca}^{2+} + 6\text{OH}^{-} + 3\text{H}_2\text{O},$ $3\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot (31\dots 32)\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{Ca}^{2+} + 6\text{OH}^{-} + (29\dots 30)\text{H}_2\text{O}$ $3\text{CaO}\cdot \text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{Ca}^{2+} + 6\text{OH}^{-} + (n - 2)\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^{-} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
300-600	Повне видалення вільної вологи і видалення з подальшим видаленням кристало-хімічної вологи з клінкерних зростків, і як результат,	$3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} 2\text{SiO}_2 + 3\text{CaO} + 6\text{H}_2\text{O}\uparrow,$ $3\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CaO} + 6\text{H}_2\text{O}\uparrow,$

	їх деструкція на поверхні пористого каркаса	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 (31\dots32)\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{CaO} + (31\dots32)\text{H}_2\text{O}\uparrow$ $3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CaO} + n\text{H}_2\text{O}\uparrow$
600–1200	Інтенсивна деструкція поверхні пористого каркасу внаслідок розкладання клінкерних кристалічних зростків і, як наслідок, збільшення розміру пор	$3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{SiO}_2 + 3\text{CaO} + 6\text{H}_2\text{O}\uparrow,$ $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CaO} + 6\text{H}_2\text{O}\uparrow,$ $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 (31\dots32)\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{CaO} + (31\dots32)\text{H}_2\text{O}\uparrow$ $3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CaO} + n\text{H}_2\text{O}\uparrow$

Модифікований бетон може мати різні складові та хімічні добавки, які можуть впливати на його поведінку під час нагрівання в умовах пожежі. В подальших дослідженнях пропонується розглянути та врахувати разом із відомими ефектами (табл.1) можливі хімічні перетворення, що приведені нижче.

1. У звичайному бетоні, цемент реагує з водою для утворення гідратованих кристалів, які дають бетону його міцність. Під час нагрівання модифікованого бетону цей процес може прискорюватися, що може призвести до швидкого тверднення бетону.

2. Під впливом високої температури гідратовані кристали можуть втрачати свою вологу, що може призвести до втрати міцності та появи тріщин у бетоні.

3. Якщо у бетоні присутні органічні добавки, такі як пластифікатори або в'язучі речовини, то вони можуть піддаватись термічному розкладу під впливом високої температури, що може вплинути на властивості бетону.

4. Деякі хімічні реакції із реагентами, що входять до складу модифікаторів, можуть відбуватися при високих температурах, що може призвести до змін у структурі бетону та його властивостях.

5. Специфічний хімічний склад добавок може призвести до виділення токсичних речовин, що можуть утворюватися при прогріві залізобетонних будівельних конструкцій на основі модифікованого бетону навіть у частинах будівель, де відсутні продукти горіння.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Троян В. В. Добавки для бетонів і будівельних розчинів: навчальний посібник. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «АспектПоліграф», 2010. – 228 с.

2. ДСТУ-Н Б В.2.7-175:2008 Будівельні матеріали. Настава щодо застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах.

3. Поздєєв А. В. Урахування впливу модифікаторів бетону залізобетонних балок при розрахунковому визначенні їх вогнестійкості. – на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 - Пожежна безпека. – Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Київ, 2012.

4. Поздєєв С. В. Обґрунтування вибору режимів нагріву зразків для експериментально-розрахункового методу визначення вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій/ Поздєєв С.В.// Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУБЖД, 2006. – № 9. – С. 125 – 132.

УДК 614.841.12:539.377

## АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДРИВУ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЬНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ВІД ДНИЩА ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ

*Андрій ШВИДЕНКО, канд. техн. наук, доцент, Станіслав СІДНЕЙ, канд. техн. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Михайло НЕСУХ, Андрій СУБОТА, канд. техн. наук,  
Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»*

Пожежі на об'єктах, де розміщені резервуари з нафтопродуктами, можуть надто швидко набувати значних розмірів і мати різні способи поширення, такі як: вибух резервуарів; вибух пароповітряних хмар; розливи легкозаймистих рідин чи газів; спінення та викид нафтопродукту; тепловий вплив палаючих резервуарів; пожежі по трубопроводах; пожежі по дихальних трубах; випромінювання тепла; поширення вогню через промислові каналізаційні системи.

Гасіння таких пожеж ускладнюється виділенням великої кількості теплової енергії під час горіння, нагрівання сусідніх резервуарів, обладнання та установок. Дослідження показують, що наявність води та інших неоднорідних продуктів у нафті може викликати їх бурхливе кипіння та спінювання, що ускладнює управління ситуацією під час пожежі. Наприклад, вміст води до 1 % може спричинити кипіння після близько 40-60 хвилин нагрівання, а вміст води від 1 % до 1,5 % – через 40 хвилин [1, 2].

Згідно з аналізом статистичних даних, протягом 5–15 хвилин вільний борт резервуара втрачає свою несучу здатність і, під впливом сили тяжіння, деформується до рівня наливу нафтопродукту. У деяких ситуаціях деформація борта відбувається нижче рівня наливу, і нафта (нафтопродукт) виливається в обвалування. Якщо резервуар обладнаний плаваючою або стаціонарною покрівлею, і вона підірвана внаслідок вибуху по всьому периметру або зруйнована всередині резервуара, то, навіть при нормативній інтенсивності подачі води для охолодження, ненавантажена стінка, як правило, поступово складається всередину резервуара [3].

Із загальної кількості зафіксованих руйнувань резервуарів вертикального сталевого конструкційного типу (РВС) призводять до значних пожеж з постраждалими, і серед них до 10% руйнувань резервуарів стаються безпосередньо внаслідок дії високих температур і тисків. Механізм руйнування РВС є складним та ще недостатньо вивченим. Важливо відзначити, що згідно з експертними дослідженнями, руйнування РВС відбувається, головним чином, через руйнування найбільш навантаженого конструктивного елемента – вузла з'єднання стінки резервуара з його днищем.

Руйнування резервуарів при вибуху іноді супроводжується відривом корпусу від днища з наступним його польотом на значну відстань. Були випадки, коли під час вибуху РВС-5000 корпус відлетів приблизно на 50 м, під час вибуху РВС-700 – на 25 м, а під час вибуху РВС-3000 сталося перекидання корпусу без польоту. Все це свідчить про порушення співвідношення у міцності слабкого шва між дахом та корпусом та сильного шва між корпусом та днищем. В результаті порушень, допущених на стадіях проектування, виготовлення або експлуатації резервуара, слабкий шов як би виявляється міцнішим за сильний, що і призводить до польоту не даху, а корпусу разом з нею [1].

На підставі аналізу низки таких вибухів і пожеж було встановлено, що найбільш ймовірний напрямок польоту резервуара (у бік об'язки приймально-роздавальними пристроями) і той факт, що польоти резервуарів відбуваються в тих випадках, коли рівень рідини в них не перевищує половини висоти резервуара. На підставі наведених даних було зроблено висновок про необхідність обліку характеру вибуху та польоту резервуара при оцінці обстановки та організації

гасіння пожежі у резервуарному парку. Але такий напрямок захисту безперспективний. Ні збільшити відстань між резервуарами, ні вибрати безпечне місце для приземлення резервуара після польоту неможливо, тому конструкція резервуара повинна запобігати його польоту.

За наявності жорсткої основи цілком можливо, що руйнування і підскок резервуара відбувається внаслідок появи відбитої хвилі, яка з подвоєною силою штовхає резервуар нагору, одночасно притискаючи днище до основи.

Щоб уникнути відриву корпусу від днища необхідно, щоб у момент розриву слабкого шва біля даху шов у днища зберігав свою міцність із деяким запасом надійності.

Таким чином на основі вищезазначеного аналізу можна окреслити основні напрямки подальших досліджень з даної проблематики:

- дослідження причин та факторів, що призводять до відривання резервуару під час пожежі;
- оцінка впливу різних типів конструкцій резервуарів на його стійкість до високих температур під час пожежі;
- аналіз існуючих технологій та методів для запобігання відривання резервуарів під час пожежі та їх ефективності;
- проведення експериментальних досліджень міцності зварних з'єднань корпусу резервуарів;
- проведення математичного та комп'ютерного моделювання поведінки конструкцій та обладнання сталевих резервуарів по зберіганню нафтопродуктів;
- розробка рекомендацій щодо проектування нових резервуарів та модернізації існуючих з метою зменшення ризику відривання корпусу від днища під час пожежі та підвищення загальної безпеки зберігання нафтопродуктів.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

5. Чернецький В. В. Вплив теплових факторів пожежі на цілісність вертикальних сталевих резервуарів з нафтопродуктами. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека. – Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, 2016.

6. Локалізація пожеж в резервуарах з нафтопродуктами / А. Е. Басманов, А. А. Михайлюк. – Харків: НУЦЗУ, 2011. – 108 с.

7. Боровиков В. Можливі сценарії розвитку пожеж в резервуарах для зберігання нафти і нафтопродуктів // Інтернет журнал F+S: технології безпеки та протипожежного захисту, 2014.

**УДК 614.841.3**

#### **ВИЗНАЧЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК КАТЕГОРІЙ ПРИМІЩЕНЬ ТА БУДІВЕЛЬ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ MICROSOFT EXCEL**

*Євгеній ШКОЛЯР, канд. психол. наук, Лариса МАЛАДИКА, канд пед. наук, доцент,  
Максим ПЛОСКОГОЛОВИЙ, курсант факультету оперативно-рятувальних сил,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Визначення категорій приміщень базується на їх призначенні, розмірі, обладнанні та інших факторах. Розрахунок категорій враховує ризик вибуху та пожежі надає можливість оцінювання протипожежного стану об'єкта захисту для забезпечення функціонування системи управління пожежною безпекою цього об'єкта. Це включає в себе властивості речовин, що знаходяться в приміщенні, їх кількість та можливість поширення вогню.

ДСТУ 9115:2021 та Правила пожежної безпеки в Україні вимагають для всіх будівель і приміщень виробничого, складського призначення здійснювати розрахунок категорій щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки [2, 3].

Згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д [1]. Кожен суб'єкт господарювання має мати паспорт безпеки хімічної продукції, де міститься характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) у приміщенні кожної із наведених категорій.

Для того, щоб визначити категорію тієї, чи іншої будівлі або ж приміщення потрібно провести відповідні розрахунки. Найточніший та найзручніший спосіб проведення таких розрахунків здійснюється за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel.

Програма Microsoft Excel є потужним інструментом, який може спростити процес визначення та розрахунку категорій приміщень та будівель за пожежною та вибухопожежною небезпекою. Excel може бути використаний для створення таблиць, формул та графіків, які допомагають систематизувати дані та робити обчислення.

Один з основних результатів визначення категорій – це можливість розробити сукупність заходів суб'єкта управління пожежною безпекою об'єкта захисту з обстеження, аналізу й оцінки протипожежного стану об'єкта захисту, прийняття, організації та контролю виконання управлінських рішень щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта захисту [4].

За допомогою Excel можна провести аналіз та визначити пріоритети щодо заходів та інвестицій, спрямованих на підвищення безпеки об'єктів.

Для початку роботи в новому листі Microsoft Excel створюємо таблицю та записуємо дані, а саме: розміри (довжину, ширину, висоту) будівлі або приміщення. В комірках записуємо формули, в даному випадку це відношення об'єму приміщення до об'єму будівлі і переведене у відсотки. Дану формулу прописуємо в інші комірки, де буде результат про інші категорії.

Підсумовуючи вищесказане можна зробити висновок, що визначення та розрахунок категорій приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою за допомогою програми Microsoft Excel є сучасним та ефективним підходом до забезпечення пожежної безпеки. Цей інструмент допомагає зменшити ризики та сприяє створенню безпечніших умов для життя та роботи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.1.1-38:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».
2. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 «Правила пожежної безпеки в Україні».
2. ДСТУ 9115:2021 «Система управління пожежною безпекою об'єкта захисту. Внутрішній аудит з оцінки протипожежного стану. Загальні положення».
3. Ballo, Y., Sizikov, A., Golikova, S., & Zikharev, O. (2020). ВИЗНАЧЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ПРОВЕДЕННЯ СУБ'ЄКТОМ УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖНОЮ БЕЗПЕКОЮ ВНУТРІШНЬОГО АУДИТУ З ОЦІНКИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ЗАХИСТУ. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, (1(9), 84–93. <https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.1.14-22>.

УДК 574:543-414:661.718.1

## ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ФОСФАТ-ЙОНІВ

*Людмила ЯЩУК, канд. хім. наук, доцент,  
Черкаський державний технологічний університет,  
Олена ЛУТ, канд. хім. наук, доцент,  
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького*

Екологічна безпека водного середовища є актуальним і важливим питанням сьогодення. Водні ресурси активно використовуються в народному господарстві, після чого якість води в них погіршується, набуваючи при цьому інгредієнтного забруднення, серед якого останнім часом з'явилися і фосфати, поліфосфати та фосфат-йони. Катастрофічний стан водойм в літній час, цвітіння води, сторонній запах привернув увагу науковців до проблеми надмірного використання фосфатвмісних мийних засобів, які сприяють надходженню у водойму біогенних елементів.

Негативний вплив цих компонентів полягає у тому, що сполуки у складі мийного засобу знижують поверхневий натяг, і при потраплянні у водойму ПАР, призводить до зменшення кількості вуглекислого газу та кисню. Після їх появи у водоймі вони разом із маслами та нафтопродуктами утворюють на поверхні плівку, яка знижує потрапляння кисню у воду, а як наслідок: погіршення якості води, збільшення концентрації забруднюючих речовин, пригнічення росту флори та загибель фауни водойми [1].

Існуюча екологічна ситуація вимагає розробки сучасних підходів до процесів видалення фосфатів із природних та стічних вод, зокрема з використанням різного роду сорбентів. Очищення стічних вод адсорбційним методом являється ефективним, широкодоступним і економічно вигідним. Ефективність адсорбції залежить від природи адсорбованого компонента, його хімічних властивостей, розміру молекул і визначається природою адсорбенту, при цьому адсорбент повинен мати достатню адсорбційну здатність, високу ефективність, механічну міцність, бути інертним. в хімічних реакціях.

Останнім часом природні матеріали (глини, цеоліти, торф) почали використовувати в якості сорбентів нафтопродуктів та фосфатів із природних вод [2]. Для оцінки ефективності використання природних сорбентів для видалення із води  $PO_4^{3-}$  -йонів. Для цього був використаний фотометричний метод визначення із застосуванням амоній молібдату  $(NH_4)_2MoO_4$ . Внаслідок взаємодії ортофосфатів з амонію молібдатом у кислому середовищі (рН=0,80–0,95) у присутності аскорбінової кислоти утворюється інтенсивно забарвлена у синій колір сполука.

Ступінь поглинання фосфатів вивчалися в стаціонарних та динамічних умовах, в співвідношенні сорбент/ вода 1:10, тривалість сорбції становила 2 години. Інтенсивність перемішування в лабораторних умовах для забезпечення динамічної сорбції становила 30%. Показники сорбції представлені в таблиці 1.

Найефективнішим сорбентом в для очищення стічної води від фосфатів виявилися цеоліт та бентонітова глина. Їх ефективність становить 64,65%; 85,76% та 25,39%; 22,87% в стаціонарних та динамічних умовах відповідно. Середні показники сорбції мають і природні матеріали торф та буре вугілля. Частка поглинання ними фосфатів (близько 15%) дає перспективу їх використання в якості недорогих сорбентів для очищення вод із концентрацією менше 10 мг/л.



Таблиця 1 – Ступінь очищення води від фосфат-іонів різними сорбентами

	Сорбент	Ступінь очищення, %	
		Стаціонарні умови	Динамічна сорбція
1	Силікагель	8,90	8,17
2	Активоване вугілля	7,87	8,14
3	Цеоліт	64,65	85,76
4	Бентонітова глина	25,39	22,87
5	Глибинний торф	10,32	6,86
6	Низинний торф	15,61	10,6
7	Буре вугілля	15,12	18,1

Одержані результати досліджень показують високу ефективність застосування цеоліту та глинистих матеріалів в сорбції, проте динамічні умови проведення процесу збільшують каламутність водних витяжок, та використання фотометричного методу аналізу. Зменшення прозорості витяжки при сорбції активованим вугіллям також є суттєвим недоліком при широкому використанні його при очистці води (рис. 1).

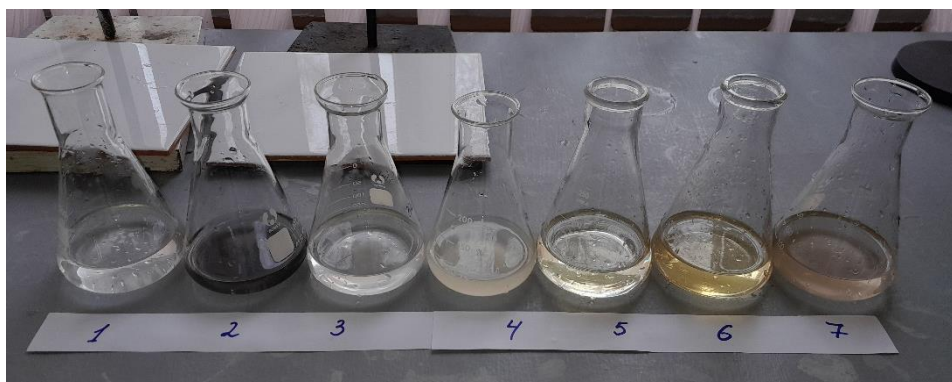


Рис. 1. Зовнішній вигляд водних витяжок після сорбції в динамічних умовах

Адсорбція є практично універсальним методом очищення води, а використання різноманітних матеріалів забезпечує простоту процесу. Якщо порівнювати сорбційні властивості синтетичних та природних речовин для сорбції, можна зауважити, що адсорбційна здатність природних матеріалів, є вищою, оскільки вони є більш селективними для поглинання органічних речовин, проте, враховуючи еколого-економічні характеристики цих сорбентів, варто вивчати можливості їх застосування в технологічних процесах очищення водного середовища.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дуднік С. В. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування : монографія / С. В. Дуднік, М. Ю. Євтушенко. – К. : Видавництво фітосоціологічного центру, 2013 – 295 с.
2. Мацуська О. В., Сухоська О. П. Порівняльний аналіз ефективності вилучення фосфатів з водного середовища природними сорбентами. // Екологічні науки №5 (32). 2020. С. 153–158.

**УДК 502: 504**

## **ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА НАСЛІДКИ ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ**

*Людмила ЯЩУК, канд. хім. наук, доцент,  
Тетяна МАГЛЬОВАНА, д-р. техн. наук, професор,  
Черкаський державний технологічний університет*

Воєнні дії, що відбуваються на території України, мають негативні наслідки для життєдіяльності людей та навколишнього природного середовища. Вони призводять до цілого ряду небезпечних екологічних впливів на навколишнє природне середовище: повітря, ґрунти, ландшафти, поверхневі та підземні води, рослинний і тваринний світ. Внаслідок воєнних дій збільшується ризик виникнення аварійних ситуацій на промислових підприємствах та інфраструктурних об'єктах. Зокрема, внаслідок пошкодження інфраструктури водопостачання приблизно 1,4 мільйона людей в Україні не мають доступу до безпечної води, а ще 4,6 мільйона людей мають обмежений доступ [1].

Велика кількість лісових екосистем знищені внаслідок пожеж та неналежного використання. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів [2], через військові дії постраждало близько 30% усіх заповідних територій України. Внаслідок військових дій зросла загальна кількість пожеж, зокрема, кількість лісових та інших ландшафтних пожеж в 2022 році, майже в 30 разів перевищує середній показник за останні 15 років [3]. В лісах України, де мали місце активні бойові дії після 24 лютого 2022 р. фіксують знищену або залишену військову техніку. Вкрай небезпечними для здоров'я та життя цивільного населення, працівників лісової охорони та пожежних підрозділів є заміновані території. Лісогосподарські та лісокультурні заходи в таких місцях не проводяться до їх розмінування. Найбільша небезпека виникає у випадку виникнення пожеж у соснових лісах, де мали місце бойові дії з наявністю боєприпасів, що не вибухнули. Найбільші площі лісових екосистем, які опинилися в небезпечній зоні через військові дії розташовані у Чернігівській, Сумській та Луганській областях. В Житомирській, Київській, Харківській областях та Чорнобильській зоні відчуження небезпечні території складають приблизно 1260–1650 км<sup>2</sup> [1]. Лісові пожежі на радіоактивно забруднених територіях Чорнобильської зони відчуження є особливо небезпечними, оскільки поряд з основними негативними факторами пожежі має місце і радіаційний фактор. Тільки з 11 по 29 березня 2022 року пожежі охопили територію понад 900 км<sup>2</sup> радіоактивно забруднених земель Українського Полісся, у тому числі найбільш забруднені території Народицького та Поліського районів. Внаслідок таких пожеж підвищується міграційна здатність дозотвірних радіонуклідів. Це може спричинити зростання неконтрольованого дозового навантаження на довкілля та людей в умовах збільшення мобільності радіонуклідів, що відповідно веде до забруднення трофічних ланцюгів [4].

Воєнні дії призвели до різкого збільшення кількості відходів. Це, зокрема, пошкоджені або залишені військові транспортні засоби та обладнання, уламки снарядів, цивільні транспортні засоби, будівельне сміття або незібрані побутові чи медичні відходи. Деякі з цих відходів є токсичними, включаючи уламки снарядів, медичні відходи, що містить небезпечні хімічні речовини та потребує спеціального поводження, транспортування й утилізації [5].

Особливу загрозу спричиняє підтоплення шахт. Неминучим наслідком масштабного затоплення шахт стане підтоплення навколишніх територій і просідання поверхні ґрунту, яке виведе з експлуатації будівлі, споруди і комунікації, включаючи підземні газопроводи, каналізаційні та водопровідні системи. Підтоплення шахт – це одна із причин забруднення підземних та поверхневих вод хлоридами, сульфатами та іншими хімічними речовинами, що містять йони важких

металів, які відносяться до токсичних забруднювачів антропогенного походження [5]. Небезпека надходженням їх у навколишнє середовище полягає в тому, що на відміну від органічних забруднювачів вони не руйнуються, а переходять з однієї форми в іншу [6].

Воєнні дії безпосередньо впливають на стан ґрунтів. Порушення ґрунту, що пов'язані з активними воєнними діями можна розділити на три категорії: фізичні, хімічні та біологічні [7]. За попередніми оцінками приблизно 188 тис. км<sup>2</sup> ґрунтів під загрозою забруднення. Високий ступінь пошкодження та забруднення мають 105 тис.км<sup>2</sup> територій. Тому у майбутньому, необхідно буде проводити розмінування, утилізацію боєприпасів та рекультивацію [1]. Але є й інший спосіб – це консервація, тобто тимчасове припинення будь-якої господарської діяльності на землі, щоб дати їй можливість відновитися природним шляхом. Це тривалий процес, але для катастрофічно забруднених земель це найоптимальніший варіант [5]. Причому найбільш цінні із законсервованих земель можуть бути віднесені до природно-заповідного фонду. В Україні немає практик повоєнного відновлення земель, але є досвід консервації територій після Чорнобильської катастрофи, коли частина земель стала непридатною для користування та життя.

Для отримання інформації про рівень хімічного забруднення, наприклад, природних чи ґрунтових вод, нами розроблено методики групового сорбційно-атомно-емісійного визначення йонів важких металів у природних і техногенних водах та запропоновано метод отримання супрамолекулярного сорбенту шляхом нековалентного послідовного модифікування поверхні силікагелю полімерним поліаміном і сульфобарвником. На підставі досліджень сорбції полімерних поліамінів, впливу їх природи та концентрації на ступінь вилучення органічних реагентів показано, що ефективність їх закріплення на поверхні силікагелю зростає зі збільшенням молекулярної маси, а органічних реагентів – зі збільшенням кількості сульфогруп. На підставі досліджень сорбційних процесів та спектроскопічних характеристик запропоновано механізми взаємодії йонів металів з функціональними групами сорбентів та склад утворених комплексів.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Бондар О. І., Гандзюра В. П., Матвієнко М. Г. (2024) Вплив воєнних дій та їх наслідків на довкілля України. Екологічні науки, № 1 (52): 7–15.
2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів (2022), «Шкода природним заповідникам та заповідним екосистемам», <https://mepr.gov.ua/en/news/39144.html>.
3. Mahlova T. Use of aerospace technologies to assess the radioecological consequences of forest fires in radioactively contaminated areas // T. Mahlova // VI International "Radiation Safety in the Modern World", Veliko Tarnovo Bulgaria. November, 2022. № 3.
4. Mahlova T. Applying the Earth Remote Sensing Data to Assess the Release of Radionuclides in Case of Fires in the Radioactively Contaminated Territories of Ukraine / T. Mahlova, V. Dolin, D. Kopytin // Sciences of Europe – 2022. – №5/107. Pp. 152–158.
5. Матеріали ЕКОдія <https://ecoaction.org.ua/grunty-doslidzhennia.html>.
6. Магльовна Т. В. Вплив пожеж в природних екосистемах на міграційну здатність важких металів, методи сорбційно-спектрофотометричного їх визначення / Т. В. Магльована, Л. Б. Ящук // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2021. – №5, вип. 130. – С. 42–48.
7. Certini G., Scalenghe R., Woods W.I. (2013). The impact of warfare on the soil environment. Earth-Sci. Rev. 127: 1–15.

**ENVIRONMENTALGEOPHICAL AND FIRE SAFETY STUDY ON THE BLACK-BALTIC  
SEAS WATERWAYS**

*Yuriy STARODUB, Doctor of Physical and Mathematical Sciences in geophysics, Professor,  
Borys MYHALICHKO, Doctor of Chemical Sciences, Professor,  
Helen LAVRENYUK, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,  
Andrii HAVRYS, PhD, Associate Professor, Roman HUSHCHAK, Senior Lecture,  
Lviv State University of Life Sciences,  
Bogdan KUPLYOVSKYI, PhD, Senior Scientific Researcher,  
Institute of Geophysics, National Academy of Sciences,  
Henryk POŁCIK, PhD, Senior Scientific Researcher,  
Foundry Research Institute, Kraków, Poland*

The investigation aims to develop a geological and geophysical information system for monitoring emergencies, creating a database with the localized placement of engineering objects along the flow lines of the rivers in the direction of the Dniester - Western Bug to the border with Poland emergency monitoring that will enable the consequences of various natural and man-made hazards and fires to be predicted in good time and thus help to prevent their occurrence. This includes potential fires the possibility of fires causing air, water, and soil pollution, as well as destruction in flood-prone areas, collect, through monitoring, data that will allow effective protection of equipment, coasts, structures, mountain roads, bridges, tunnels, dams and buildings located on soils with unique geological and geophysical features that could lead to air, water and soil pollution by hazardous substances, as well as situations where there is a risk of flooding, requiring the protection of coastlines, buildings, roads on mountain slopes, bridges, tunnels and dams built on soils with natural geological and geophysical characteristics. The necessity to collect data through monitoring arose that will allow for effective protection of equipment, banks, structures, mountain roads, bridges, tunnels, dams, and buildings located on soils with unique geological and geophysical features existing and planned. These will help to coordinate the efforts of civil and fire protection services, increasing the efficiency of response to emergencies. To deal with environmental and geophysical emergencies, it has been necessary to develop practical algorithms for the protection of infrastructure facilities, which are used by civil protection and fire and rescue services based on available software that has been used with the help of scientific partners. These activities include the evaluation of the effectiveness of emergency and rescue measures, as well as the development of new software products and the improvement of existing technologies for their operation. The geological and geophysical information system was developed to enhance emergency response efficiency by coordinating civil and fire protection services.

Seismically active regions, such as Ukraine, are predisposed to fire hazards. The monograph [1] describes methods for detecting and assessing forest fires using data from artificial Earth satellites. Based on the results of geological monitoring of hazardous situations related to the occurrence and spread of fires, technologies have been applied to protect natural and industrial facilities and engineering structures from the destructive effects of fire. Grounded on the current state of the problem, the goals and objectives of the planned investigation are to create a geological information complex (system) and develop polymer-based fire protection materials. A new type of fire-protection coating for wood and metal was created, and a composite material with reduced fire hazard based on modified epoxyamine compositions was developed with this aim. The widespread use of these materials makes it possible to effectively prevent the occurrence and spread of fires for the selected objects and regions, which are often the result of natural and man-made emergencies with a negative impact on the environment.

The development aims to support: the analysis, emergency prediction, and fire hazard assessment for the studied areas and high-risk facilities. These tasks will form the

basis for operational decision-making by civil and fire protection services. This includes the mapping of hazardous facilities [2], the accounting and classification of water supply resources (including the location of hydrants, shelters, and other structures [3], and the fire protection of facilities and structures with modern fire protection materials.

The development includes, at certain stages, the need to take into account the state of natural hazards and anthropogenic loads, statistical processing of data on emergencies and fires, modeling of the spread of fires and emergencies in hazardous areas, study of the processes of flooding, emissions and discharges of pollutants with release of harmful substances, in particular along river courses. The scheme will focus on the causes of fires in natural ecosystems and their spread to civilian objects, soil dynamics, and possibly other natural and man-made hazards along the water river lines. In an additional phase, it is planned to investigate the fire and hydrogen safety of power plant turbine halls, fire-resistant lubricating and cooling fluids, and to use the theoretical basis for modifying functional materials for extreme applications.

In conclusion: the objective of the investigation is to create a unique geological and information system for monitoring emergencies, which will allow timely prediction of the consequences of natural and man-made hazards and their prevention.

#### **LITERATURE**

1. Starodub Y., Kuplyovskyi B., Brych T., Havrys A, Yemelyanenko S. Computer simulation of natural and technological hazards and environmental-geophysical situations. L'viv: Rastr-7, 2023. – 212 p. <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/11596>].

2. Гаврись А., Яковчук Р., Стародуб Ю., Тур Н. (2023). Управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із затопленням територій на рівні об'єднаних територіальних громад. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, (1 (15), 101–109. [https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1\(15\).101-109](https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1(15).101-109).

3. Starodub Y., Karabyn V., Havrys A., Kovalchuk V., Rogulia A. & Yemelyanenko S. (2022). Geophysical research in the pre-Carpathian hydrosphere situation for the environmental civil protection purposes. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 44(4), 171–182. <https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264847>.

## **Секція 4. Методи та засоби навчання як елементи системи забезпечення техногенної та пожежної безпеки**

---

---

УДК 612.66

### **ФОРМУВАННЯ ЗМІСТУ ТА ОБСЯГІВ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПРАЦІВНИКІВ ОРГАНІВ І ПІДРОЗДІЛІВ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ**

*Володимир АРХИПЕНКО, канд. пед. наук, доцент,  
Дар'я ШАРІПОВА, канд. психол. наук, Арсен ІПІЄВ,  
Олександр ДАНЬКІВ, курсант 3-го курсу,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля*

Розвиток системи управління не завжди відповідає рівню розвитку об'єкта управління. Відставання системи управління від системи підготовки фахівців ДСНС України відбувається з урахуванням суто локальних змін, які не дають бажаного результату, що вказує на необхідність додаткового вивчення та опрацювання питання змісту і обсягу компетентностей працівників оперативно-рятувальних структур і підрозділів. Саме тому необхідним стає заповнення прогалін у наукових і теоретично обґрунтованих, практично досліджених розвідках у галузі теорії і методики управління розвитком професійної компетентності фахівців ДСНС України. У зв'язку з цим багато дослідників [1; 2; 3] доходять спільної думки, що в наукових роботах наразі панують протиріччя і взагалі відсутній єдиний погляд щодо місця і значення підготовки цих фахівців у процесі розвитку їхньої професійної компетентності.

Вимоги сучасності до фахівців ДСНС України нині потребують докорінної перебудови системи фізичної підготовки, зважаючи на особливі та екстремальні умови їхньої професійної діяльності. Це зумовлено тим, що фахівець ДСНС України повинен:

- довготривалий час виконувати одноманітну роботу в умовах військового стану, яка відбувається в режимі високих емоційних, фізичних і психологічних навантажень;
- швидко, узгоджено і професійно виконувати поставлені завдання в умовах загрози життю і здоров'ю;
- миттєво реагувати на потенційну небезпеку;
- стійко переносити всі короткочасні й довготривалі фізичні і психологічні навантаження;
- уміти швидко переключатися, орієнтуватися для виконання наступних завдань, переборювати сонливість, утому і продуктивно працювати в будь-який час доби;
- об'єктивно оцінювати свої фізичні можливості відповідно до поставлених завдань на шляху їх виконання.

Зазначені вище вимоги корелюють із поняттям «професіоналізм», що в науковому доробку М. Вебера, Т. Парсона, П. Сорокіна, Н. Сторера та інших учених визначається як інтегративна характеристика діяльності фахівця, що виявляється в досягненні високих виробничих показників, особливостях професійної мотивації, прагнень, ціннісних орієнтацій, змісті праці для самої людини [4, с. 44]. При цьому головними характеристиками будь-якої професії ці вчені вважають: 1) відповідальність за збереження, передачу, використання і поширення спеціалізованої суми знань;

2) зацікавленість соціуму в результатах діяльності його членів, що гарантує власне існування професії і дієвість професійних інституцій; 3) відносну автономність професійної спільноти щодо залучення нових членів з метою їхньої підготовки та контролю за результатами; 4) наявність у самої професії форм винагороди, що виступають достатнім стимулом для фахівців і забезпечують у такий спосіб високу мотивацію до професійної кар'єри [4, с. 46, 47].

У цьому контексті «професійна компетентність» трактується, з однієї сторони, як сукупність прав фахівця відповідно до вироблених традицій і правових норм професійної організації, а з другої – як поле теоретичних питань і практичних ситуацій, які фахівець має розв'язувати за допомогою здобутих знань, методів і прийомів професії.

Можемо припустити, що пріоритет управлінської функції за умови реалізації компетентнісного підходу дозволяє спрогнозувати алгоритм упровадження цього підходу в управління розвитком професійної компетентності фахівців ДСНС України у процесі фізичної підготовки і виділити такі дії:

- 1) діагностика та аналіз стану фізичної підготовки фахівців ДСНС;
- 2) усвідомлення необхідності посилення пріоритету фізичних вправ силової спрямованості;
- 3) мотивація фахівців ДСНС до фізичної підготовки;
- 4) прийняття управлінського рішення: вибір стратегії і тактики управління розвитком професійної компетентності фахівців ДСНС у процесі фізичної підготовки; визначення змісту загальної та спеціальної фізичної підготовки; вибір форм і методів організації фізичної підготовки; забезпечення зворотного зв'язку між усіма суб'єктами управління розвитком професійної компетентності фахівців ДСНС у процесі фізичної підготовки;
- 5) організація фізичної підготовки шляхом посилення силової спрямованості цього процесу;
- 6) моніторинг результатів, аналіз і корекція стану фізичної підготовки;
- 7) самооцінювання отриманих результатів розвитку професійної компетентності фахівців ДСНС у процесі фізичної підготовки [5].

Як бачимо, визначальною категорією компетентнісного підходу є поняття «компетентність», яке науковцями досить плідно розробляється і різнобічно розглядається, а також поняття «компетенції», розгляду якого присвячена велика кількість робіт. В окремих наукових розвідках ці поняття диференціюються, в інших – ототожнюються як синонімічні. Наприклад, Дж. Равен визначає «компетентність» як умотивовану здатність, що необхідна для ефективного виконання конкретної дії в заданій предметній галузі, яка включає вузькоспеціалізовані знання, особливого роду предметні навички, способи мислення, а також розуміння відповідальності за свої дії. Не випадково бути компетентним, на думку вченого, означає мати набір специфічних компетентностей різного рівня.

Дещо подібну точку зору мають експерти програми «DeSeCo» [153, с. 126] і визначають поняття «компетентності» як здатності успішно задовольняти індивідуальні й соціальні потреби, діяти і виконувати поставлені завдання. За їхніми дослідженнями, до внутрішньої структури компетентності входять знання, пізнавальні і практичні вміння, навички, ставлення, емоції, цінності, етичні норми, мотивації.

Аналізуючи роботи українських та закордонних учених слід відмітити, що найбільшого поширення набуває визначення «компетентності» як сукупності знань і вмінь, що необхідні для ефективної професійної діяльності: уміння аналізувати, передбачати наслідки професійної діяльності, використовувати інформацію. Можна помітити, що в наведених нами визначеннях виокремлюються такі сутнісні характеристики «компетентності»:

– ефективне використання здібностей, що дозволяє плідно здійснювати професійну діяльність у відповідності до вимог робочого місця;

- володіння знаннями, уміннями і здібностями, що необхідні для роботи за фахом при одночасній автономності і гнучкості в частині розв'язання професійних проблем;
- розвинена співпраця з колегами і професійним міжособистісним середовищем;
- інтегроване поєднання знань, здібностей і установок, що є оптимальними для виконання трудової діяльності в сучасному професійному середовищі ДСНС України;
- здатність робити будь що добре, ефективно в широкому форматі контекстів із високим ступенем саморегулювання, саморефлексії, самооцінки, гнучкої й адаптивної реакції на динаміку обставин і середовища.

Нагадаємо, що в «Новому тлумачному словнику української мови» [7] термін «компетентний» буквально означає таке: 1) який має достатні знання в якій-небудь галузі; який з чим-небудь добре обізнаний; тямущий; який ґрунтується на знанні; кваліфікований; 2) який має певні повноваження; повноправний, повновладний.

Наголошено, що розвиток професійної компетентності прийнято оцінювати за допомогою критеріїв – якостей, властивостей, ознак об'єкта, який вивчається, що дають змогу зробити висновки про стан і рівень його розвитку. При цьому «показник» постає як ознака, що дає можливість виокремити найбільш суттєві аспекти професійної діяльності і здійснити їх адекватне оцінювання. У зв'язку з цим на підставі проведеного узагальнення науково-педагогічної і спеціальної літератури виділено мотиваційно-ціннісний, когнітивно-пізнавальний, діяльнісно-практичний, особистісно-професійний критерії та відповідні їм показники. Зокрема *мотиваційно-ціннісний критерій* дозволяє характеризувати мотиваційні установки фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій, що є дуже важливим і може бути класифікований як стрижневий при оцінюванні мотиваційно-ціннісної складової їхньої професійної компетентності. *Когнітивно-пізнавальний критерій* уможлиблює встановлення ступеня оволодіння теоретичними знаннями, що здобуті в ході професійної підготовки, і виступає базовим при визначенні рівня розвитку когнітивної складової професійної компетентності цих фахівців. *Діяльнісно-практичний критерій* слід урахувати для характеристики операціональної складової професійної компетентності фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій, що визначається здатністю використовувати набуті теоретичні знання при вирішенні завдань у надзвичайно складних і непередбачуваних обставинах. *Особистісно-професійний критерій* є визначальним для діагностики особистісної складової професійної компетентності, що виражається у професійно значущих якостях і набуває свого оптимального розвитку у процесі фізичної підготовки силового спрямування.

Зазначені критерії і показники враховано при визначенні високого, достатнього, середнього і низького рівнів розвитку професійної компетентності фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Так, *високий рівень розвитку* визначається: високим ступенем усвідомлення важливості й потреби фізичної підготовки у професійній діяльності; високорозвиненими знаннями, уміннями і навичками, що є показниками когнітивно-пізнавального і діяльнісно-практичного критеріїв професійної компетентності; здатністю контролювати й оцінювати власну діяльність із подальшою її корекцією, проявляти творчість та ініціативу за різних умов. Для *достатнього рівня* характерним є: такий ступінь осмислення мотивів і цілей фізичної підготовки, що дозволяє визначити їх вагомість для професійної діяльності; володіння систематизованими знаннями й уміннями їх застосування в типових екстремальних ситуаціях; здатністю взаємодіяти в колективі, але з деякими ускладненнями, якщо ситуація виявляється нетиповою; основними вміннями здійснювати контроль і оцінювання власної діяльності, яка не завжди потім коригується; частковою готовністю здійснювати творчу, нестандартну діяльність, активно проявляти власну ініціативу, самостійність. *Середньому рівню* притаманні: осмислення мотивів і цілей фізичної підготовки, що не повністю дозволяє визначити їх значущість для професійної



діяльності (при цьому спостерігається відсутність частини показників мотиваційно-ціннісного критерію); посереднє володіння професійними знаннями, уміннями і навичками, недостатня впевненість у власних професійних можливостях, не завжди адекватне оцінювання власної діяльності; часткова відсутність потреб у її подальшій корекції та вдосконаленні; несистематизовані знання, уміння і навички. При *низькому рівні* спостерігаються: недостатній інтерес до професійної діяльності; переважання прагматичних мотивів діяльності; відсутність сформованої системи професійно значущих знань, умінь і навичок; низьке оцінювання результатів власної діяльності; майже повна відсутність потреб у її подальшому вдосконаленні.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Коновалов В. В. Формування мотивації до навчання військово-прикладних вправ у курсантів нечисленних спеціальностей університету цивільного захисту МНС України / В. В. Коновалов, О. Г. Піддубний, А. І. Полтавець // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : зб. наук. пр. за ред. С. С. Єрмакова. – Харків : ХДАДМ (ХХІІІ), 2013. – № 3. – С. 31–35.
2. Кучеренко А. А. Педагогічні основи вдосконалення професійної підготовки прикордонників в умовах службової діяльності : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти / А. А. Кучеренко. – Хмельницький, 2005. – 16 с.
3. Овчарук І. С. Система фізичної підготовки майбутніх фахівців з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. вих. і спорту : спец. 24.00.02 – фізична культура, фізичне виховання різних груп населення / І. С. Овчарук. – Львів, 2008. – 21 с.
4. Кропотова Н. Чотири аспекти професії як соціокультурного феномену / Н. Кропотова // Вища школа. – 2010. – № 3–4. – С. 44–50.
5. Архипенко В. О. Управління розвитком професійної компетентності фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій у процесі фізичної підготовки Україна, Черкаси / В. О. Архипенко // автореферат 2015. – 23 с.
6. Овчарук О. В. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти // Стратегія реформування освіти України. – К. : К.І.С, 2003. – 295 с.
7. Новий тлумачний словник української мови (у 3 томах). – Т.1 : А–К / Укладачі : В. В. Яременко, О. М. Сліпушко. – К. : Вид-во «АКОНІТ», 2006. – 926 с.

**УДК 378.091.33**

### **ЦИФРОВИЙ ПІДРУЧНИК ДЛЯ НАВЧАННЯ ДІТЕЙ БЕЗПЕКИ: ОСВІТНІЙ ТРЕНД ЧИ ВИМОГА ЧАСУ?**

*Руслана АТАМАНОВА,*

*Вище професійне училище Львівського державного університету  
безпеки життєдіяльності, м. Вінниця*

З початком повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну одним із головних пріоритетів стало питання безпеки. Особливо гостро це питання постало в галузі освіти: починаючи від створення безпечного освітнього простору для учасників освітнього процесу до навчання формування безпечної культури поведінки.

Поняття безпеки та культури безпечної поведінки потрібно формувати починаючи із раннього дитинства, адже здоров'я і життя дітей це найцінніше, особливо під час воєнного стану. Держава працює в цьому напрямку і тому, завдяки спільним зусиллям ДСНС та МОН, з вересня 2022 року розпочався старт проекту «Класи безпеки» в регіонах України та надано рекомендації щодо їх створення та функціонування у закладах освіти. Метою таких класів є виховання та навчання дітей різного віку правил безпечного життя через інформаційно-просвітницьку діяльність з питань пожежної, мінної безпеки та цивільного захисту в цілому, засвоєння алгоритму дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій різного характеру [1].

Класи безпеки мають мати відповідне технічне та методичне наповнення, враховувати вікові особливості і забезпечувати інтерактивну взаємодію учасників освітнього процесу, що досягається через використання сучасних досягнень та врахування тенденцій в сфері освіти.

Серед основних освітніх трендів сьогодні відзначають онлайн-освіту, змішане навчання, хоумскулінг, мікронавчання, персоналізацію, гейміфікацію, проєктне навчання, а також те, що освіта стає дешевшою та доступнішою, визначається користь використання гаджетів, а роль вчителя оновлюється [2].

Одним із практичних інструментів, який здатний врахувати та реалізувати ці тренди, є цифровий підручник. Але не в тому контексті, що це – електронна копія традиційного підручника, а саме підручник, який є якісно новим засобом навчання та передбачає використання мультимедійних способів подання навчальної інформації, забезпечує інтерактивний діалог учнів з інформаційною базою електронного підручника, здатний змодельювати процеси та явища.

Потреба в цифрових підручниках виникла давно, а в час пандемії та в умовах воєнного стану набула особливої гостроти. Цифрові підручники можна використовувати як в класі, демонструючи на інтерактивних панелях чи дошках, так і для навчання вдома, навіть без доступу до Інтернету. Можливості їх розповсюдження практично необмежені – це можуть бути й локальні носії, і мережеві, і хмарні середовища, і платформи дистанційного навчання. І на відміну від друкованого видання, обмеженого накладом, призначене для використання необмеженим колом користувачів через цифрові середовища [3]. Крім того, вони допомагають робити освіту дешевшою та доступнішою, підтримують персоналізацію освітніх потреб дитини, є зручними за змішаного формату навчання, реалізують інтерес учнів у навчанні сучасними методами із застосуванням гаджетів, додають елементи гейміфікації. Це лише невеличка частина того, що можна втілити завдяки новим технологіям [2].

Цифровий підручник може стати незамінним та ефективним засобом із набором різноманітних освітніх інструментів для навчання дітей безпеки, навіть перебуваючи поза межами самого класу безпеки. А це дозволить забезпечити доступність навчання навіть для тих дітей, які просто фізично не мають такої можливості, знаходячись в місцях віддалених від їх розташування. Крім того, навчальний матеріал можна подати у такому вигляді та формі, який врахує вік дитини та дасть можливість самостійно керувати навчальним процесом.

Слід зазначити, що на теперішній час інформаційна наповненість для класів безпеки знаходиться на достатньо високому рівні, адже необхідні ресурси є у вільному доступі в розділі «Навчання» на веб-сторінці «Класи безпеки» в мережі Інтернет. Та все ж, цифровий підручник дещо змінює підхід до представлення матеріалу та сприяє іншому ступеню засвоєння цього матеріалу. Тому варто звернути увагу на те, що він виступає ефективним засобом для реалізації завдань у питаннях навчання дітей культури безпеки та безпечної поведінки, в рамках поставлених законодавством вимог.

Якщо говорити про проблеми впровадження цифрових підручників, то наразі їх як таких вже не існує, тому що досвід використання цифрових підручників почав набуватися ще з початком пандемії COVID-19, а з моменту дії воєнного стану цифрові підручники ще раз підтвердили свою значимість у процесі реалізації дистанційного навчання та онлайн навчання.

Враховуючи все вище зазначене, можна сміливо заявити, що цифровий підручник для навчання дітей безпеки – це не тільки тренд сучасного та майбутнього, але й вимога часу, яка враховує реалії сьогодення, спосіб навчання та мислення сучасних дітей.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Деякі питання створення та функціонування класів безпеки у закладах освіти: наказ Міністерства освіти і науки України від 10.02.2023 року № 135. URL: [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/88557/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/88557/) (дата звернення: 07.03.2024).

2. Освітні тренди: як цифрові підручники змінюють навчання?  
URL: <https://osvitoria.media/experience/osvitni-trendy-yak-tsyfrovi-pidruchnyky-zminuyuyut-navchannya/> (дата звернення: 11.03.2024).

3. Яким має бути повноцінний електронний підручник і чому pdf-версії недостатньо.  
URL: <https://nus.org.ua/articles/yakym-maye-buty-povnotsinnyj-elektronnyj-pidruchnyk-i-chomu-pdf-versiyi-nedostatno/> (дата звернення: 12.03.2024).

**УДК 351:342.25**

## **ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МІСЦЕВОЇ ТА ДОБРОВІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ В УКРАЇНІ**

*Оксана БОЙКО, канд. наук з держ. упр.,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Останнім часом, зокрема під час реалізації завдань децентралізації влади в Україні, актуальним постало питання створення і забезпечення функціонування місцевої та добровільної пожежної охорони.

Слід відмітити, що серед невідкладних заходів щодо запобігання пожежній небезпеці в Україні, визначених Президентом України, є також стимулювання створення в сільській місцевості пожежно-рятувальних підрозділів (пожежних частин) добровільної пожежної охорони [1].

Найбільш ефективно ця робота проводилась під час реалізації пілотних проектів у Вінницькій, Донецькій, Дніпропетровській, Львівській, Полтавській та Тернопільській областях. Аналізуючи історичні факти функціонування пожежної охорони в регіонах, в яких реалізувалися пілотні проекти, наведемо такі дані, що на території сучасної Тернопільської області, яка входила на той час до складу Австро - Угорщини, в 1939 році нараховувалось 670 добровільних пожежних команд з особовим складом 10 тис. 945 осіб. Наразі відбувається повернення на українську землю втрачених з роками традицій.

Не менш важливим є реалізація цього завдання і в умовах воєнного стану, коли в екстремальних умовах війни необхідно забезпечувати оперативне та ефективне гасіння пожеж, ліквідацію їх наслідків. На цей час у державі утворено та функціонує 20 тис. 696 підрозділів добровільної пожежної охорони, зокрема: 19 тис. 15 підрозділів, утворених за рішенням суб'єкта господарювання; 1 тис. 681 підрозділ, утворений за рішенням територіальних громад (упродовж 2023 року створено 35 таких підрозділів). Також у регіонах держави створені та функціонують 1 тис. 57 підрозділів місцевої пожежної охорони (упродовж 2023 року створено 64 такі підрозділи) [2].

За оцінками ДСНС, для забезпечення потреб на території громад відповідно до існуючих розрахунків залишається потреба у додатковому створенні ще 3153 підрозділів місцевої та добровільної пожежної охорони.

Функціонування місцевої та добровільної пожежної охорони в Україні передбачено Кодексом цивільного захисту України, зокрема статтею 62 «Місцева пожежна охорона» та статтею 63 «Добровільна пожежна охорона» [3].

В значній мірі прогалини в національному законодавстві з питань функціонування місцевої та добровільної пожежної охорони заповнив Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо функціонування місцевої та добровільної пожежної охорони» [4].

Кабінетом Міністрів України відповідними постановами затверджено Порядок утворення і функціонування пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення місцевої пожежної охорони та Порядок утворення та функціонування пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення добровільної пожежної охорони [5, 6].

*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

Помітний вплив європейської інтеграції України на подальший розвиток добровільної та місцевої пожежної охорони в нашій державі, зокрема набуття нею в 2023 році повноцінного членства в Механізмі цивільного захисту Європейського Союзу. В Україні використовується досвід правового регулювання функціонування добровільної та місцевої пожежної охорони в Польщі, Німеччині, Словаччині, Румунії, Франції, Чехії, Естонії та інших країнах.

Питання функціонування добровільної та місцевої пожежної охорони в Україні та європейських країнах досліджували І. Васильєв, П. Волянський, В. Доманський, В. Михайлов, С. Мосов, В. Назаренко, Ю. Рагуліна, О. Резнік, В. Садковий, М. Харламов та інші.

Подальшому розвитку добровільної пожежної охорони в Україні сприяє також утворення громадської спілки «Пожежні-рятувальники України».

Велике практичне значення має проведення 26 лютого 2024 року виїзного засідання Комітету Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування, який є профільним для ДСНС, на тему: «Про стан функціонування підрозділів місцевої та добровільної пожежної охорони» на базі ЛДУБЖД, під час якого обговорено питання вдосконалення законодавчої бази у сфері організації та функціонування місцевої та добровільної пожежної охорони.

Перспективним є подальше проведення наукових досліджень з питань функціонування добровільної та місцевої пожежної охорони, зокрема враховуючи кращий європейський досвід та практику їх створення та діяльності в Україні, вдосконалення національного законодавства з цих питань.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Про невідкладні заходи щодо запобігання пожежній небезпеці в Україні: Указ Президента України від 24.12.2019 р. № 948/2019. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/9482019-31625> (дата звернення: 15.03.2024).

2. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2023 році: URL: <https://dsns.gov.ua/upload/2/0/4/5/2/3/6/zvit-pro-osnovni-rezultati-diiialnosti-dsns-u-2023-roci.pdf> (дата звернення: 28.03.2024).

3. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 2 жовтня 2012 р. № 5403 – VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 28.03.2024).

4. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо функціонування місцевої та добровільної пожежної охорони: Закон України від 16.11.2022 р. № 2750 – IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2750-20#Text> (дата звернення: 27.03.2024).

5. Про затвердження Порядку утворення і функціонування пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення місцевої пожежної охорони: постанова Кабінету Міністрів України від 07.04.2023 р. № 315. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/315-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення: 27.03.2024).

6. Про затвердження Порядку утворення і функціонування пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення добровільної пожежної охорони: постанова Кабінету Міністрів України від 07.04.2023 р. № 314. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/314-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення: 27.03.2024).

**УДК 159.9**

#### **ОСОБЛИВОСТІ ТА НАСЛІДКИ ПОРУШЕНЬ СНУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ**

*Неля ВОВК, канд. пед. наук, доцент, Софія БАРМІНА, 27С, ОР «бакалавр»,  
Ольга ЛАВРІНЕНКО, 27С, ОР «бакалавр» спеціальності 053 «Психологія»,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Військова служба є одним з найскладніших та екстремальних видів діяльності, що висуває особливі вимоги до особистості військовослужбовця. Професійна діяльність у цій сфері характеризується постійним напруженням, стресом і високою динамічністю

поведінки, що вимагає ефективного використання сучасних технологій та обробки інформації. У зв'язку з цим розлади сну серед військовослужбовців стали досить поширеним явищем. Недостатня кількість та якість сну може призвести до різних функціональних розладів та погіршення фізичного і психічного здоров'я. Тому боротьба з розладами сну стає важливим питанням у забезпеченні ефективності та здоров'я військовослужбовців.

Військова служба визначається як один із найскладніших, екстремальних, суспільно значущих видів діяльності, що висуває до особистості особливі вимоги. Професійна діяльність військовослужбовців передбачає виконання ними функцій, пов'язаних із високою оперативністю, динамічністю дій підрозділів, обслуговуванням і використанням складної сучасної техніки обробки інформації. Отже, можна стверджувати, що військова служба – діяльність в особливих умовах. Професійна діяльність військовослужбовців характеризується складними умовами, які закономірно відображаються на психічному рівні особистості у вигляді перенапружень, тривожності, страхів, стресів, а також розладів сну [1].

Сон є одним із найважливіших процесів, що забезпечує відновлення всього організму, сприяє інтегруванню і зберіганню важливої інформації, та відсіюванню непотрібних даних. Недостатня кількість або зниження якості сну можуть призвести до різних функціональних порушень. Першою чергою страждає центральна нервова система, що проявляється роздратованістю, зниженням розумової діяльності, пам'яті та працездатності, підвищенням ризику виникнення тривожних розладів та галюцинацій. Крім того, сон має важливу роль в регуляції діяльності імунної системи. Тому за наявності розладів сну може знижуватись загальна опірність організму, що призводить до підвищення рівня інфекційної захворюваності, яка має тенденцію до швидкого розповсюдження в закритому колективі. Військовослужбовці, що знаходяться в зоні активних бойових дій, постійно стикаються з різного роду стресом, переважною під час важкого фізичного навантаження та іншими факторами, що впливають на якість та тривалість сну [3]. Порушення сну є найчастішою скаргою в осіб, які перебувають у ситуації гострого чи хронічного стресу. Розпізнати таких людей досить легко за їх скаргами і зовнішнім виглядом: набряки під очима, червоні очі, сухі губи, млявість, пригніченість, а також у них наявні різні соматичні захворювання та психотравмуючі ситуації. Учасники бойових дій, в яких є порушення сну, часто скаржаться, що вони не сплять взагалі. Більшість із них вказують, що протягом дня вони не можуть заснути або починають дрімати і тут же прокидаються.

Дослідниками О. Когут та С. Вишніченко під час реалізації програми «Відновлення під час війни» було проведено ряд опитувань військовослужбовців, в результаті було визначено ряд порушень сну за «Афінською шкалою безсоння» [2]. Аналіз результатів щодо змін особистості у результаті участі у вказаній програмі показав, що показники сну у більшості військовослужбовців - учасників програми реабілітації покращено вдвічі (табл. 4).

Таблиця 4

<b>Показники порушення сну у військовослужбовців за «Афінською шкалою безсоння (AIS)»</b>		
	<b>До реабілітації</b>	<b>Після реабілітації</b>
1	7	4
2	2	1
3	11	5
4	6	5
5	11	5
6	3	1
7	3	1
сер.ариф.	6,14	3,14

Згідно з інформацією міжнародної асоціації сну, виділяють чотири групи дисомнічних порушень, які притаманні саме військовослужбовцям: порушення стадії сну і засинання, зміна його тривалості, інакше – інсомнія; зміна циклу сну/неспання з появою тривалих епізодів денного сну; збільшення тривалості сну або гіперсомнія; інші проблеми, пов'язані зі сном або пробудженням, інакше – парасомнія [4]. В учасників бойових дій скарги на розлади сну виникають як при органічній патології, так і при психогеніях. Дисомнії (безсоння) розвиваються як прояв реактивних станів: гострої реакції на стрес, розладів адаптації, реактивних психозів, ПТСР. Безсоння в таких випадках також може бути викликане зміною місця перебування, нереалізованими бажаннями (наприклад, голодом, думками про незавершені справи), порушенням режиму (у випадку караульної служби) та наявністю болісних захворювань. Безсоння також може бути пов'язане з низкою фізичних захворювань, включаючи психічні розлади внаслідок черепно-мозкових травм, контузія, синдроми залежності, психосоматичні розлади, артрит, серцеву недостатність, ниркову недостатність та астму.

Отже, військова служба, особливо виконання завдань у в зоні бойових дій, часто призводить до серйозних порушень сну у військовослужбовців. Такі розлади сну можуть бути наслідком як фізичних, так і психологічних факторів, пов'язаних з військовою діяльністю та пов'язаними з нею стресами. Зниження якості та тривалості сну може мати серйозні наслідки для здоров'я військовослужбовців, включаючи погіршення психічного здоров'я та зниження фізичної витривалості. Поглиблене дослідження і, як наслідок, розуміння причин та наслідків цих розладів, а також подальша розробка ефективних методів їх профілактики та лікування є ключовим завданням для збереження фізичного і психічного здоров'я військовослужбовців.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук О., Мороз Р. Психологічний механізм виникнення стресових ситуацій у військовослужбовців. *Вісник Національного університету оборони України*. 2019 С. 84–86.
2. Когут О. О., Вишніченко С. І. Результати апробації програми реабілітації військовослужбовців. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія*. 2023. №3. С. 109–115.
3. Плотнікова А., Брек В. Розлади сну у військовослужбовців в період активних бойових дій. *Grail of Science*. 2023. №26. С. 534–536.
4. Раціборинська-Полякова Н. В.; Семененко К. М. Особливості проявів дисомній в учасників бойових дій. *Архів психіатрії*. 2018. Т. 24. № 4: С. 178–181.

УДК 159.9

#### ВПЛИВУ ДОВГОТРИВАЛОГО СТРЕСУ В УМОВАХ ВІЙНИ: ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

*Неля ВОВК, канд. пед. наук, доцент,  
Олександра БОРОВИК, 27С, ОР «бакалавр» спеціальності 053 «Психологія»,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Воєнні конфлікти створюють серйозні загрози для безпеки та благополуччя цивільного населення. Наразі існує ряд робіт, присвячених вивченню та прогнозуванню наслідків впливу війни на цивільне населення та шляхи захисту від ризиків [1; 2; 3; 4]. Воєнні конфлікти в свою чергу суттєво впливають на фізіологічний стан цивільного населення, викликаючи різноманітні зміни у їх організмі. Вони нерідко супроводжуються серйозними фізіологічними змінами у цивільного населення, які можуть мати вирішальне значення для їх здоров'я та виживання. Уже протягом майже двох років українці переживають постійний страх,

який посилюється звуками повітряних тривог, вибухів, обстрілів і залпів артилерії. Ця ситуація активує реакцію на виживання в умовах, відому як «бийся, тікай або завмири». Ця реакція регулюється різними відділами НС: симпатичний відділ відповідає за «бийся або тікай», тоді як парасимпатичний - за «сповільнюйся або завмири». Обидві системи призначені для того, щоб забезпечити людині баланс під час стресів та нормалізувати її стан. Проте під час війни ця картинка змінюється: стрес є довготривалим та надмірним, баланс у мозку порушується, і починає переважати парасимпатична система. Це призводить до змін у поведінці, коли емоції «вимикаються», щоб людина могла ефективно функціонувати задля виживання. Класична реакція «боротьба-чи-втеча» на відчуту загрозу є рефлексивним нервовим процесом, яке має очевидні переваги для виживання з еволюційної точки зору. Проте системи, що організують зв'язок рефлексивних поведінкових реакцій на відчуття загрози, спрямованих на виживання, можуть під певними обставинами дисрегулюватися у процесі. Хронічна дисрегуляція цих систем може призвести до функціональних порушень у певних осіб, які стають «психологічно травмованими» і страждають на ПТСР. У результатах проведених лонгитюдних досліджень [8] є підтвердження виникнення нейробіологічних аномалій у пацієнтів з ПТСР. Деякі з цих ознак надають уявлення про патофізіологію ПТСР, а також про біологічну вразливість певних груп до розвитку ПТСР. Кілька патологічних ознак, виявлених у пацієнтів з ПТСР, перекликаються з ознаками, виявленими у пацієнтів з травматичним ушкодженням мозку, віддзеркалюючи спільні ознаки і симптоми цих клінічних синдромів [40].

Класична робота Роберта М. Сапольські «Why Zebras Don't Get Ulcers: Stress, Disease and Coping» надає глибокі інсайти щодо фізіологічних механізмів стресу та його впливу на здоров'я людини [8]. Під час стресу відбувається активація амігдали, структури лімбічної системи мозку, яка підтримує підвищені рівні адреналіну та ініціює передачу сигналів про потенційну небезпеку. У випадках, коли екстремальна загроза супроводжується відчуттям безпорадності, що є типовим під час військових конфліктів, мозок може ініціювати сигнали для тіла про «завмерти» або «замертвіти». Це проявляється у сповільненні серцебиття, зниженні артеріального тиску, температури тіла та інтенсивності руху. Умови конфлікту можуть спричинити такі реакції, які можуть бути як миттєвими і тимчасовими, так і тривати протягом кількох днів або тижнів, залежно від загального психічного стану та інтенсивності травматичної події. Окрім того, амігдала надсилає сигнали до гіпокампу, який відповідає за зберігання спогадів, з метою пригнічення запам'ятовування травматичних подій. Це призводить до зниження когнітивних функцій, втрати здатності до концентрації уваги, зниження здатності до запам'ятовування важливих деталей [2; 9]. Відповідь на стрес у різних осіб може відрізнятися, однак механізми, які можуть пояснити ці різні ефекти, поки що не достатньо досліджені, і молекулярні кореляції розглядаються однобічно. Особливо шкідливі умови виникають, якщо суб'єкт, замість того, щоб впоратися зі стресовими подіями, піддається їм; в цьому випадку відбувається каскадна реакція, яка за допомогою різних сигналів викликає специфічну реакцію, відому як психосоматичні симптоми/захворювання [7].

Отже, умови війни викликають різноманітні наслідки, пов'язані із фізіологічними та психологічними змінами, включаючи й зміни у роботі ендокринної системи. Вважаємо необхідним виокремити позиції щодо впливу стресогенних факторів війни на ендокринну систему людини, її адаптаційні механізми, зміни та можливі наслідки. Так, зокрема, характеризуючи вплив стресу на ендокринну систему людини, виокремлюють такі фізіологічні наслідки у відповідь на стресові ситуації: зміни в рівнях гормонів стресу, таких як кортизол та адреналін; ендокринні зміни під час тривалих стресових ситуацій: довготривалі ефекти постійного підвищення рівня кортизолу.

Адаптація до екстремальних умов життєдіяльності може викликати зміни в продукуванні та рівнях гормонів для забезпечення виживання в екстремальних умовах; здійснювати вплив підвищеного фізичного навантаження та стресу на рівні гормонів, таких як адреналін, інсулін тощо. Первинні дослідження щодо психічного здоров'я ВПО у зв'язку з воєнним конфліктом, в основному зосереджувалися на виявленні безпосередніх наслідків: впливу військового насильства та втрат. У вказаній моделі впливу війни на цивільне населення часто не бралися до уваги сильні ефекти тривалих стресорів, пов'язаних саме з досвідом переміщення [6].

У роботах вчених [7; 9] визначено можливі ендокринні наслідки травм та поранень у цивільного населення, зокрема, вплив військових травм на функціонування ендокринної системи; вплив на механізми регулювання ендокринних функцій під час травматичних ушкоджень та їх наслідків, які впливають на звичне функціонування організму.

Пропонуються наступні кроки щодо удосконалення діагностики та лікування вказаних наслідків: дослідження специфічних аспектів діагностики та лікування захворювань ендокринної системи у військових умовах; вирішення проблеми обмеження у проведенні лікування та доступу до медичних ресурсів у зоні конфлікту; у сфері загальної ментальної гігієни зроблено значний прогрес, але необхідно продовжувати перспективні зусилля, які вже ведуться.

Зміна природи глобальних подій та активне залучення відповідних учасників ймовірно вплине на парадигму практики та досліджень у сфері загальної ментальної гігієни у наступні роки, дані практики підтверджено у роботах К. Е. Miller та А. Rasmussen, М. Moitra, S. Owens, М. Hailemariam [6; 7]. За останні два десятиліття було проведено безліч наукових досліджень з теми ментальної гігієни, зокрема, нашу увагу привертають дослідження, у яких є підтвердження позитивного впливу майндфулнес на різні аспекти психічного та фізичного здоров'я. Можна відзначити позитивний вплив даного підходу у лікуванні цивільного населення у ході збройних конфліктів, зокрема, результати, які дають змогу стабілізувати населення, а саме: зниження рівня стресу та тривоги; покращення концентрації та уваги; збільшення самоусвідомленості та емоційного інтелекту; підвищення якості сну; збільшення відчуття благополуччя [9]. Практики майндфулнес сприяють розвитку позитивного мислення, вдячності та оптимізму, що призводить до покращення загального самопочуття та відчуття щастя. наліз літератури та результатів нейробіологічних досліджень [6] показали, що практики майндфулнес призводять до змін в структурі та функціонуванні мозку. Ці зміни пов'язані з покращенням регуляції емоцій, концентрації уваги, самоусвідомленості та інших когнітивних функцій.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Грузинська І.М. Проблема емоційного реагування на стресові ситуації в умовах воєнного стану / І. Грузинська // Вісник Національного авіаційного університету. Серія: Педагогіка. Психологія: зб. наук. пр. – К. : Національний авіаційний університет, 2022. – Вип. 2(21). – С. 97–107.
2. Лазос Г. П. Психологічна допомога внутрішньо переміщеним особам (на прикладі роботи з переселенцями з Криму).
3. Михайлишин, У. Б., Сухан, В. С., & Анталовці, О. В. (2023). ПСИХОЛОГІЧНИЙ СТАН ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ В ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія, (2), 27-33. <https://doi.org/10.32782/psyvisnyk/2023.2.5>
4. Предко В.В., Сомова О.О. Вплив війни на зміну рівня стресу та стратегій збереження життєстійкості українців. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. 2022. №33 (72). С. 89–98.].
5. Титаренко Т. М. Психологічне здоров'я особистості: засоби самопомоги в умовах тривалої травматизації : монографія / Т. М. Титаренко / Національна академія педагогічних



наук України, Інститут соціальної та політичної психології. – Кропивницький : Імекс-ЛТД, 2018. – 160 с. ISBN 978-966-189-457-9.

6. Miller, K. E., & Rasmussen, A. (2017). The mental health of civilians displaced by armed conflict: an ecological model of refugee distress. *Epidemiology and psychiatric sciences*, 26(2), 129–138.

7. Roberto Zefferino, Sante Di Gioia, and Massimo Conese. "Molecular links between endocrine, nervous and immune system during chronic stress".

8. Sapolsky, R. M. "Why Zebras Don't Get Ulcers: Stress, Disease and Coping".

9. Sherin, J. E., & Nemeroff, C. B. (2011). Post-traumatic stress disorder: the neurobiological impact of psychological trauma. *Dialogues in clinical neuroscience*, 13(3), 263–278.

**УДК 613:37.015.3**

### **ПІДХОДИ ДО КОНЦЕПЦІЇ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ МИНУЛОГО ТА ВИКЛИКІВ СЬОГОДЕННЯ**

*Неля ВОВК, канд. пед. наук, доцент,*

*Олександра БОРОВИК, 27С, ОР «бакалавр» спеціальності 053 «Психологія»,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Згідно ДСТУ 2156-93 («Охорона праці. Терміни та визначення основних понять») «культура безпеки» – кваліфікаційна і технологічна підготовка осіб, для яких гарантування безпеки є пріоритетною метою і внутрішньою потребою, що зумовлює самоконтроль і самоусвідомлення відповідальності під час виконання робіт, що впливають на рівень безпеки.

Традиційно культура безпеки розглядалася переважно з технічної та організаційної точок зору. Недостатньо уваги приділялося психологічним факторам, що впливають на поведінку людей у небезпечних ситуаціях, формування безпечної свідомості та мотивації до безпечної роботи. Зростання ризиків та небезпек, а також усвідомлення важливості психологічного фактора у забезпеченні безпеки зумовлюють зростання запиту на фахівців з психології безпеки.

Більш як двадцять років тому МАГАТЕ був сформований новий концептуальний підхід до визначення безпеки АЕС як проблеми, що містить у собі детермінанти загальнолюдської і професійної культури. Поняття техніки і психології безпеки АЕС переросли в концепцію культури безпеки, яка сьогодні стала одним з фундаментальних принципів забезпечення безпеки у ядерній галузі.

Як елемент загальної культури, культура безпеки реалізує захисну функцію людства від небезпек. Загальна культура виступає як загальнолюдське надбання, за мірками якого окремий індивід дістає змогу самоудосконалюватися і опанувати духовні і матеріальні цінності людства, міра рівня освіченості та вихованості людини. Часто застосовуються три таких підходи до визначення сутності та змісту культури:

- ціннісний підхід, згідно з яким культура є сукупністю матеріальних і духовних цінностей, які вироблені людством;

- діяльнісний підхід - визначає культуру як специфічний спосіб суспільної та індивідуальної життєдіяльності людини;

- особистісний підхід, в якому культура представлена як результат творчої самореалізації особистості, що охоплює рівень освіченості, моральності й духовності людей, їх здатність до культурного саморозвитку [2].

Будь-яка діяльність, пов'язана з виробництвом, починаючи з вибору майданчика і проектування, закінчуючи експлуатацією устаткування і підготовкою персоналу, має відповідати принципам психології безпеки. **Психологія безпеки є ключовим елементом культури безпеки, а культура безпеки, у свою чергу, є фундаментальною складовою безпеки [3].**

Рівень впливу психофізіологічних факторів на стан травматизму, професійних захворювань сьогодні суттєво зріс. Про це свідчить статистика, яка констатує значну частину небезпечних виробничих ситуацій, причиною реалізації яких є дії працівників, що не відповідають вимогам безпеки діяльності. Тому загострюється проблема ефективної підготовки людини до виконання конкретних функціональних обов'язків [1].

Необхідно пам'ятати, що крім небезпек, які загрожують людині з боку соціального середовища, вона і сама нерідко сприяє створенню несприятливих факторів для свого і без того непростого існування. Дія таких факторів веде до конфліктів, негативних поведінкових проявів, зривів, виникнення стану тривоги, страху, паніки тощо. Щоб система «людина – навколишнє середовище» функціонувала ефективно і не загрожувала безпеці людини, необхідно забезпечити сумісність характеристик соціального середовища: інформаційної, власне соціальної, нормативно-правової, моральної, психологічної та ін. Соціальна сумісність безпосереднім чином пов'язана із психологічними особливостями людини. Тому часто говорять про соціально-психологічну сумісність, яка особливо яскраво проявляється в екстремальних ситуаціях в ізольованих групах. Моральна сумісність означає, що людина відчуває задоволення від спілкування з іншими людьми, морального клімату в колективі, процесу трудової діяльності.

Психологічна сумісність пов'язана з необхідністю урахування психологічних особливостей людини. Проблеми безпеки в соціальній сфері сьогодні неможливо вирішити лише організаційно-технічними заходами. Досвід показує, що в основі соціальних небезпек лежать і психологічні причини: низький рівень професійної підготовки людей, що займаються забезпеченням безпеки, недостатнє виховання, слабка установка на дотримання заходів безпеки, допуск до небезпечних видів діяльності осіб із груп ризику, перебування людей у стані втоми чи інших психічних станах, що знижують рівень безпеки їх діяльності, агресивність і т.д. У наш час уже сформувалася особлива галузь знань, іменована психологією діяльності, яка є одним з розділів безпеки життєдіяльності. Вивчаються психічні процеси, властивості особистості й особливо докладно – різні форми психічних станів, які спостерігаються в людей у процесі виконання ними різних видів діяльності [2].

Середовище з позитивною культурою безпеки дозволить новим працівникам швидко змінити або адаптуватись до правил та процедур безпеки організації. Можна виділити три найефективніших підходи до оцінювання культури безпеки: академічний, аналітичний та прагматичний. Опитування анкетуванням щодо безпеки психологічного мікроклімату дає змогу, наприклад, отримати деякі (кількісні) результати, які потім слід перевірити та вивчити за допомогою інтерв'ю з керівниками та працівниками.

Аналітичний або психологічний/психометричний підхід є найпопулярнішим та переважаючим підходом в оцінці культури безпеки і зосереджується конкретно на організаційному кліматі безпеки. Клімат безпеки оцінюється шляхом проведення анкетування серед групи працівників в організації. Під час таких опитувань працівникам пропонується заповнити конкретну стандартизовану анкету, тобто викласти своє сприйняття / думку щодо певних аспектів, пов'язаних з безпекою. Отримані в результаті опитування дані обробляються та аналізуються, забезпечуючи короткий огляд сучасного клімату безпеки в організації. Ці анкети можуть бути досить простими (одна сторінка) або більш вичерпними (до 100 і більше пунктів), використовуючи галочки або шкали для відповідей. Чим вони простіші, тим менш точними будуть результати. З іншого боку, занадто багато питань значно знизить рівень щирості та обдуманості відповідей [4].

Важливість інтеграції психологічних аспектів у програми підготовки та підвищення кваліфікації спеціалістів у сфері безпеки не може бути недооцінена. Це сприяє не лише покращенню роботи самого персоналу, але й створює сприятливу атмосферу для забезпечення безпеки в цілому.

Подальше дослідження психологічних аспектів культури безпеки, включаючи вивчення ефективності різних підходів до психологічної підготовки персоналу та впливу психосоціального середовища на безпеку на робочому місці, є важливим напрямом для подальших досліджень у цій галузі.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Ігнатюк О. А., Демідова Ю. Є. Необхідність удосконалення методик формування знань щодо психології безпеки професійної діяльності у фаховій підготовці майбутніх інженерів, психологів та викладачів вищої школи. «Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітніх школах» вип. 41(94). 2015р.
2. Культура безпеки: навч. посібн. / С. Р. Артем'єв, О. Д. Малько, О. П. Шароватова, О. В. Бригада, Б. М. Цимбал, О. С. Ковальов, О. В. Ільїнський – Х. : НУЦЗУ, 2020. – 172 с.
3. Романів Л. В., Пішак О. В., Бойчук Р. Р. Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. «Молодий вчений» № 3.1 (43.1), березень, 2017 р.
4. ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ У СПЕЦІАЛІЗОВАНОМУ ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ. 2019р. ([https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P\\_vcheniy\\_secretar/%D0%9E%D0%A5%D0%9E%D0%A0%D0%9E%D0%9D%D0%90\\_%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%A6%D0%86/2020/NRKultura\\_Bezpeky.pdf](https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%9E%D0%A5%D0%9E%D0%A0%D0%9E%D0%9D%D0%90_%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%A6%D0%86/2020/NRKultura_Bezpeky.pdf)).

**УДК 338**

#### **ПРОБЛЕМА АНАЛІЗУ ПСИХОСОЦІАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ ВІЙНИ**

*Неля ВОВК, канд. пед. наук, доцент,  
Олександра БОРОВИК, 27С, ОР «бакалавр» спеціальності 053 «Психологія»,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Ескалація конфлікту в Україні 24 лютого 2022 року спричинила масове переміщення всередині України та через її кордони. Станом на січень 2023 року, за оцінками, 5,4 мільйона людей були внутрішньо переміщеними особами, а ще 8 мільйонів були переміщені за кордон [1]. У контексті аналізу соціально-економічної ситуації в Україні проведено огляд щодо потреб населення в різних регіонах країни. Вторгнення Росії в Україну спричинило серйозну гуманітарну кризу: понад 12 мільйонів чоловік за оцінками, були переміщені, а понад 13 мільйонів потребують термінової гуманітарної допомоги. Економіка України спустошена, і внаслідок цього населення зазнає гострої травми та прогнозує ряд стійких наслідків [2]. Надзвичайно важливою є здатність визначити екстремальний рівень потреб, оскільки це допоможе розробити напрями та заходи із соціальної підтримки та допомоги. Аналіз, проведений у Бюлетені Міжнародної Мережі Загрози Підризу за 2022 рік: Україна (Лютий 2023), розкрив стан потреб домогосподарств у різних частинах України. Зокрема, 42 % опитаних домогосподарств по всій Україні мали екстремальний або екстремальний+ рівень потреб, зумовлений показниками засобів до існування, ВВП та захисту. Загалом, у постраждалих від конфлікту районах на сході та півдні найбільша частка домогосподарств, які повідомили про надзвичайний або надзвичайний+ рівень потреб. Це може бути пов'язано з близькістю до лінії зіткнення та прямим впливом бойових дій. Невелика частка опитаних домогосподарств (13 %) повідомили про надзвичайний або надзвичайний+ рівень потреб у кількох секторах. Однак ця частка була вищою на сході (29 %) та півдні (22 %). 19% домогосподарств зазначили, що мають надзвичайні потреби в засобах до існування, причому найбільше таких домогосподарств на Сході (23 %), Півночі (22 %) та в Центрі (21 %). Сімнадцять відсотків (17 %) домогосподарств, охоплених оцінкою на національному рівні, мали надзвичайні або надзвичайні+ потреби у SNFI (Кластер з питань житла та

непродовольчих товарів) – найбільше на Сході (26 %) та Півдні (21 %). Крайні потреби у захисті були виявлені у 15 % опитаних домогосподарств загалом – найбільше на Сході (31 %) та Півдні (21 %) [4].

Враховуючи поширеність військових дій у різних куточках світу, необхідність системного розуміння впливу війни на цивільне населення виявляється дедалі більш актуальною. Загрози для фізичного та психічного благополуччя людини під час воєнного конфлікту є множинними та мають складний характер. Відповідно, глибоке наукове дослідження цієї проблеми вимагає інтегрованого підходу, що охоплює не лише медичні аспекти, а й соціальні, психологічні та економічні чинники.

Тривала невизначеність майбутнього суттєво впливає на емоційний стан українців. Результати дослідження Gradus Research в рамках проекту «Градус суспільства під час війни»: Високий або дуже високий рівень стресу відчувають 88 % опитаних, при тому що у попередніх двох хвилях дослідження таких було 84 %. Якщо конкретизувати емоції та стани, то найпоширенішою є втома - її відмічає половина опитаних, але водночас 43 % мають почуття надії. Серед інших розповсюджених станів – напруга (42 %), роздратування (31 %), обережність (28 %) та гнів (27 %) [4]. Водночас, майже третина респондентів (31 %) вважає, що відновлення нормального повсякденного життя у населеному пункті, в якому вони проживали до початку повномасштабного вторгнення, триватиме більше 5 років, ще 24% опитаних - до 5 років, інші 18% стверджують, що на це піде 1–2 роки. 14 % оптимістично вважають, що це відбудеться до 1 року [2].

Воєнні конфлікти суттєво впливають на соціальне становище та психологічний стан цивільного населення, що стає предметом дослідження ряду науковців, які аналізують аспекти даного впливу та прогнозують їх наслідки (Ейбрахам Т. Хасмоф (Автор теорії ПТСР), Сьюзан Блейкмор («Мозок і травма», 2017) [9]. Соціальні аспекти впливу війни, такі як розрив сімейних зв'язків, міграція та безпритульність створюють серйозні виклики для соціальної стабільності та розвитку суспільства. Психологічні аспекти, як психологічні наслідки війни, серед яких, зокрема, розлади психічної сфери, депресія та тривожність, ПТСР можуть призвести до серйозного погіршення якості життя та діяльності цивільного населення. Діти, які пережили війну, стикаються з ризиком розвитку психологічних проблем та соціальної вразливості протягом всього життя, про це вже заявлено ООН, ВООЗ, ЮНІСЕФ, і підтверджено рядом досліджень [5; 6]. Отже, війна і збройні конфлікти мають широкий вплив на суспільство, оскільки створюють соціальні, психологічні та економічні наслідки. Зокрема, розрив сімейних зв'язків, міграція та безпритульність стають серйозними викликами для соціальної стабільності та розвитку, оскільки вони можуть призвести до розриву соціальних мереж та підвищеної вразливості соціальних груп. Для організації та здійснення підтримки цивільного населення під час воєнних конфліктів важливими є розробка ефективних програм медичної допомоги, психологічної підтримки та соціальної адаптації, які мають враховувати враховують усі аспекти впливу війни на цивільне населення. У цьому контексті існує гостра необхідність надати систематизоване та глибоке розуміння впливу факторів війни на цивільне населення України. Подальші дослідження в цьому напрямі будуть спрямовані на комплексний підхід з підбору, аргументації, розробки ефективних стратегій медико-соціальної підтримки, психологічного консультування та створення умов соціальної адаптації цивільного населення, яке переживає воєнні конфлікти.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. 2022 MSNA bulletin: Ukraine (February 2023). <https://reliefweb.int/report/ukraine/2022-msna-bulletin-ukraine-february-2023>.

2. 88% українців відчувають високий рівень стресу через війну. URL: [https://lb.ua/society/2023/05/05/554120\\_88\\_](https://lb.ua/society/2023/05/05/554120_88_).

3. Barnhill, J. W. (Ed.). (2018). Approach to the psychiatric patient: Case-based essays. American Psychiatric Pub.
4. Gradus Research в рамках проекту «Градус суспільства під час війни»: <https://gradus.app/uk/open-reports/wartime-survey-ukrainian-society-eighth-wave/>.
5. Habib Yaribeygi, Yunes Panahi, Hedayat Sahraei, Thomas P. Johnston, and Amirhossein Sahebkar. "The impact of stress on body function: A review.
6. Кресан О. Психологічні особливості реагування особистості на стрес війни. Проблеми психології діяльності в особливих умовах: матеріали конференції. Черкаси: Третьяков О. М., 2023. С. 192–194.

**УДК 681.3(0.75)**

### **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ПРОГРАМНИМ ПАКЕТОМ MATHCAD**

*Тарас ГЕМБАРА, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

У навчальних дисциплінах прикладного математичного змісту, статистичному аналізі, математичному моделюванні тощо, сучасне навчально-методичне забезпечення передбачає використання програмних продуктів. Важливою задачею в цих дисциплінах є встановлення між залежними величинами математичних функціональних залежностей. Для математичного моделювання функціональних залежностей поліномами використали програмну систему Mathcad, яка відноситься до систем комп'ютерної алгебри і доступна у безкоштовній версії, а її перевагою є те, що вона практично не вимагає навичок програмування. В розробленій програмі апроксимували матрично задані значення невідомої функції сезонної залежності (по місяцях року) кількості пожеж методом найменших квадратів поліномами 1, 2, 3 та 4 степенів. На рис.1 у вузлових точках представлено розрахункові дані сезонної залежності, при тому це можуть бути як прості дані однократного циклу спостережень, так і багатократних циклів (статистично оброблені). Для отримання модельних залежностей використали алгоритм методу найменших квадратів [1]. При цьому для поліномів 1 – 4 степенів знайшли їх коефіцієнти шляхом розв'язку систем лінійних рівнянь – відповідно кількість рівнянь в системах була від двох до п'яти. Для поліномів 1 і 2 степеня коефіцієнти визначали за допомогою функції regress, для полінома 3-го степеня за допомогою функції linfit, і 4-го степеня за допомогою функції integp. Побудовано суміщені графіки заданих вузлів та всіх поліномів, а для дисперсійної оцінки - графік суми квадратів відхилень поліномів у всіх вузлах залежно від їх степеня. Зручною особливістю Mathcad є можливість матричного представлення систем рівнянь, а саме розрахункових формул коефіцієнтів та вільних членів (1), та результатів їх обчислення у матричному вигляді. У наступних формулах:  $C4$  – матриця коефіцієнтів. а  $b4$  – вільних членів.

$$C4 := \begin{bmatrix} m & \sum_{i=0}^{m-1} x_i & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^2 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^3 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^4 \\ \sum_{i=0}^{m-1} x_i & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^2 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^3 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^4 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^5 \\ \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^2 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^3 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^4 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^5 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^6 \\ \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^3 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^4 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^5 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^6 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^7 \\ \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^4 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^5 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^6 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^7 & \sum_{i=0}^{m-1} (x_i)^8 \end{bmatrix} \quad b4 := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{m-1} y_i \\ \sum_{i=0}^{m-1} (y_i \cdot x_i) \\ \sum_{i=0}^{m-1} [y_i \cdot (x_i)^2] \\ \sum_{i=0}^{m-1} [y_i \cdot (x_i)^3] \\ \sum_{i=0}^{m-1} [y_i \cdot (x_i)^4] \end{bmatrix} \quad (1)$$

З лістингу виконаної програми отримали результати за формулами (1):

$$C4 = \begin{pmatrix} 12 & 78 & 650 & 6.084 \times 10^3 & 6.071 \times 10^4 \\ 78 & 650 & 6.084 \times 10^3 & 6.071 \times 10^4 & 6.307 \times 10^5 \\ 650 & 6.084 \times 10^3 & 6.071 \times 10^4 & 6.307 \times 10^5 & 6.736 \times 10^6 \\ 6.084 \times 10^3 & 6.071 \times 10^4 & 6.307 \times 10^5 & 6.736 \times 10^6 & 7.34 \times 10^7 \\ 6.071 \times 10^4 & 6.307 \times 10^5 & 6.736 \times 10^6 & 7.34 \times 10^7 & 8.121 \times 10^8 \end{pmatrix} \quad b4 = \begin{pmatrix} 88 \\ 632 \\ 4.99 \times 10^3 \\ 4.182 \times 10^4 \\ 3.668 \times 10^5 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Графіки поліноміальних залежностей P11-P41 (1-4 степенів) та дисперсії представлено на рис. 1:

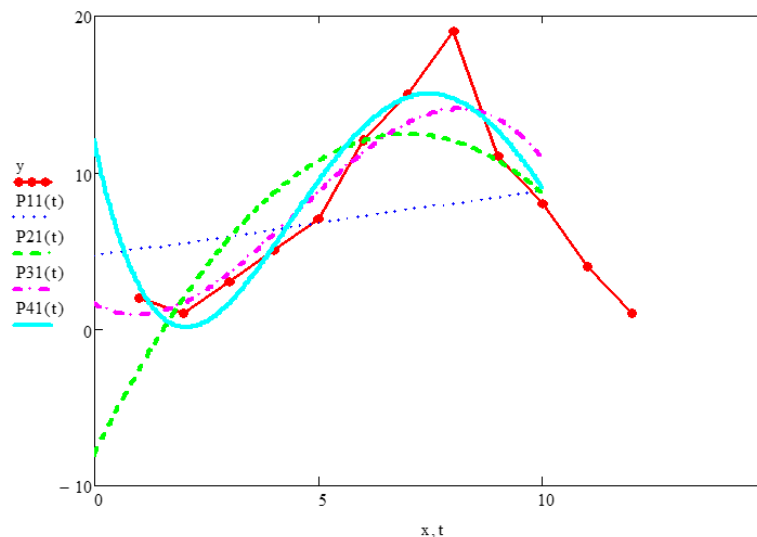


Рис.1. Вузлові точки даних спостережень та апроксимаційні залежності

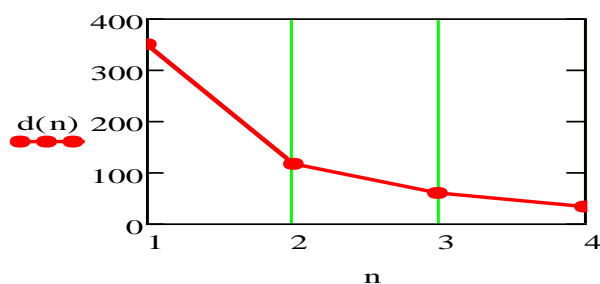


Рис. 2. Дисперсійний аналіз: n-ступінь полінома, d(n)-дисперсія

Аналіз результатів на рис. 2. показує, що найкраща модель залежності – поліном 4-го степеня.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гембара Т.В. Системний аналіз і моделювання: Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт. – Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. Львів, 2020 р. – 29 с.

### ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ У КРАЇНАХ ЄВРОСОЮЗУ

*Антоніна ДМИТРИЄВА, студентка факультету оперативно-рятувальних сил,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Підготовка газодимозахисників в країнах Євросоюзу є важливою складовою системи забезпечення безпеки рятувальників. Адже завдання рятувальника – це гасіння пожеж, проведення рятувальних робіт, захист населення та довкілля від небезпеки виникнення пожеж, ліквідація аварій зі шкідливими викидами газів та диму. Країни Євросоюзу мають великий досвід у підготовці газодимозахисників.

Польща - країна, що приділяє особливу увагу газодимозахисту. Підготовка пожежників у Польщі відбувається за спеціалізованими навчальними програмами, які проводяться на базі пожежно-рятувальних академій або центрів. Навчальні курси включають як теоретичну, так і практичну підготовку з пожежної безпеки, рятувальних операцій та медичної допомоги. Учасники отримують знання про види хімічних загроз, методи захисту від них, знання про принципи пожежної безпеки, пожежних інструментів, тактику гасіння пожеж, рятувальні операції під час аварійних ситуацій, а також навички роботи з газовими детекторами. Тренування проводяться в умовах, які максимально наближені до реальних ситуацій екстреного реагування.

Після успішного завершення навчання пожежник отримує сертифікат, який дозволяє йому працювати на посаді пожежника в пожежно-рятувальних службах. Така система навчання дозволяє забезпечити високий рівень професіоналізму та ефективності дій пожежників у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

В Німеччині підготовка газодимозахисників є важливою складовою системи пожежно-рятувальних служб.

Існують основні особливості підготовки газодимозахисників в Німеччині: спеціалізована програма навчання, вправи у спеціальних умовах, постійна підготовка та спеціалізоване обладнання.

Газодимозахисники проходять спеціальну програму навчання, яка включає теоретичні заняття з хімії, фізики газів, технології захисту від отруйних речовин, а також практичну підготовку з використання спеціального обладнання для захисту від газів та диму. Також газодимозахисники проходять тренування у спеціальних

*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

умовах, таких як симуляція пожеж та викиду газів, щоб навчитися ефективно працювати в небезпечних середовищах. Майбутні рятувальники регулярно проходять перевірки знань та навичок, а також тренування для підтримання високого рівня готовності до дій у разі надзвичайних ситуацій. Пожежники мають доступ до спеціалізованого обладнання, такого як захисні костюми, маски, респіратори та інше, що дозволяє їм працювати в умовах великої концентрації отруйних речовин.

У цілому, підготовка газодимозахисників в Німеччині спрямована на забезпечення їх безпеки та ефективності дій у небезпечних умовах, а також на максимальне зменшення ризиків для життя та здоров'я людей під час надзвичайних ситуацій.

Підготовка пожежників у Франції також є досить ретельною та професійною. Ось деякі особливості цього процесу:

**Навчання.** У Франції для становлення пожежника необхідно пройти спеціалізовану підготовку, яка включає теоретичні заняття, практичні вправи та стажування на пожежних ділянках. Навчальні програми розроблені таким чином, щоб надати студентам необхідні знання та навички для ефективного реагування на пожежні та аварійні ситуації.

**Сертифікація.** Пожежники у Франції отримують сертифікати, які підтверджують їх кваліфікацію та готовність працювати у небезпечних умовах. Ці сертифікати є обов'язковими для виконання професійних обов'язків.

**Професійна етика.** У французькому пожежному корпусі великий акцент покладається на професійну етику та взаємодію з громадськістю. Пожежники навчені сприймати свою роботу як службу громадянам та дотримуватися високих стандартів поведінки.

**Спеціалізація.** У Франції пожежники можуть пройти спеціалізовану підготовку в різних напрямках, таких як газодимозахист, технічна рятувальна служба, медична допомога тощо.

У цілому, пожежники у Франції проходять комплексну та систематичну підготовку, яка дозволяє їм ефективно реагувати на небезпечні ситуації та забезпечувати безпеку громадян.

Якщо порівнювати підготовку газодимозахисників в Україні та країнах Євросоюзу, можна помітити як свої відмінності, так і спільні риси:

1. Стандартизація та регулювання: У країнах Євросоюзу часто існує єдина стандартизована система навчання та сертифікації для газодимозахисників, яка дозволяє забезпечити високий рівень підготовки. Україна також працює над стандартизацією та удосконаленням системи підготовки, але цей процес може бути менш розвиненим порівняно з країнами Євросоюзу.

2. Обладнання та технології: Країни Євросоюзу часто мають доступ до передових технологій та спеціалізованого обладнання для газодимозахисту, що дозволяє підготовленому персоналу ефективно працювати в небезпечних умовах. Україна також розвиває свої технології та обладнання, але може мати обмеження у доступі до передових розробок.

3. Міжнародна співпраця: Країни Євросоюзу часто співпрацюють між собою у сфері пожежно-рятувального захисту та обмінюються досвідом у питаннях підготовки газодимозахисників. Україна також може брати участь у міжнародних програмах співпраці, що сприятиме покращенню якості навчання.

Тому, хоча й існує різниця у підготовці газодимозахисників в Україні та країнах Євросоюзу, проте усі якісно працюють над покращенням системи навчання та сертифікації з метою забезпечення безпеки та ефективності дій при гасінні пожеж та рятуванні особового складу.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Державна служба України з надзвичайних ситуацій <https://dsns.gov.ua/>.
2. gov.pl Сайт Республіки Польща <https://www.gov.pl/web/ua> Training.



**УДК 342.95:331.45**

## **ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ДСНС УКРАЇНИ**

*Іван ІЩЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Забезпечення умов та безпеки праці, їх стан та покращення – самостійна і важлива задача соціальної політики будь-якої сучасної промислово розвинутої держави, яку вирішує така невід’ємна складова безпеки життєдіяльності, як охорони праці так і техногенної, пожежної безпеки.

Сьогодні в нелегкий для нашої держави час, військової агресії, від безпечності технології і обладнання, технічно грамотної їх експлуатації, своєчасно прийнятого, часто єдиного правильного рішення залежать безпека, здоров’я і навіть життя іноді великої кількості людей.

Головним органом у системі ДСНС України, що забезпечує своєчасне здійснення заходів щодо організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці працівників є відповідні органи з охорони праці та безпеки життєдіяльності ДСНС України. У межах своїх повноважень вони самостійно і через підпорядковані служби з охорони праці органів і підрозділів ДСНС України проводить роботу щодо виконання вимог законодавства України та інших нормативно-правових актів з безпеки праці, контролює їх виконання. Здійснює у межах визначених повноважень організаційно-розпорядчі та консультативно-дорадчі функції.

Здатність забезпечити відповідні вимоги безпеки на інфраструктурному і організаційному рівні можуть тільки фахівці з відповідним рівнем підготовки у цій сфері. Okремо слід підкреслити актуальність і важливість формування у здобувачів вищої освіти навчальних закладів ДСНС компетенції у сфері цивільного захисту в умовах зростання соціально-політичної напруженості в окремих країнах, регіонах та в цілому світі, загострення військових конфліктів, конфліктів на економічному, політичному, релігійному, національному ґрунті тощо.

Система управління охороною праці у підрозділах ДСНС — частина загальної системи управління виробництвом, яка сприяє запобіганню нещасним випадкам та професійним захворюванням на виробництві, а також небезпеці для третіх осіб, що виникають у процесі виробничої діяльності, і включає в себе комплекс взаємопов’язаних заходів на виконання вимог законодавчих та нормативно-правових актів з промислової безпеки та охорони праці.

Управління охороною праці – це організаційно-розпорядча та контролююча діяльність у сфері охорони праці керівництва та структурних підрозділів (служб) відповідного рівня. Прийняття рішень проводиться на підставі аналізу та порівняння інформації про фактичний стан безпеки та умов праці на робочих місцях працівників департаментів, структурних підрозділів, підпорядкованих підприємств відносно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці.

Основні принципи функціонування системи управління охороною праці в ДСНС є:

- нерозривний зв’язок робочого процесу із заходами щодо поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- додержання працівниками виконавчої, трудової та технологічної дисципліни;
- координація діяльності всіх суб’єктів управління з метою виконання поставлених завдань і реалізації заходів щодо забезпечення безпечних і здорових умов праці;

- зацікавленість працівників у підвищенні рівня безпеки та поліпшенні умов праці.

Якщо в підпорядкованих структурних підрозділах і підприємствах очікується впровадження нових технологій, робіт, процесів, напрямків діяльності, то має здійснюватися орієнтовний прогноз їх небезпечності (ризик), що також має враховуватися у визначенні цієї науково-технічної політики.

Пріоритетність має надаватися організаційним, технічним і технологічним діям, які здатні суттєво вплинути на усунення аварійності, травмонебезпечності, поліпшення умов і безпеки праці, зниження рівня професійних ризиків, та відзначаються реальністю досягнення позитивного результату з урахуванням технічних і фінансових можливостей.

Завдання, які виходять із науково-технічної політики і реалізуються через конкретні заходи у галузевій програмі поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, пропозиціях до відповідної загальнодержавної програми, за можливості, повинні мати кількісний вираз (наприклад, зниження на ... % або до встановленого значення частоти та/або тяжкості травматизму, кількості профзахворювань, професійних ризиків, чисельності працюючих у шкідливих умовах праці тощо) для створення можливості подальшого контролю за їх виконанням та оцінювання ефективності реалізованих заходів.

Тому вивчення поняття, правових норм, вимог і правил, а також комплексу організаційних, технічних і спеціальних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в трудовому процесі, для захисту населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від наслідків надзвичайних ситуацій на сьогоднішній час є досить актуальним.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Закон України «Про охорону праці». Постанова КМУ від 14.10.1992 року №2695-XII (із змінами). К. : Алерта, 2023. – 32 с.
2. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці Підручник / За ред. М. П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2006. – 392 с.

**УДК 59.922.6+37.015.3**

### **ВИКОРИСТАННЯ АСПЕКТІВ ВІКОВОЇ ПСИХОЛОГІЇ ТА ПЕДАГОГІКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПРАЦІВНИКАМИ ДСНС УКРАЇНИ ПРОСВІТНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ**

*Віталій КАРАЩУК, Микола ГУМЕНЮК,  
Вище професійне училище Львівського державного університету  
безпеки життєдіяльності, м. Вінниця*

У вирві сучасних небезпек, які постійно наростають та ускладнюються фахівці ДСНС України покликані проводити інформаційно-роз'яснювальну (просвітницьку) роботу серед населення за різними віковими та соціальними групами. Сюди входять навчання, інформування, тренінги, дебати, зустрічі, гостьові лекції, семінари, практикуми тощо. Всі вони мають благородну мету — підвищити рівень обізнаності, сформувані правила безпечної поведінки та життєдіяльності, навчити особливостям реагування на прояви небезпек техногенного та пожежного характеру [1].

Важливою і вагомою нішею просвітницької діяльності для служб ДСНС України є здобувачі освіти шкільних та позашкільних закладів, які найбільше і найлегше піддаються навчанню та вихованню. Саме вони виступатимуть носіями інформації та зможуть її транслювати у колі рідних, близьких та друзів. Так, при

проведені просвітницької діяльності серед учнівської та студентської молоді у закладах освіти різного профілю слід спершу мати уявлення про психологічні аспекти сприйняття ними навчального матеріалу та інформації та ба більше - мати навички педагогічної її подачі навіть в інклюзивному середовищі. Якщо не приділити цьому належної уваги, то інформування буде мати низький коефіцієнт корисної дії, що призведе до виконання роботи «для галочки». Спробуємо з'ясувати деякі нюанси піднятої теми з використанням знань про вікові особливості та наведено педагогічні поради освітян.

Існує така думка: «Діти 6 років — це просто маленькі дорослі з якими слід говорити «по-дорослому», намагаючись донести до них важливу інформацію». І навпаки: «Досить часто вважають 16-річного підлітка дитиною, яка не має достатніх компетенцій самостійно досліджувати світ, виокремлювати плюси-мінуси, критично мислити». Педагоги єдині в думці, що кожен вік – окрема сходинка зі своїми можливостями й потребами, інтересами й бажаннями. Вкрай важливо враховувати це при підготовці до зустрічі, бо тільки тоді ми будемо цікавими, інформативними та корисними. Тому слід скористатися періодизацією розвитку індивідів шкільного віку, яка відома здавна і належить великому гуманісту, мислителю, основоположнику нової прогресивної педагогічної системи – Яну Коменському [2]. Якщо коротко прийти до тлумачення інших численних праць сучасних дослідників, то можна подати матеріал в лаконічній та доступній формі.

Діти молодшого шкільного віку (6–10 років) мають схильність швидко втрачати зосередженість, тому у просвітницькій діяльності слід пропонувати різні типи занять та активностей. Вони дуже люблять дискутувати, «добро і зло» сприймають крізь призму думки дорослих, тому слід чітко встановити правила поведінки і акцентувати послідовність дій. Теоретична зустріч має тривати до 15 хвилин (саме стільки часу корисно використовується при засвоєнні інформації), решту часу слід використати на ігрові та інтерактивні справи. Розмовляти з ними слід короткими реченнями й робити тривалі паузи.

В дітей середнього шкільного віку (10–15 років) головний мозок запускає процеси збудження, які переважають над процесами гальмування, тому вони емоційно нестійкі. Проте через рік-два стають спокійнішими, однак продовжують перейматися своєю зовнішністю та стосунками з оточенням. Інтелектуальний рівень наближається до розуму зрілої людини, з'являються уміння планувати майбутнє, всебічно аналізувати проблеми, бачити себе з позиції інших людей. Тут слід приділити значення тону голосу, мови тіла та поведінку. Підтримуємо зоровий контакт і хвалимо їх навіть за незначні досягнення. Не допускається кричати й залякувати. Доречними залишаються ігрові форми.

У дітей старшого шкільного віку (15–18 років) інтенсивно реалізуються та розвиваються всі ті емоції, які закладені ще від народження. У них з'являються більш стійкі почуття, а переживання стають глибшими, розвиваються естетичні почуття, здатність помічати красу в навколишньому світі. Варто відмітити, що вони чекають точних, однозначних відповідей і не схильні миритися з розбіжностями. Діти старшого шкільного віку люблять аналізувати складні концепції, тому слід використовувати такі формати навчання, де залучається критичне мислення (наприклад квести). Активно включаються в дискусії тому слід проводити заняття у формі обговорення, дебатів, але не забувати чітко контролюючи концепції, що необхідно донести. До цієї групи відносимо учнів та студентів позашкільних закладів освіти так, як методики проведення уроку (заходу) за віковими особливостями подібні.

Додатково при підготовці до уроку (заходу) слід врахувати наступні бажання «сучасних» учнів та студентів:

- 1) хочуть сприймати те, у чому бачать для себе практичний сенс;
- 2) хочуть бути візуально перестимульованими, сприймати інформацію на зір, а не на слух;

3) потребують різних активностей та ігрових завдань [3].

Отже, при проведенні уроку (заходу) слід спочатку отримати довіру здобувачів освіти через створення відчуття безпеки, далі слід залучити їх емоційно і тоді аж приступати до проведення уроку-зустрічі. Дотримання усіх рекомендацій дозволить ефективно провести захід, сформувавши додаткову довіру до служби ДСНС України та правильно скоригувати правила безпечної поведінки та життєдіяльності, навчити особливостям реагування на прояви небезпек техногенного та пожежного характеру.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Офіційний вебпортал (вебсайт) Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Режим доступу: <https://dsns.gov.ua>.

2. Кузьмінська Ю. Ян Амос Коменський – основоположник нової прогресивної педагогічної системи, великий гуманіст і мислитель / Ю. Кузьмінська // Педагогічний часопис Волині. – 2016. – № 2. – С. 34-40. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pchv\\_2016\\_2\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pchv_2016_2_9).

3. Токарева Н.М. Основи вікової психології : навчально-методичний посібник / Н. М. Токарева, А. В. Шамне – Кривий Ріг, 2013 – 283 с.

**УДК 37:001.895**

### **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТРЕНІНГОВОГО НАВЧАННЯ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ДСНС УКРАЇНИ**

*Василь КРИШТАЛЬ, канд. техн. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Виклики сьогодення ставлять нові завдання перед науково-педагогічними працівниками закладів вищої освіти щодо професійної підготовки майбутніх фахівців служби ДСНС України, що актуалізує пошук та впровадження інноваційних методів і технологій навчання, зокрема – технології тренінгового навчання.

У сучасній педагогічній науці поняття «тренінг» переважно вживається для позначення процесу тренування, у результаті якого відбувається формування умінь і навичок ефективної поведінки в умовах, максимально наближених до майбутньої професійної діяльності; форми активного навчання, метою якого є, насамперед, передача відповідних знань, а також розвиток професійно необхідних умінь та навичок; а також методу формування soft skills в учасників освітнього процесу й пошуку інноваційних способів вирішення професійних проблем.

Загальна мета тренінгу полягає у підвищенні професійної та соціально-психологічної компетентності, розвитку особистісних та професійно значущих якостей майбутніх фахівців ДСНС України. У процесі проведення тренінгу важливо дотримуватися принципу максимальної активності. Кожен учасник повинен долучатися до запропонованих вправ, обговорень, підбиття підсумків тощо. Активність викладача під час тренінгу має більше значення, ніж класичне ознайомлення з інформацією, оскільки сприяє кращому засвоєнню умінь і навичок. При цьому, як наголошує Л. Рябуха [1], необхідно враховувати професійно орієнтованість отриманих знань у практичній діяльності.

Традиційно виділяють такі етапи проведення тренінгів:

1) початковий етап, основними завданнями якого є створення сприятливої психологічної атмосфери, напрацювання правил роботи групи, організація зворотного зв'язку та створення умов для рефлексії;

2) основний етап, у процесі якого відбувається актуалізація наявних знань і надання нового інформаційного матеріалу з відповідного питання, розгляд, аналіз і

*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

моделювання конкретних професійно орієнтованих ситуацій, проведення тренінгових процедур, спрямованих на удосконалення умінь, навичок, формування необхідних компетентностей;

3) підсумковий етап, основними завданнями якого є підбиття підсумків щодо проведеного заняття, обмін враженнями, оцінка нових знань і набутого досвіду та аналіз налаштованості учасників на їхнє безпосереднє використання у практичному житті і професійній діяльності.

Технологія тренінгового навчання передбачає наявність чітко визначених компонентів: тренінгова група; спеціально обладнане приміщення та приладдя для тренінгу; тренер (викладач); правила роботи у групі, а також інструктаж з техніки безпеки; атмосфера взаємодії та спілкування; інтерактивні методи навчання; структура тренінгового заняття; оцінювання ефективності тренінгу, рефлексія. Ефективне проведення тренінгового заняття передбачає належну підготовку викладача, що включає визначення змістового наповнення заняття, складання загального плану і етапів реалізації, визначення видів і послідовність проведення конкретних тренінгових процедур. Викладач також повинен:

- діагностувати цілі навчання, виховання та особистісного розвитку;
- досконало володіти змістом навчальної дисципліни;
- моделювати професійну діяльність майбутнього фахівця в умовах професійного навчання;
- визначати й цілісно прогнозувати структуру навчального процесу;
- організовувати самостійну та самоосвітню роботу майбутніх фахівців;
- розробляти опорні конспекти та структурно-логічні схеми для ефективної побудови лекцій;
- створювати принципово нові різновиди наочних засобів (раціональної наочності);
- вільно володіти методами навчання;
- вміти диференціювати групову роботу або індивідуальні заняття з використанням ІКТ тощо.

Застосування технології тренінгового навчання майбутніх фахівців ДСНС України активно відбувається в Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля на прикладі занять на тренажерах «Вогневий модуль», що функціонує на базі інституту з 2020 року відповідно до Проєкту «Регіональні тренінгові центри порятунку – підтримка системи підготовки ДПО та професійних аварійних служб в Україні» та «Багатомодульний тренажер контейнерного типу («Зимовий»)» з 2023 року, Проєкт «Регіональні тренінгові центри порятунку – підтримка системи підготовки добровільної пожежної охорони та професійних аварійних служб в Україні – частина II». Такі тренінги проводяться у процесі вивчення навчальної дисципліни «Організація аварійно-рятувальних робіт», а також низки професійно орієнтованих дисциплін та занять із підвищення кваліфікації офіцерів служби.



Рис. Проведення тренінгів на тренажері «Багатомодульний тренажер контейнерного типу»

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Інноваційні технології навчання в умовах модернізації сучасної освіти: монографія / за наук. ред. д. пед. н., проф. Л.З. Ребухи. Тернопіль: ЗУНУ, 2022. 143 с.

**УДК 371.13**

**ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ**

*Павло ЛЕВЧЕНКО, курсант факультету цивільного захисту,  
Олександр ЧЕРНЕНКО, канд. мед. наук, доцент кафедри ОЗЦЗ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Наслідки виникнення надзвичайних ситуацій у закладах освіти, де перебуває велика кількість людей, можуть бути набагато гіршими і масштабнішими ніж на інших об'єктах. Тому забезпечення закладів від виникнення небезпечних впливів надзвичайних ситуацій має бути пріоритетним завданням їх керівництва. До основних завдань щодо забезпечення цивільного захисту в закладах належать:

- забезпечення виконання заходів у сфері цивільного захисту;
- забезпечення відповідно до законодавства своїх працівників засобами колективного та індивідуального захисту в тому числі індивідуальними аптечками;
- здійснення заходів цивільного захисту, що зменшують рівень ризику виникнення надзвичайних ситуацій;
- розміщення інформації про заходи безпеки та відповідну поведінку персоналу, курсантів (студентів, слухачів) у разі виникнення найбільш ймовірних надзвичайних ситуацій;
- навчання персоналу, курсантів (студентів, слухачів) діям у надзвичайних ситуаціях;
- проведення об'єктових тренувань і навчань з питань цивільного захисту;
- організація та здійснення під час виникнення надзвичайних ситуацій евакуаційних заходів щодо курсантів (студентів, слухачів) працівників та майна;
- створення об'єктових формувань цивільного захисту, необхідної для їх функціонування матеріально-технічної бази і забезпечення готовності таких формувань до дій за призначенням;
- дотримання протиепідемічного режиму у зв'язку з пандемією COVID – 19;
- утримання у справному стані засобів цивільного та протипожежного захисту, недопущення їх використання не за призначенням [1].

Навчання працівників закладу освіти діям у надзвичайних ситуаціях є обов'язковим і здійснюється в робочий час за програмами підготовки населення діям у надзвичайних ситуаціях, а також під час проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту. Навчання курсантів (студентів, слухачів) діям у надзвичайних ситуаціях є також обов'язковим і здійснюється під час освітнього процесу, зазначені види навчання здійснюються за рахунок коштів, передбачених на фінансування закладів освіти.

Підготовка працівників закладів до дій у надзвичайних ситуаціях передбачає:

- за програмою загальної підготовки працівників закладів – вивчення інформації, що міститься у планах реагування на надзвичайні ситуації (інструкція щодо дій персоналу в разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій), про дії в умовах загрози і виникнення надзвичайної ситуації, а також оволодіння навичками надання домедичної допомоги потерпілим, користування засобами індивідуального і колективного захисту в тому числі індивідуальними аптечками;
- за програмою спеціальної підготовки працівників, що входять до складу спеціалізованих служб і формувань цивільного захисту, – ознайомлення з

обов'язками, навичками користування та матеріальною частиною техніки, приладів і табельного майна таких служб і формувань, засобами захисту, вивчення порядку приведення їх у готовність, проведення рятувальних та інших невідкладних робіт;

- за програмою прискореної підготовки працівників до дій в особливий період – навчання способам захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, спричинених застосуванням засобів ураження в особливий період, що здійснюється закладами, які продовжують роботу у воєнний час, і розпочинається одночасно з уведенням в дію планів цивільного захисту на особливий період [2].

Навчання працівників закладу здійснюється шляхом:

- курсового навчання, що передбачає формування навчальних груп і здійснюється в навчальних класах;

- індивідуального навчання, що передбачає вивчення теоретичного матеріалу самостійно та у формі консультацій з керівниками навчальних груп або іншими особами.

У разі прийняття на роботу, особа проходить інструктаж з питань цивільного захисту, пожежної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях за місцем роботи. Інструктаж та перевірка знань проводяться у порядку, визначеному самим закладом на основі вимог нормативно-правових актів у сфері цивільного захисту.

Особливу увагу слід приділяти практичній підготовці. Практична підготовка – це спеціальні об'єктові навчання і тренування з питань цивільного захисту, що проводяться суб'єктами господарювання відповідно до планів реагування на надзвичайні ситуації, планів локалізації і ліквідації наслідків аварій на об'єктах підвищеної небезпеки та планів цивільного захисту на особливий період, затверджених в установленому законодавством порядку.

Спеціальні об'єктові навчання і тренування з питань цивільного захисту проводяться у робочий час за рахунок коштів роботодавця та залежно від складу учасників поділяються на:

- комплексні об'єктові навчання (тренування);
- об'єктові тренування спеціалізованих служб і формувань цивільного захисту;
- протипожежні та протиаварійні об'єктові тренування і навчальні тривоги.

Такі навчання та тренування є основною і найбільш ефективною формою всебічної підготовки, вдосконалення знань, умінь та навичок формувань і персоналу закладів у сфері захисту від надзвичайних ситуацій [3].

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кодекс цивільного захисту України. Навчання працюючого населення. Ст. 40.
2. Закон України «Про охорону праці».
3. Гуревич, Р. С. Теорія і практика навчання в професійно технічних закладах: Монографія / 4. С. Гуревич. – Вінниця: ТОВ «Планер», 2009. – 410 с.

**УДК 378.147:614.84**

#### **РЕАЛІЗАЦІЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ В УМОВАХ ЗВО ДСНС УКРАЇНИ**

*Лариса МАЛАДИКА, канд. пед. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Характерною рисою сьогодення є глобальна інформатизація. Активний розвиток інформаційного суспільства спричинив зростання ролі інформаційно-комунікаційних технологій у всіх сферах життя, в тому числі в науці та освіті. Інформаційні технології є важливим інструментом покращення якості освітніх послуг,

оскільки дозволяють необмежено розширити доступ до інформації. Розвиток інформаційних телекомунікаційних мереж сприяє поширенню нової системи навчання – дистанційної.

Інформаційно-освітнє середовище дистанційного навчання є системно організованою сукупністю традиційних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, засобів діалогу та передачі даних, протоколів взаємодії, систем мультимедіа, інформаційних і телекомунікаційних технологій, інформаційних ресурсів, системного апаратно-програмного та організаційного-методичного забезпечення, орієнтованою на задоволення освітніх потреб користувачів дистанційної освіти [1].

Методичною особливістю дистанційного навчання є те, що засвоєння знань, умінь та навичок, передбачених навчальними програмами, здійснюється не в традиційній формі навчання (лекція, семінари тощо), а шляхом самостійної роботи здобувачів за допомогою різних технічних засобів та носіїв інформації [2].

Досвід активного впровадження в Черкаському інституті пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України елементів дистанційної освіти, забезпечення якості освітньої діяльності за таких умов свідчить про необхідність одночасного використання дидактико-технологічних і веб-технологічних парадигм.

Під час впровадження дистанційного навчання використовують наступні основні елементи:

- дистанційні курси,
- веб-сторінки та сайти,
- форуми та чати,
- електронна пошта,
- відеоконференції,
- віртуальні класні кімнати та ін.

Цей процес не повинен бути частковим та безсистемним. Викладання навчальної дисципліни має супроводжуватися автоматизацією методичного та навчального матеріалу. Ефект та якість будуть досягненні за умови застосування в кожному окремому випадку оптимального поєднання традиційних та інноваційних методик. Розвиток дистанційного навчання передбачає інтенсивне забезпечення інтерактивності навчальних курсів як базових елементів дистанційної дидактичної системи [3].

Однією з головних переваг дистанційного навчання є його гнучкість. Здобувачі можуть самостійно обирати темп та режим роботи у будь-який час і з будь-якого місця. Персоналізований навчальний процес враховує різні графіки та зобов'язання. Онлайн-класи включають інтерактивні навчальні інструменти та індивідуальне оцінювання, пристосоване до різних стилів навчання. Участь у віртуальних групових проектах і дискусіях сприяє розвитку навичок роботи в команді та комунікації.

Водночас ми можемо виокремити деякі недоліки дистанційного навчання. Зокрема, обмежена соціальна взаємодія може створювати додаткові проблеми у розвитку міжособистісного спілкування. Такий формат навчання вимагає високого рівня власної мотивації та самодисципліни. Також є необхідність у постійному доступі до надійного інтернет-з'єднання та технологічного обладнання. Слід зазначити, що дистанційна форма навчання передбачає тривалий та ґрунтовний попередній етап підготовки і проектування безпосередньо викладачем.

Аналіз досвіду функціонування дистанційної форми навчання та впровадження окремих дистанційних технологій в освітній процес свідчить про перспективність цього напрямку для розвитку сучасної освіти.

Удосконалення системи дистанційного навчання передбачає:

- активне впровадження в навчальний процес комп'ютерної і аудіо-візуальної техніки;
- необхідність оснащення навчальних закладів сучасним комп'ютерним і телекомунікаційним обладнанням;



- упровадження інформаційних і комунікаційних технологій у навчальний процес і проведення наукових досліджень;
- забезпечення доступу до національних і світових інформаційних ресурсів;
- розроблення, впровадження та легалізацію програмного забезпечення;
- розвиток технологій дистанційного навчання і використання їх для запровадження в Україні системи навчання протягом усього життя тощо.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кремень В.Г. Освіта і наука України – інноваційні аспекти: Стратегія. Реалізація. Результати. – К. : Грамота, 2005. – 446с.
2. Козяр М. М. Віртуальний університет: навч.-метод. посібник / М. М. Козяр, О. Б. Зачко, Т. Є. Рак. – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2009. – 168 с.
3. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія / В. Ю. Биков. – К. : АТІКА, 2009. – 684 с.

**УДК 378:37.022**

### **ПРОБЛЕМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ В ПЕДАГОГІЧНИХ ТА ПСИХОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

*Микола ПЕЛИПЕНКО, канд. пед. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Загальновідомо, що наукові дослідження, зокрема і педагогічні та психологічні, розділяються на теоретичні та практичні, котрі називаються ще експериментальними, емпіричними, прикладними. Очевидно, що для організації останніх абсолютно необхідною умовою є використання математичного апарату, адекватного меті та особливостям дослідження, що проводиться.

Суть ролі математичної статистики в таких дослідженнях полягає в тому, що аналіз всіх об'єктів генеральної сукупності або просто неможливе, або не має сенсу з огляду на затрати часу, зусиль та ресурсів. Зазначені методи і допомагають – доводять коректність проведеного дослідження навіть за умови участі у ньому відносно невеликої частини генеральної сукупності – вибірки.

Важливість експерименту підкреслював Г. Г. Ващенко: «Експеримент дає можливість робити спостереження в такій кількості й протягом такого часу, як це потрібно для досконалого вивчення явища. ... В експерименті є змога розкласти явище на його складові елементи і вивчати кожен з них зокрема» [2, с. 123].

Тому ми погоджуємося з думкою Т. С. Шроля, що «Оснащеність наукового дослідження адекватними математичними методами, тобто рівень його математизації, свідчить про інноваційний характер певної наукової галузі в сучасних умовах» [6, с. 344].

Справедливим є і зауваження про посилення увагу до розробки моделей організації системи науково-дослідної роботи у закладах вищої освіти [4, с. 42].

Незважаючи на значущість проведення математичного аналізу результатів педагогічних та психологічних досліджень, багато дослідників стикаються з проблемами при його використанні та допускають помилки.

Науковці, які проаналізували захищені дисертаційні роботи з педагогіки та психології, зазначають, що деякі з них виконані без належного теоретичного і практичного обґрунтування отриманих експериментальних даних [3, с. 10].

Деталізуючи підняту проблему, можна констатувати, що на даному етапі дослідження найчастіше зустрічаються такі помилки, як переважання методів дослідження, які не забезпечують необхідної об'єктивності та достовірності

одержаних емпіричних даних, обробка даних із застосуванням маловірогідних методів або з некоректним застосуванням статистичних методів [3, с. 10], некоректне використання умовних позначень та одиниць вимірювання математичних величин, необ'єктивний вибір складу контрольної та експериментальної груп, недостатність пояснень сутності обраних критеріїв та показників, що використовуються в дослідженні [1, с. 70–71].

Аналізуючи наукові педагогічні та психологічні дослідження різних років, ми зробили висновок, що найчастіше використовуються такий статистичний інструментарій:

- спеціальні статистичні розподіли, які найчастіше використовують при моделюванні генеральних сукупностей (розподіли Стюдента, Пірсона та Фішера–Снедекора) [5, с. 155–161];
- статистичні критерії порівняння ознак (критерії Розенбаума, Манна–Вітні, тест для різниці середніх та інші) [5, с. 235–261];
- статистичні критерії розпізнавання зсувів (критерії Вілкоксона, Фрідмана тощо) [5, с. 262–282];
- статистичні критерії порівняння розподілів (критерії Фішера, Пірсона та інші) [5, с. 283–306].

Маємо додати до наведених вище прикладів помилок при використанні математичних методів в педагогічних та психологічних дослідженнях те, що, як показує наш досвід, значною проблемою є правильний та математично обґрунтований підбір перерахованих вище інструментальних засобів, зокрема некоректне їх використання відносно рекомендацій щодо їх застосування за тієї чи іншої кількості ознак, що порівнюються, кількості об'єктів дослідження тощо.

Таким чином, можна говорити про неготовність багатьох науковців до використання методів математичної статистики в своїх педагогічних та психологічних дослідженнях, причиною чого може бути і недостатній рівень відповідної підготовки, і недооцінка важливості цього виду аналізу власних результатів. В будь-якому випадку дана проблема заслуговує на увагу сучасних дослідників.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Акімова О. В. Статистичні методи в педагогічних дослідженнях / О. В. Акімова, Н. В. Захарченко // Інноваційна педагогіка. Розділ 3. Теорія і методика професійної освіти. – Одеса: Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій, 2020. – Випуск 20. – Т. 1. 2020. – С. 68-71. <https://doi.org/10.32843/2663-6085-2020-20-1-14>
2. Ващенко Г. Г. Загальні методи навчання. Підручник для педагогів. – К.: Всеукраїнське Педагогічне Товариство ім. Г. Ващенка, 1997. – 410 с.
3. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження. Методологічні поради молодим науковцям. – Київ; Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2008. – 278 с.
4. Малихіна В. М. Математичні та статистичні методи аналізу результату педагогічного дослідження / В. М. Малихіна // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки. – Луганськ, 2012. – № 22(2). – С. 42-49. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlup\\_2012\\_22\(2\)\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlup_2012_22(2)_8)
5. Математико-статистичні методи в соціології та психології: Навч. посіб. / А. Б. Телейко, Р. К. Чорней. – К.: МАУП, 2007. – 424 с. – Бібліогр.: с. 411–412.
6. Шроль Т. С. Теоретико-методологічні основи застосування математичних методів в педагогічних дослідженнях / Т. С. Шроль // Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Рівне: Рівненський державний гуманітарний університет, 2011. – Випуск 27'2011. – С. 344-349.

УДК 378.011.3-051:81'243]:001.89(043.3)

## СТРУКТУРНІ КОМПОНЕНТИ ГОТОВНОСТІ ДО НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

*Микола ПЕЛИПЕНКО, канд. пед. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В. В. Прошкін називає основними компонентами готовності до науково-дослідної діяльності ціннісно-мотиваційний, когнітивний (гностичний), операційний (діяльнісний) і рефлексивний. Автор додає, що ціннісно-мотиваційний компонент виступає своєрідною базою для реалізації інших і розглядається як сукупність мотивів особистості й найважливіша характеристика її придатності до наукової роботи, полягає в інтересі до пізнання, усвідомленні значущості знань про науково-дослідну діяльність, самостійності у виборі дослідницьких завдань та наполегливості у їх вирішенні. Цей компонент містить у собі потреби як джерела активності особистості; мотиви як причини вибору спрямованості діяльності, емоцій, прагнення; бажання й настанови як регулятори динаміки діяльності, а також характеризується наявністю особистісного сенсу в науково-дослідній діяльності, задоволеністю нею. Когнітивний компонент передбачає наявність знань із фахових дисциплін та методології організації наукового дослідження, досвіду безпосередньої науково-дослідної діяльності. Операційний спрямований на самостійне планування й реалізацію власної дослідницької діяльності, саморозвиток особистості і виражається в дослідницьких уміннях і навичках: бачення проблеми; її стислий й точний вираз; формулювання гіпотези; планування, збір, аналіз і синтез отриманих даних; побудова узагальнень і висновків; оформлення й презентація результатів наукового дослідження тощо. Рефлексивний містить в собі здатність до самоаналізу, об'єктивної самооцінки, готовність до подолання труднощів, виявлення й усунення їх причин [4, с. 114–115].

До подібних висновків приходять інші дослідники, які об'єднують в готовність учнівської молоді до науково-дослідницької діяльності когнітивний, мотиваційний, інформаційний, діяльнісний компоненти, професійно важливі особливості психічних процесів (пізнавальних та емоційно-вольових сфер) та професійно значущі особистісні властивості (темперамент, характер, здібності) [2].

М. О. Князян виділяє мотиваційно-ціннісний, когнітивний, процедурний і рефлексивний компоненти дослідницької діяльності, при цьому перший відображає інтереси здобувачів вищої освіти до наукового пошуку, а спрямування на пізнавально-творчі смислові орієнтири закладає стартову основу саморозвитку впродовж життя, когнітивний віддзеркалює наукові знання професійного характеру (теоретичні та прикладні), процедурний передбачає оволодіння дослідницькими вміннями, а рефлексивний містить самоконтроль дослідницької діяльності, внесення певних коректив у організацію наукового пошуку [3].

Ю. В. Баранова в структурі готовності майбутніх вчителів іноземних мов до науково-дослідної роботи нараховує три компоненти: ціннісно-мотиваційний (ціннісне ставлення та інтерес до іноземної мови, педагогічної та дослідницької діяльності, стійке прагнення працювати за обраною професією та професійно вдосконалюватися, здатність виявляти перспективи діяльності, ставити педагогічні цілі та задачі, реалізовувати їх у навчально-виховній роботі, відбирати та адекватно застосовувати педагогічні технології, засоби, прийоми); когнітивний (система професійно-дослідницьких знань і розумінь, на основі яких будується цілісна картина дійсності, що узагальнює та систематизує результати особистого досвіду науково-дослідної діяльності, коли формується стиль наукового мислення, який визначає характер науково-педагогічної творчості, прагнення студента шукати, отримувати, опрацьовувати інформацію і науково обґрунтовано застосовувати її в перетворенні дійсності); операційно-процесуальний (сукупність інтелектуальних вмінь, які необхідні

для вирішення дослідницьких завдань у педагогічній діяльності, застосуванні методів дослідження відповідно до норм і технологій наукової творчості) [1, с. 172].

Дослідження Султанової Л. Ю. з формування готовності студентів психолого-педагогічних факультетів до науково-дослідної діяльності дозволило виокремити її основні компоненти: мотиваційний (включає в себе потреби як джерела активності особистості, мотиви як причину вибору спрямованості діяльності, емоції, прагнення, бажання й настанови як регулятори динаміки діяльності); когнітивний (передбачає наявність теоретичних знань з фахових (психолого-педагогічних) дисциплін, знань про особливості науково-дослідної діяльності студентів, знань з організації науково-дослідної діяльності студентів психолого-педагогічних факультетів); операційний (передбачає наявність гностичних, проектувальних та організаційних умінь) [5].

Як бачимо, сучасні науковці однак, виокремлюючи в структурі готовності до науково-дослідницької діяльності здобувачів вищої освіти мотиваційний, когнітивний та операційний компоненти.

Узагальнено їх можна схарактеризувати так:

- мотиваційний – бажання, прагнення до інтелектуальної діяльності, здобуття нових знань, підготовки наукоємних матеріалів, місце науково-дослідницької діяльності в структурі цінностей особистості здобувача.

- когнітивний – фахові теоретичні знання і практичні уміння, розуміння методології організації наукового дослідження.

- операційний – загальні дослідницькі знання й уміння, планування, організація й реалізація дослідницької діяльності, саморозвиток особистості.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Баранова Ю. В. (2019). Формування у майбутніх вчителів іноземних мов готовності до науково-дослідної роботи: дис... канд. пед. наук. за спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти». 20 с.

2. Завалевський Ю., Горбенко С., Василенко І. (2023). Формування готовності учнівської молоді до науково-дослідницької діяльності в умовах STEM-освіти. Проблеми освіти. Випуск 2(99): 129–143. <https://doi.org/10.52256/2710-3986.2-99.2023.09>.

3. Князян М. О., Силантьєва В. І., Млинчик А. В. (2023). Дослідницька діяльність як метод формування у бакалаврів та магістрів філології готовності до застосування технологій мультимедіа. Актуальні питання у сучасній науці. № 1(7) 2023: 386–396. [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-1\(7\)-386-396](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-1(7)-386-396)

4. Прошкін В. В. (2011). Формування готовності майбутніх учителів до науково-дослідної роботи в процесі університетської підготовки. Наука і освіта. Випуск № 8. С. 114–118. [https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2011/8\\_2011/35.pdf](https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2011/8_2011/35.pdf).

5. Султанова Л. Ю. (2007). Формування готовності студентів психолого-педагогічних факультетів до науково-дослідної діяльності: автореф. дис... канд. пед. наук. за спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти». 20 с.

**УДК 378.1**

### **ДІАГНОСТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІЗ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЗВО ДСНС УКРАЇНИ**

*Микола ПЕЛИПЕНКО, канд. пед. наук, Ігор НОЖКО, канд. пед. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На сучасному етапі розвитку нашої держави перед фахівцями Державної служби України з надзвичайних ситуацій постають нові виклики – бути готовими до провадження дослідницької діяльності, винахідницької та раціоналізаторської роботи, підготовки молодих науковців.

*XV Міжнародна науково-практична конференція  
«Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій»*

Важливою умовою цього є, на наше глибоке переконання, формування у них дослідницької компетентності ще на етапі навчання в профільних ЗВО. Вивченню закономірностей формування цієї якості і присвячено дане дослідження, експериментальну стадію якого ми хочемо висвітлити.

Теоретичну частину дослідження було проведено та презентовано у кількох статтях та тезах доповідей науково-практичних конференцій, тому нами було організоване проведення його практичної складової, а саме педагогічного експерименту.

Таким чином, заплановано констатувальний та формувальний експерименти; відповідно до методик їх проведення [3, с. 27] було сформовано контрольну групу (КГ – 108 осіб) та експериментальну групу (ЕГ – 117 осіб).

У таблиці 1 представлено діагностичний інструментарій дослідження, який застосовувався з метою визначення рівня наукових знань, усвідомлення значимості дослідницької компетентності, виявлення умінь застосовувати наукові знання, здатності до дослідницької діяльності, рівня вмотивованості дослідницької діяльності майбутніх рятувальників.

Таблиця 1 – Діагностичний інструментарій дослідження

Компоненти дослідницької компетентності	Методика	Цілі застосування
Ціннісно-мотиваційний	Методика діагностики особистості на мотивацію до успіху Т. Елерса, методика «Ціннісні орієнтації» М. Рокича, методика «Розуміння цінностей», анкета «Вивчення мотивів навчальної діяльності», написання есе «Я і моя майбутня професія»	Визначення рівня вмотивованості дослідницької діяльності
Діяльнісний	Спостереження, аналіз «Портфоліо рятувальника»	Спрямований на виявлення умінь застосовувати наукові знання, здатність до дослідницької діяльності
Когнітивний	Анкетування, опитування, спостереження, бесіди, аналіз результатів навчальної діяльності здобувачів	Визначення рівня наукових знань, усвідомлення значимості дослідницької компетентності

Аналіз результатів констатувального та формувального експериментів здійснювався на основі емпіричних розподілів. Перевірка якісної однорідності досліджуваних груп проводилася за критерієм Вілкоксона [1, с. 46; 2, 241–245]. Порівняння середніх вибірових у досліджуваних групах проводилося за критерієм Стьюдента [2, с. 155–157]. Цей критерій дозволяє встановити значущість різниці середніх вибірових КГ та ЕГ, що і є показником ефективності упровадження в освітній процес педагогічних умов і моделі формування дослідницької компетентності.

В наступних публікаціях будуть висвітлені особливості, хід та результати проведення констатувального та формувального експериментів

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Малихіна В. М. Математичні та статистичні методи аналізу результату педагогічного дослідження / В. М. Малихіна // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки. – Луганськ, 2012. – № 22(2). – С. 42–49. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlup\\_2012\\_22\(2\)\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlup_2012_22(2)_8).
2. Математико-статистичні методи в соціології та психології : Навч. посіб. / А. Б. Телейко, Р. К. Чорней. – К. : МАУП, 2007. – 424 с. – Бібліогр. : с. 411–412.
3. Педагогічний експеримент : навч.-метод. посіб. / [укладач О. Е. Жосан]. – Кіровоград : Видавництво КОІППО імені Василя Сухомлинського, 2008. – 72 с.

УДК 624.012

### ДОСЛІДЖЕННЯ НАСТАННЯ ГРАНИЧНИХ СТАНІВ З ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПОРОЖНИСТОЇ ПЛИТИ

*Сергій ПОЗДЄЄВ, д-р техн. наук, професор,  
Станіслав СІДНЕЙ, канд. техн. наук, доцент,  
Ольга НЕКОРА, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,  
Ірина РУДЕШКО, Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент,  
Іван ІЩЕНКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Визначення фактичної межі вогнестійкості будівельної конструкції фіксується при настанні будь-якого граничного стану з вогнестійкості [1, 2]. У міжповерхових покриттях визначена класифікація за класами вогнестійкості з урахуванням настання граничних станів за втратою несучої здатності (R), цілісності (E) та теплоізолювальної спроможності (I) з метою недопущення критичних деформацій конструкції, поширення температури, токсичних продуктів згорання та диму під час пожежі.

Для проведення обчислювальних експериментів та з метою зменшення кількості скінченних елементів у скінченно-елементній сітці побудована геометрична модель  $\frac{1}{4}$  частини залізобетонної порожнистої плити (рис.1).

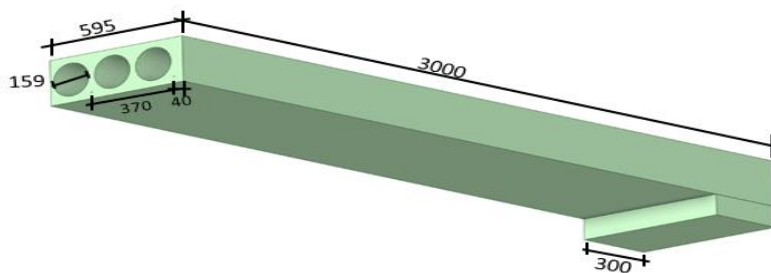


Рис. 1.  $\frac{1}{4}$  частини залізобетонної порожнистої плити у тривимірному просторі

Міцнісні та деформаційні властивості матеріалів за підвищених температур, теплофізичні та термомеханічні властивості бетону та арматури прийняти за рекомендаціями [24, 25].

Граничні умови щодо забезпечення теплообміну під час впливу стандартного температурного режиму пожежі на пустотну залізобетонну плиту прикладені за рекомендаціями [24, 25] та наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Параметри граничних умов

Параметри граничних умов теплотехнічної задачі	Одиниці виміру	Величина
Коефіцієнт конвекційного теплообміну на поверхні, що обігривається	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	25
Коефіцієнт конвекційного теплообміну на поверхні, що не обігривається	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	9
Ступінь чорноти	-	0.7
Постійна Стефана-Больцмана	Вт/(м <sup>2</sup> ·К <sup>4</sup> )	5.67·10 <sup>-8</sup>
Номинальний тепловий вплив за стандартним температурним режимом пожежі		$\theta_s = 345 \lg(8t + 1) + 20$

За результатами сумісного теплового та механічного впливу до залізобетонної порожнистої плити із налаштуванням граничної пластичної деформації бетону 2,5e-3 було отримано максимальний прогин 13,9 см (рис. 6). Крім цього на рис. 6 продемонстровано, що найбільшу кількість скінчених елементів було видалено у зоні плити, де виникає найбільший згинальний момент.

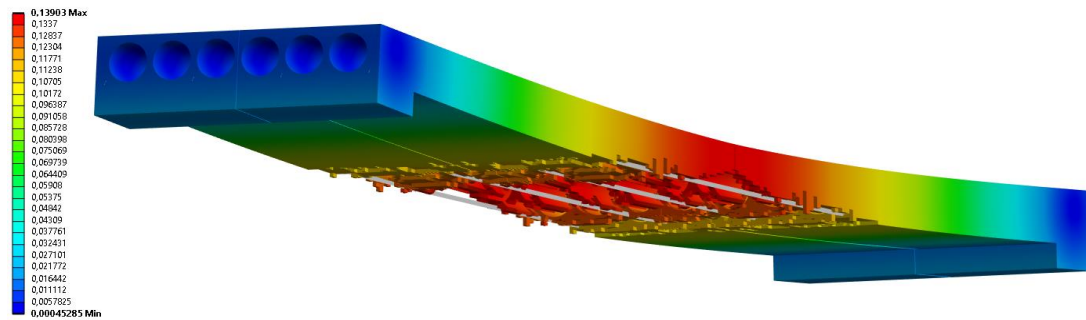


Рис. 2. Візуалізація результату сумісного тепломеханічного та статичного розрахунку залізобетонної порожнистої плити при видаленні скінчених елементів, що набули критичне значення пластичної деформації бетону

Отримані результати вказують, що настання граничного стану за втратою цілісності настає раніше, ніж за втратою несучої здатності на 678 с. Це створює загрози життю та здоров'ю людей до виникнення критичного прогину через проникнення диму, токсичних продуктів згорання та температури через утворені тріщини у конструкції.

Отже межа вогнестійкості досліджуваної залізобетонної порожнистої плити становить 40,83 хв та не відповідає класу вогнестійкості REI 45 за умови її навантаження 4 кПа.

За результатами обчислювальних досліджень поведінки залізобетонної порожнистої плити у умовах впливу стандартного температурного режиму пожежі за уточненим методом встановлено, що граничний стан з втрати цілісності настає першим на 2450 с. Ознак настання граничного стану втрати теплоізолювальної здатності на вказаний час не спостерігається.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
2. EN 1363-1:2020 (MAIN) Fire resistance tests - Part 1: General requirements.
3. BS EN 1992-1-1:2004+A1:2014 Eurocode 2: Design of concrete structures General rules and rules for buildings.
4. EN 1992-1-2:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design (European committee for standardization, Brussels, 2004).

**УДК 378:614.8**

**БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В ЗАКЛАДАХ ПРОФЕСІЙНОЇ  
(ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ) ОСВІТИ: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ**

*Віктор ПОКАЛЮК, канд. пед. наук, доцент, Тетяна БЕРНІКОВА, здобувач вищої освіти,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Відповідно до статті 41 Кодексу цивільного захисту України [2] культура безпеки життєдіяльності населення – це сукупність цінностей, стандартів, моральних норм і норм поведінки, спрямованих на підтримання самодисципліни як способу підвищення рівня безпеки.

Вперше термін «культура безпеки» було введено під час аналізу причин аварії на четвертому блоці Чорнобильської атомної електростанції.

Метою освіти з безпеки життєдіяльності є підготовка особи до активної участі в забезпеченні тривалого повноцінного життя в суспільстві, яке динамічно змінюється [1].

Мета освіти визначає її зміст. Зміст освіти визначається об'єктивними і суб'єктивними чинниками. Об'єктивними чинниками, що впливають на зміст освіти в галузі безпеки життєдіяльності, є зростаюче техногенне навантаження на людину і довкілля, підвищення рівня небезпек сучасного світу.

Суб'єктивним фактором, що впливає на зміст освіти, є державна система підтримки безпеки людини (Єдина державна система цивільного захисту, органи правопорядку, охорона праці, охорона здоров'я тощо).

Термін «Безпека життя і діяльності людини» як назва освітянського напрямку спочатку об'єднував три традиційні сфери: охорону праці, цивільну оборону і основи охорони довкілля. За останні роки цей напрям суттєво змінився – розширилася структура та поглибився рівень навчання [1].

Основними тенденціями в освіті з безпеки життєдіяльності є [1]:

- розширення тематики навчальних дисциплін, безпосередньо спрямованих на певні теми безпеки (від традиційних: охорона праці, цивільна оборона, безпека дорожнього руху тощо до: безпеки в побуті, екологічної безпеки, безпеки здоров'я, ергономіки та ін.);

- посилення інтеграційних процесів з гуманітарними та іншими дисциплінами і спеціальностями (наприклад, соціологія, психологія, суспільствознавство); введення ряду дисциплін (чи окремих тем) з безпеки життєдіяльності людини практично на всіх рівнях освіти, починаючи з початкової школи (безпека дорожнього руху, пожежна, радіаційна безпека);

- перехід від епізодичного до систематичного вивчення тематики з безпеки життєдіяльності людини упродовж всього терміну навчання в закладах освіти;

- суттєве збільшення фахівців, які залучаються до роботи над змістом, технологією, методами навчання з безпеки життєдіяльності людини, і які в переважній більшості не мають досвіду роботи над проблемою в цілому, а тільки над її окремими складовими; збільшення кількості кафедр, циклів та інших навчально-методичних структур, що безпосередньо забезпечують навчання з безпеки життєдіяльності людини.

Завданням професійної (професійно-технічної) освіти є подальше формування та розвиток в учнів культури безпеки з орієнтацією на обраний вид професійної діяльності. Освіта з безпеки життєдіяльності людини у професійних (професійно-технічних) навчальних закладах має дві взаємодоповнюючі складові: перша спрямована на поглиблення вже здобутих знань і є логічним продовженням шкільного курсу, друга має виражену професійну направленість [1].

Професійна компонента освіти з безпеки життєдіяльності людини обов'язково розглядається у базовому курсі з безпеки життєдіяльності шляхом поглибленого вивчення окремих тем, положень, причин виникнення небезпечних чинників, ситуацій,



подій, що характерні для даного професійного профілю. Базовий курс безпеки життєдіяльності людини доповнюється спеціальними професійними дисциплінами, що вирішують окремі проблеми безпеки людини, пов'язані з професією [1].

В ході навчання безпеки життєдіяльності у здобувачів освіти виникають складнощі, пов'язані з міждисциплінарною інтеграцією, адже зміст безпеки життєдіяльності тісно пов'язаний з навчальними дисциплінами гуманітарного, природничого, суспільного характеру, цивільною безпекою, військовою справою тощо. Дану особливість необхідно враховувати при формуванні змісту навчання та розробленні навчально-методичної документації.

Після здобуття професійно-технічної освіти для більшості випускників закінчується обов'язковий освітній етап, тому одним із завдань освіти є формування усвідомлення необхідності самоосвіти з безпеки життєдіяльності людини [1].

Реалізація в системі освіти програм безпеки життєдіяльності дозволить сформувати у випускників закладів освіти культуру безпечного життя, знання, вміння та професійні компетенції вирішувати типові завдання професійної діяльності з суворим дотримання вимог охорони праці, відповідальність за особисту безпеку та безпеку підлеглих в повсякденних умовах, в умовах надзвичайних ситуацій та в особливий період. Одним із основних завдань є формування у майбутніх фахівців усвідомлення необхідності самоосвіти з безпеки життєдіяльності людини.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Концепція освіти з напрямку «Безпека життя і діяльності людини». Інформаційний вісник Вища освіта / В. О. Кузнецов, В. В. Мухін, О. Ю. Буров та ін. – К.: Видавництво науково-методичного центру вищої освіти МОНУ, 2001. – № 6. – 22 с.
2. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403- VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
3. Наказ Міністерства освіти і науки України від 26.12.2017 № 1669 «Про затвердження Положення про організацію роботи з охорони праці та безпеки життєдіяльності учасників освітнього процесу в установах і закладах освіти». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0100-18>.
4. Наказ Міністерства освіти і науки України від 31.01.2019 № 97 «Про затвердження примірною тематичного плану та примірної програми навчання з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-primirnogo-tematichnogo-planu-ta-primirnoyi-programi-navchannya-z-pitan-ohoroni-praci-ta-bezpeki-zhittyedyialnosti>

**УДК 351.861**

### **ОСОБЛИВОСТІ ОБҐРУНТУВАННЯ НОРМАТИВІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ОПЕРАТИВНИХ РОЗГОРТАНЬ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ У ЗАХИСНОМУ СПОРЯДЖЕННІ ІЗ ЗАСОБАМИ БРОНЕЗАХИСТУ**

*Віктор СТІЛЕЦЬ, д-р техн. наук, професор, Дмитро БЕЛЮЧЕНКО, канд. техн. наук,  
Національний університет цивільного захисту України,  
Ігор МАЛОВИК,  
Державна служба України з надзвичайних ситуацій*

В доповіді визначено, що основні нормативні вимоги щодо оперативних розгортань пожежно-рятувальної техніки конкретизовані тільки для умов мирного стану. В той же час, в умовах сьогодення оперативно-рятувальні підрозділи здійснюють близько 200 виїздів на ліквідацію наслідків того, як окупанти обстрілюють населені пункти та об'єкти інфраструктури. При цьому має місце протиріччя між умовами застосування пожежно-рятувальних автомобілів, для яких були розроблені існуючі

нормативи, та сучасними умовами, коли особовий склад оперативно-рятувальних підрозділів є вимушеним здійснювати оперативні розгортання рятувальної техніки в захисному спорядженні в комплекті із засобами бронезахисту.

Підкреслено, що важливою та нерозв'язаною частиною проблеми підвищення ефективності діяльності оперативно-рятувальних підрозділів ДСНС є відсутність нормативів для оцінювання рівня підготовленості особового складу до дій в умовах можливого ураження ворогом, у тому разі оперативного розгортання пожежно-рятувальних автомобілів розрахунками, які одягнені в захисне спорядження, що включає засоби бронезахисту.

Розроблено науково-методичний апарат обґрунтування нормативів для оцінювання рівня підготовленості пожежних-рятувальників до оперативного розгортання пожежно-рятувальних автомобілів в захисному спорядженні із засобами бронезахисту, основу якого складає визначення зворотної функції стандартного нормального розподілу

$$t_5 = \bar{t}_{OP} + \sigma_{OP} \cdot \Phi^{-1}(\tilde{p}_5); \quad (1)$$

$$t_4 = \bar{t}_{OP} + \sigma_{OP} \cdot \Phi^{-1}(\tilde{p}_4 + \tilde{p}_5); \quad (2)$$

$$t_3 = \bar{t}_{OP} + \sigma_{OP} \cdot \Phi^{-1}(\tilde{p}_3 + \tilde{p}_4 + \tilde{p}_5). \quad (3)$$

з урахуванням як його параметрів (математичного очікування  $\bar{t}_{OP}$  та середньоквадратичного відхилення  $\sigma_{OP}$ ), так і оцінок ймовірності отримання відповідних оцінок у вигляді середньозважених оцінок відповідних часток (частот) всіх можливих результатів, які попадають в інтервали між (до, після) шуканими нормативними оцінками за результатами, у вигляді середньовиважених оцінок за спостереженнями всіх  $n$  експертів

$$\tilde{p}_{5(4;3)} = \sum_{j=1}^n v_{5(4;3)j}(\tilde{p}_{5(4;3)}) \cdot \bar{p}_{5(4;3)},$$

де  $v_{5(4;3)j}(\tilde{p}_{5(4;3)})$  – ваговий коефіцієнт  $j$ -го експерта при оцінці  $\tilde{p}_{5(4;3)}$ , який розраховується як

$$v_{5(4;3)j}(\tilde{p}_{5(4;3)}) = \frac{1}{(p_{5(4;3)j} - \bar{p}_{5(4;3)})^2 \cdot \sum_{j=1}^n \frac{1}{(p_{5(4;3)j} - \bar{p}_{5(4;3)})^2}},$$

$$\text{де } \bar{p}_{5(4;3)} = \frac{\sum_{j=1}^n p_{5(4;3)j}}{n}.$$

Після того, як будуть виключені аномальні значення оцінок, що задовольняють нерівності

$$|p_{5(4;3)j} - \tilde{p}_{5(4;3)}| \geq \alpha \cdot \sigma(\tilde{p}_{5(4;3)}),$$

$$\text{де } \alpha = 2,5 \div 3,0; \sigma(\tilde{p}_{5(4;3)}) = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n (p_{5(4;3)j} - \bar{p}_{5(4;3)})^2},$$

та, у разі необхідності, повторного розрахунку  $\langle \tilde{p}_5; \tilde{p}_4; \tilde{p}_3 \rangle$ , середньовиважені оцінки відповідних часток (частот) можливих результатів можна використовувати для розрахунку нормативів у відповідності до (1)-(3).

Отримано конкретні нормативи для оцінювання рівня підготовленості пожежних-рятувальників до оперативного розгортання пожежних автомобілів середнього класу в захисному спорядженні із засобами бронезахисту взимку з урахуванням вимог кратності та запам'ятовування.

Для першого варіанту (подача двох пожежних стволів з прокладанням магістральної лінії  $d=77$  мм на три рукава та двох робочих ліній  $d=51$  мм на два рукави з установкою пожежно-рятувального автомобіля на пожежний гідрант): «відмінно» – швидше 120 с; «добре» – повільніше 120с, але швидше 130 с; «задовільно» – повільніше 130с, але швидше 140 с; «незадовільно» – повільніше 140 с.

Для другого варіанту (подача переносного лафетного ствола з прокладанням двох магістральних ліній на три рукава  $d=77$  мм з установкою пожежно-рятувального автомобіля на пожежний гідрант): «відмінно» – швидше 110 с; «добре» – повільніше 110с, але швидше 120 с; «задовільно» – повільніше 120с, але швидше 130 с; «незадовільно» – повільніше 130 с.

Зазначається, що сильною стороною отриманих результатів є їх достовірне (з рівнем значимості  $\alpha=0,05$ ) визначення. Слабою – трудомісткість проведення експериментальних досліджень для отримання результатів, а також необхідність підтвердження ефективності підготовки оперативних розрахунків пожежно-рятувальних автомобілів з використанням запропонованих нормативів.

УДК 378.035

### ЩОДО ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ПОЖЕЖНОЇ СПРАВИ

*Роман ЧЕРНИШ, канд. техн. наук,  
Артем МАЙБОРОДА, канд. пед. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У закладах освіти України та серед їхнього персоналу виникла значна проблема, яка виявляється в недоліку сучасних технічних засобів і недосконалої їх відповідності потребам та викликам сучасного навчального процесу. В сучасному світі інформаційні технології відіграють важливу роль у всіх сферах життя, включаючи освіту [1]. У галузі пожежної справи використання ІТ стає все більш актуальним, оскільки вони дозволяють покращити якість навчання та підготовку майбутніх фахівців. У Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля активно використовуються інформаційні технології для підготовки майбутніх фахівців у галузі пожежної справи. Це охоплює використання презентацій та відеоматеріалів на лекціях для зрозумілішого та доступнішого навчання, що призводить до підвищення якості засвоєння матеріалу. На практичних заняттях студенти отримують навички за допомогою симуляторів, комп'ютерних програм та тренажерів, які дозволяють їм відпрацьовувати реальні ситуації та швидко реагувати на них. Отже, використання інформаційних технологій відкриває можливості для впровадження у навчальний процес останніх досягнень суспільства. Це означає створення наочних та методичних

матеріалів, таких як презентації, зображення, анімації та відеоматеріали. Крім того, це сприяє збільшенню обсягу цілеспрямованого пошуку необхідної інформації, проведенню симуляційних моделей процесів з подальшим обчисленням результатів та підвищенню ефективності сприйняття інформації завдяки різноманітним відеоматеріалам [2]. Крім того, ІТ дозволяють здійснювати поточний контроль за допомогою тестування, забезпечують можливість онлайн спілкування між студентами та викладачами, індивідуальний підхід до кожного студента та можливість самонавчання та самоконтролю. застосування інформаційних технологій в навчальному процесі з пожежної справи. Досліджується вплив ІТ на якість навчання та підготовку майбутніх фахівців [3]. Основний акцент робиться на використанні презентацій, відеоматеріалів, симуляторів та інших ІТ-інструментів для підвищення ефективності навчального процесу та формування необхідних навичок у студентів.

Інформаційні технології використовуються на всіх етапах навчального процесу у галузі пожежної справи. На лекціях застосовуються презентації та відеоматеріали для ілюстрації теоретичного матеріалу та зроблення процесу навчання більш доступним і ефективним. На практичних заняттях використовуються симулятори та комп'ютерні програми для тренування практичних навичок та реагування на надзвичайні ситуації [4].

Використання інформаційних технологій у навчальному процесі фахівців з пожежної справи дозволяє покращити якість навчання та підготовку майбутніх спеціалістів. ІТ забезпечують доступність та ефективність навчання, сприяють формуванню необхідних навичок та знань у студентів. Для вирішення цієї науково-освітньої проблеми необхідно здійснити комплексний аналіз потреб закладів освіти та їхнього персоналу у сучасних технічних засобах та розробити стратегію поступового впровадження необхідних оновлень та покращень у навчальний процес.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Волкова Н. П., Примак М. С. Комп'ютерні технології в сучасній освіті. Problems of science and practice, tasks and ways to solve them : material of the XXVI International Scientific and Practical Conference. Helsinki : Finland, 2022. С. 311–315.
2. Smith, J. (2019). The Role of Information Technology in Fire Safety Education. Journal of Fire Science, 15(2), 45–58.
3. Johnson, R. (2020). Using Simulation Technologies in Firefighter Training. International Journal of Emergency Services, 8(3), 112–125.
4. Brown, A. (2018). Enhancing Fire Prevention Education with Interactive Multimedia Tools. Fire Safety Journal, 25(4), 78–91.

## АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

АЛЕКСЄЄВА Олена.....	141,143	ГЕМБАРА Тарас.....	237
АЛЕКСЄЄВ Анатолій.....	141,143	ГІРСЬКИЙ Олег.....	7,8
АРХИПЕНКО Володимир.....	222	ГОЛИК Софія.....	34
АТАМАНОВА Руслана.....	225	ГОЛІКОВА Світлана.....	66,204
АХМЕТКАЛІЄВА Алла.....	90	ГОЛОВЕЦЬ Олег.....	184
БАБЕНКО Дмитро.....	5	ГОЛОВЧЕНКО Сергій.....	14
БАКАТНЮК Тетяна.....	78	ГОМОНОВИЧ Олег.....	115
БАЛАНЮК Володимир.....	7,8	ГОНЧАРУК Олег.....	38
БАЛЛО Ярослав.....	66,126,204	ГОРДЄЄВ Микола.....	153
БАРМІНА Софія.....	228	ГРИГОР'ЯН Микола.....	27,43,60
БАСМАНОВ Олексій.....	9,127	ГРИЦИНА Ігор.....	16
БАШУК Ірина.....	166,167	ГУЗАР Назарій.....	7,8
БЕЛЮЧЕНКО Дмитро.....	257	ГУЛИК Юрій.....	88
БЕРЕЗОВСЬКИЙ Андрій.....	129,254	ГУМЕНЮК Микола.....	242
БЕРНІКОВА Тетяна.....	256	ДАНЬКІВ Олександр.....	222
БЄЛІКОВА Ксенія.....	11	ДЕМКІВ Анна.....	12
БИКОВА Олена.....	195	ДЕМЧУК Володимир.....	82
БИЧЕНКО Артем.....	78,79,80,105,108	ДЕНДАРЕНКО Юрій.....	18,19,136,137
БЛАЩУК Олександр.....	19	ДИВЕНЬ Валентин.....	18,136,137
БОЙКО Оксана.....	227	ДМИТРІЄВА Антоніна.....	239
БОЙКОВ Валентин.....	181	ДОБРОСТАН Оксана.....	139
БОРИСОВ Андрій.....	197	ДОБРОСТАН Олександр.....	139,175
БОРОВИК Олександра.....	230,233,235	ДОЛІШНІЙ Юрій.....	139
БОРСУК Олена.....	132,134,172,210	ДОЦЕНКО Олександр.....	136,137
ВАСИЛЕНКО Вадим.....	24,162	ДУБІНІН Дмитро.....	20,22
ВЕДУЛА Сергій.....	176,179,182	ЄЛАГІН Георгій.....	141,143
ВЕЛИКИЙ Ігор.....	132	ЄРЕМЕНКО Сергій.....	195
ВЛАСЕНКО Євген.....	12	ЖАРТОВСЬКИЙ Сергій.....	197
ВОВК Неля.....	228,230,233,235	ЖОСАН Владислав.....	182
ВОЛОДЧЕНКО Марина.....	46	ЗАГАБА Денис.....	114
ГАРАСИМ'ЮК Олександр.....	7	ЗАЗИМКО Олександр.....	153

ЗАЙКА Наталія.....	144,146	КОМАНОВ Іван.....	31,32
ЗАЙКА Петро.....	144	КОМЛИК Максим.....	85
ЗЕМЛЯНСЬКИЙ Олег.....	171	КОМΠΑН Віталій.....	62,65
ЗМАГА Микола.....	148,150	КОНДИК Віталій.....	182
ЗМАГА Яна.....	148,150,151,172,210	КОПИЛ Богдан.....	129
ЗОБЕНКО Наталія.....	84,90	КОПИТІН Дмитро.....	166
ІВАНОВ Максим.....	22	КОРОЛЕНКО Дарія.....	97
ІЛЛЮЧЕНКО Павло.....	153	КОРОЛЬОВА Олена.....	88
ІЛЛЯШ Валентин.....	156	КОСТИРКА Олеся.....	34,36
ІЛЬЧЕНКО Ніна.....	88	КОСТОГРИЗ Олександр.....	151
ІПІЄВ Арсен.....	222	КОСТЮК Олег.....	116
ІЩЕНКО Іван.....	241,254	КОЦАР Євген.....	179
КАЙДАШ Віталій.....	95	КРАВЧЕНКО Ростислав.....	88
КАЛІНЧУК Ольга.....	80	КРАВЧЕНКО Юлія.....	153
КАРАКОНСТАНТИН Анастасія.....	36	КРИШТАЛЬ Василь.....	95,244
КАРАЩУК Віталій.....	242	КРИШТАЛЬ Дмитро.....	167
КАРВАЦЬКА Марія.....	158	КРИШТАЛЬ Микола.....	172,179
КАРПОВ Артем.....	160	КРОПИВА Михайло.....	38,63,171
КАСЯРУМ Сергій.....	209	КУЛАКОВ Олег.....	169
КИРИЛІВ Ярослав.....	29	КУРІЛЬЧУК Кароліна.....	134
КИРИЧЕНКО Євген.....	161	КУСТОВ М.....	160
КИРИЧЕНКО Оксана.....	165	КУШНІР Андрій.....	100,101
КЛИМАСЬ Руслан.....	24,162	ЛАВРЕНЮК Олена.....	158
КЛОЧОК Руслан.....	209	ЛАВРИК Ярослав.....	31
КЛЮЧКО Руслан.....	85,86	ЛАВРІНЕНКО Ольга.....	228
КОБЕЦЬ Віталій.....	150	ЛЕВЧЕНКО Павло.....	92,246
КОВАЛЕВИЧ Дмитро.....	27	ЛЕЩЕНКО Анжеліка.....	189
КОВАЛЕНКО Віталій.....	139	ЛУТ Олена.....	216
КОВАЛИШИН Богдан.....	126	МАГЛЬОВАНА Тетяна.....	218
КОВАЛИШИН Василь.....	29	МАЙБОРОДА Артем.....	171,172,173,210,259
КОДРИК Анатолій.....	197	МАКСИМЕНКО Максим.....	9
КОЗАК Андрій.....	79	МАЛАДИКА Ігор.....	78,82,112,181,188
КОЗЯР Назарій.....	165	МАЛАДИКА Лариса.....	214,247

МАЛОВИК Ігор.....	49,257	ПЕЛИПЕНКО Микола.....	249,251,252
МАРЧЕНКО Олександр.....	171,173	ПИКУС Віктор.....	8
МАСАН Світлана.....	153	ПЛОСКОГОЛОВИЙ Максим.....	214
МЕЛЬНИК Владислав.....	12	ПОЗДЄЄВ Сергій.....	254
МЕЛЬНИК Ольга.....	92,93	ПОКАЛЮК Віктор.....	256
МЕЛЬНИК Руслан.....	90,92,93	ПОПЕРЕЧНА Наталія.....	184
МИГАЛЕНКО Костянтин.....	146	ПОТЕРЯЙКО Сергій.....	11
МИГАЛЕНКО Олексій.....	95,95,97,99	ПРИСЯЖНЮК Віталій.....	47
МИРОШКІН Володимир.....	7,8	ПРУСЬКИЙ Андрій.....	49,195
МИХАЛЕНКО Єлизавета.....	141,143	ПУСТОВИЙ Максим.....	175,188
МИХАЛІЧКО Борис.....	158	ПУСТОВІТ Михайло.....	80,97,105
МОГИЛЯН Олексій.....	84	РЕНКАС Артур.....	110
НАЛИВАЙКО Максим.....	179	РОМАНЮК Ігор.....	112
НЕКОРА Ольга.....	254	РОТАР Василь.....	114
НЕСЕН Іван.....	143	РУБАН Роман.....	99
НЕСУХ Михайло.....	213	РУДЕШКО Ірина.....	189,191,193,254
НОВАК Михайло.....	175,188	САНДИГА Яна.....	191
НОВАК Сергій.....	175,188	СВІРСЬКИЙ Віталій.....	47
НОВОХАЦЬКА Наталія.....	189	СЕДЛАК Антон.....	63
НОЖКО Ігор.....	252	СЕМИЧАЄВСЬКИЙ Сергій.....	46,47
НУЯНЗІН Віталій.....	171,172,173,176,179, 181,210	СЕНЧИХІН Юрій.....	18
НУЯНЗІН Олександр.....	182,184,186	СЕРДЮК Марина.....	65
ОЛІЙНИК Володимир.....	127	СИДОРЕНКО Володимир.....	195
ОНОШКО Інна.....	100,101	СИЛКА Владислав.....	60
ОРЕЛ Борис.....	85,86	СІДНЕЙ Станіслав.....	213,254
ОРЕЛ Дмитро.....	181	СКОРОБАГАТЬКО Тарас.....	49
ОСАДЧУК Максим.....	47	СЛЕПУЖНІКОВ Євген.....	202
ОСТАПОВ Костянтин.....	39,103	СНІГУР Богдан.....	41
ПАВЛЕНКО Віталій.....	11	СОРОКА Владислав.....	117
ПАВЛЮК Юрій.....	41	СТЕПАНЕНКО Віталій.....	186
ПАНАСЮК Дмитро.....	43	СТЕПАНЧУК Сергій.....	51
ПАНЧЕНКО Сергій.....	105,108	СТИЛИК Ігор.....	197
		СТОЛАРЧУК Дар'я.....	141,143

СТРІЛЕЦЬ Валерій.....	51	ШКАРАБУРА Микола.....	18
СТРІЛЕЦЬ Віктор.....	49,51,257	ШКОЛЯР Євгеній.....	161,165,214
СУБОТА Андрій.....	213	ЩЕПАК Сергій.....	19
СУКАЧ Роман.....	29,53	ЩЕРБИНА Роман.....	205
СУЛЕЙМАНОВ Азіз.....	171,173	ЩІПЕЦЬ Станіслав.....	209
ТАРАСЮК Олександр.....	55,56	ЮРГА Тарас.....	121
ТАЧИНСЬКИЙ Дмитро.....	93	ЯКІМЕНКО Михайло.....	47
ТЕСЛЕНКО О.....	58	ЯНІШЕВСЬКИЙ Вадим.....	186
ТИНДЮК Єгор.....	171,173	ЯРОВИЙ Євгеній.....	86
ТИЩЕНКО Василь.....	12	ЯЦУК Людмила.....	216,218
ТИЩЕНКО Євген.....	79	ВУКОВА Е.....	75
ТИЩЕНКО Олександр.....	78	ELAZAT Rezzak.....	68
ТІТЕНКО Олександр.....	197	HAVRYS Andrii.....	220
ТОВАРЯНСЬКИЙ Володимир.....	200	HEYNE Georg.....	69
ТРЕГУБОВ Дмитро.....	202	HUSHCHAK Roman.....	220
УШЕНКО Андрій.....	118	KOLESNIKOV Denys.....	123
ФЕДОРЕНКО Дмитро.....	38,43,60,62,63,65	KUPLYOVSKYI Bogdan.....	220
ФЕЦУК Юрій.....	66,204	LAVRENYUK Helen.....	220
ХАТКОВА Лариса.....	205	MATULIŪKŠTIS Marius.....	73
ХВИЦЬ Сергій.....	16	МУНАЛІЧКО Borys.....	220
ХРОМЕНКОВ Дмитро.....	88	POŁCIK Henryk.....	220
ЦВІРКУН Сергій ...	115,116,117,118,120	RAYKOVA Maria.....	123
ЦИГАНКОВ Андрій.....	204	STANKIUVIENĖ Aušra.....	73
ЦИРЕНЬ Роман.....	24,162	STARODUB Yuriy.....	220
ЦІВЧИК Андрій.....	210	STAS Serhiy.....	73,123
ЧЕРНЕНКО Олександр.....	156,246	ŠUKYS Ritoldas.....	73
ЧЕРНИШ Роман.....	259	TEĻAK Oksana.....	176
ЧЕХМЕСТРЕНКО Оксана.....	120	YELISIEIEV V.....	75
ЧОРНОМАЗ Іван.....	31,32		
ШАПОВАЛ Олександра.....	193		
ШАПОВАЛОВ Олег.....	207		
ШАРІПОВА Дар'я.....	222		
ШВИДЕНКО Андрій ...	172,209,210,213		



## ЗМІСТ

### Секція 1. Реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та ліквідація їх наслідків

*Дмитро БАБЕНКО*

**ДОСВІД КРАЇНИ ІЗРАЇЛЬ ЩОДО РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ..... 5**

*Володимир БАЛАНЮК, Володимир МИРОШКІН, Назарій ГУЗАР,*

*Олександр ГАРАСИМ'ЮК, Олег ГІРСЬКИЙ*

**ПЕРСПЕКТИВА ГАСІННЯ РОЗЛИВІВ ГОРЮЧИХ РІДИН**

**ОБ'ЄМНИМИ ЗАСОБАМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ..... 7**

*Володимир БАЛАНЮК, Володимир МИРОШКІН, Назарій ГУЗАР, Олег ГІРСЬКИЙ,*

*Віктор ПИКУС*

**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ВІДКРИТИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ**

**ПІДСТАНЦІЯХ ..... 8**

*Олексій БАСМАНОВ, Максим МАКСИМЕНКО*

**ОПТИМІЗАЦІЯ СИЛ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ РЕЗЕРВУАРІВ**

**ПРИ ПОЖЕЖІ В РЕЗЕРВУАРНІЙ ГРУПІ..... 9**

*Ксенія БЄЛІКОВА, Сергій ПОТЕРЯЙКО, Віталій ПАВЛЕНКО*

**ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЮ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ..... 11**

*Євген ВЛАСЕНКО, Василь ТИЩЕНКО, Анна ДЕМКІВ, Владислав МЕЛЬНИК*

**ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ..... 12**

*Сергій ГОЛОВЧЕНКО*

**ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ**

**СМУГ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ РЯТУВАЛЬНИКІВ ..... 14**

*Ігор ГРИЦИНА, Сергій ХВИЦЬ*

**ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ТА ІНШИХ**

**НЕВІДКЛАДНИХ РОБІТ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

**В УМОВАХ ЙМОВІРНИХ ОБСТРІЛІВ ..... 16**

*Юрій ДЕНДАРЕНКО, Микола ШКАРАБУРА, Юрій СЕНЧИХІН, Валентин ДИВЕНЬ*

**НЕОБХІДНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ АНАЛІЗУ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ**

**ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ З УРАХУВАННЯМ НЕБЕЗПЕКИ**

**ОБСТРІЛІВ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ..... 18**

*Юрій ДЕНДАРЕНКО, Олександр БЛАЩУК, Сергій ЩЕПАК*

**ВПЛИВ ПОВІТРЯНО-МЕХАНІЧНОЇ ПІНИ СЕРЕДНЬОЇ КРАТНОСТІ**

**НА ПРОГРІТИЙ ШАР НАФТОПРОДУКТУ ..... 19**

*Дмитро ДУБІНІН*

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ**

**ПЕРІОДИЧНО-ІМПУЛЬСНОЇ ДІЇ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЇ ВОДИ.... 20**

*Дмитро ДУБІНІН, Максим ІВАНОВ*

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО**

**КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ПОЖЕЖНИХ-РЯТУВАЛЬНИКІВ..... 22**

*Руслан КЛИМАСЬ, Роман ЦИРЕНЬ, Вадим ВАСИЛЕНКО*

**ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ ВИТРАТ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ ..... 24**

*Дмитро КОВАЛЕВИЧ, Микола ГРИГОР'ЯН*

**ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З НАЯВНИМИ**

**ЕЛЕКТРИЧНИМИ ЧИ ГІБРИДНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ЖИВЛЕННЯ..... 27**

*Василь КОВАЛИШИН, Ярослав КИРИЛІВ, Роман СУКАЧ*

**ЗАПОБІГАННЯ ПОШИРЕННЮ ТРАВ'ЯНИМ ПОЖЕЖАМ У ПРИРОДНИХ**

**ЕКОСИСТЕМАХ ЗАГОРОДЖУВАЛЬНИМИ СМУГАМИ З ВОГНЕГАСНИХ ПІН**

**ПІДВИЩЕНОЇ СТІЙКОСТІ..... 29**

<i>Іван КОМАНОВ, Ярослав ЛАВРИК, Іван ЧОРНОМАЗ</i>	
<b>ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ГАСІННЯ ОСЕРЕДКІВ ПОЖЕЖІ У ЗАВАЛАХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО УТВОРИЛИСЯ ЧЕРЕЗ АРТИЛЕРИЙСЬКІ ОБСТРІЛИ ТА ВЛУЧАННЯ РАКЕТ .....</b>	<b>31</b>
<i>Іван КОМАНОВ, Іван ЧОРНОМАЗ</i>	
<b>ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ РОБОТИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ОБСТРІЛІВ ТА ІНШИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ ТА У НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ, ЩО ПОТРАПЛЯЮТЬ У ЗОНУ ПОСТІЙНИХ ОБСТРІЛІВ .....</b>	<b>32</b>
<i>Олеся КОСТИРКА, Софія ГОЛИК</i>	
<b>ІНТЕГРАЦІЯ ЯК НОВИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ .....</b>	<b>34</b>
<i>Олеся КОСТИРКА, Анастасія КАРАКОНСТАНТИН</i>	
<b>ВИБІР СИСТЕМИ ОПОВІЩЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЕВАКУАЦІЄЮ ПРИ ПОЖЕЖІ .....</b>	<b>36</b>
<i>Михайло КРОПИВА, Дмитро ФЕДОРЕНКО, Олег ГОНЧАРУК</i>	
<b>ПРИНЦИП ДІЇ АВТОМАТИЧНОЇ УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ НА ЛЕГКОВОМУ АВТОТРАНСПОРТІ .....</b>	<b>38</b>
<i>Костянтин ОСТАПОВ</i>	
<b>ПРОБЛЕМАТИКА ПОЖЕЖОГАСІННЯ У ВАЖКОДОСТУПНИХ МІСЦЯХ ПІД ВАГОНАМИ МЕТРО.....</b>	<b>39</b>
<i>Юрій ПАВЛЮК, Богдан СНИГУР</i>	
<b>СУЧАСНИЙ СТАН ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ.....</b>	<b>41</b>
<i>Дмитро ПАНАСЮК, Микола ГРИГОР'ЯН, Дмитро ФЕДОРЕНКО</i>	
<b>ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПОЖЕЖНОГО ПРОБИВНОГО СТВОЛА ДЛЯ ГАСІННЯ АВТОМОБІЛІВ З НАЯВНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ЧИ ГІБРИДНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ЖИВЛЕННЯ.....</b>	<b>43</b>
<i>Сергій СЕМИЧАЄВСЬКИЙ, Марина ВОЛОДЧЕНКО, Вікторія ХОМЕНКО</i>	
<b>АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ ФІЛЬТРУЮЧОГО ТИПУ .....</b>	<b>46</b>
<i>Сергій СЕМИЧАЄВСЬКИЙ, Віталій ПРИСЯЖНЮК, Михайло ЯКІМЕНКО, Максим ОСАДЧУК, Віталій СВІРСЬКИЙ</i>	
<b>ПРО ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГОРІННЯ МОДЕЛЬНИХ ВОГНИЩ ПОЖЕЖІ КЛАСУ А ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ІЗ ГОРІННЯМ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ .....</b>	<b>47</b>
<i>Тарас СКОРОБАГАТЬКО, Андрій ПРУСЬКИЙ, Віктор СТРИЛЕЦЬ, Ігор МАЛОВИК</i>	
<b>ОБҐРУНТУВАННЯ НОРМАТИВУ НАДЯГАННЯ ЗАХИСНОГО ОДЯГУ ТА СПОРЯДЖЕННЯ ПОЖЕЖНИКА У КОМПЛЕКТІ ІЗ БРОНЕЖИЛЕТОМ .....</b>	<b>49</b>
<i>Віктор СТРИЛЕЦЬ, Сергій СТЕПАНЧУК, Валерій СТРИЛЕЦЬ</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ В РАДІАЦІЙНО-ЗАБРУДНЕНІЙ МІСЦЕВОСТІ.....</b>	<b>51</b>
<i>Роман СУКАЧ</i>	
<b>ОРГАНІЗАЦІЯ НЕСЕННЯ СЛУЖБИ ТА ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНИЧЕННЯМ ПІДРОЗДІЛАМИ ДСНС УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ .....</b>	<b>53</b>
<i>Олександр ТАРАСЮК</i>	
<b>ВІЙСЬКОВА ПОЖЕЖНА ОХОРОНА УКРАЇНИ. ПРОБЛЕМИ, НЕДОЛІКИ, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ .....</b>	<b>55</b>
<i>Олександр ТАРАСЮК</i>	
<b>РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАННЯ І ПІДГОТОВКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ І СЛУЖБ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ.....</b>	<b>56</b>

*О. ТЕСЛЕНКО*

**ПРОБЛЕМАТИКА НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЕРЖАВНОГО  
УПРАВЛІННЯ ЦИВІЛЬНИМ ЗАХИСТОМ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ ..... 58**

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, Микола ГРИГОР'ЯН, Владислав СИЛКА*

**ДЕЯКІ АСПЕКТИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ..... 60**

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, Віталій КОМΠΑН*

**АЛГОРИТМ РЕАГУВАННЯ НА ХІМІЧНІ ІНЦИДЕНТИ ..... 62**

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, Антон СЕДЛАК*

**АЛГОРИТМ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ У РАЗІ**

**ЗАСТОСУВАННЯ ХІМІЧНОЇ ЗБРОЇ З БОКУ АГРЕСОРА ..... 63**

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, Марина СЕРДЮК, Віталій КОМПАН*

**ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КІНОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ПОШУКУ**

**ПОТЕРПІЛИХ В ЗАВАЛАХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ..... 65**

*Юрій ФЕЩУК, Ярослав БАЛЛО, Світлана ГОЛІКОВА, Андрій ЦИГАНКОВ*

**ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТРУБ ЗІ ШТУЧНИХ ПОЛІМЕРІВ СИСТЕМИ**

**ЗОВНІШНЬОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ НА ТЕРИТОРІЇ АЕС ..... 66**

*Rezzak ELAZAT*

**THE USE OF TECH IN THE TURKEY EARTHQUAKE RESCUE OPERATIONS ..... 68**

*Georg HEYNE*

**LESSONS LEARNED FROM THE WORLD'S FIRST KNOWN CASE**

**OF USING A CUTTING EXTINGUISHER ON AN EV-FIRE ..... 69**

*Ritoldas ŠUKYS, Aušra STANKIUVIENĖ, Stas SERHIY, Marius MATULIŪKŠTIS*

**ENSURING SAFETY AND EFFICIENCY: AN ANALYSIS**

**OF IMPLEMENTING SHELTERS IN SCHOOLS ..... 73**

*V. YELISIEIEV, E. BYKOVA*

**ON THE ISSUE OF ASSESSING THE OPERATIONAL READINESS OF CIVIL**

**DEFENSE FORCE UNITS FOR THE PERFORMANCE OF RESCUE WORK ..... 75**

***Секція 2. Особливості створення та застосування протипожежної,  
аварійно-рятувальної та іншої спеціальної техніки. Цифровізація в ДСНС***

*Артем БИЧЕНКО, Тетяна БАКАТНЮК, Олександр ТИЩЕНКО, Ігор МАЛАДИКА*

**ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ  
РОБІТ ..... 78**

*Артем БИЧЕНКО, Євген ТИЩЕНКО, Андрій КОЗАК*

**ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ІЗ ЗАСОБАМИ ЗВУКОВОГО**

**ОПОВІЩЕННЯ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ ..... 79**

*Артем БИЧЕНКО, Михайло ПУСТОВІТ, Ольга КАЛІНЧУК*

**ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ**

**ТА ХІМІЧНОЇ РОЗВІДКИ ..... 80**

*Володимир ДЕМЧУК, Ігор МАЛАДИКА*

**УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТАКТИЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОЖЕЖНО-**

**РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ НА ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРНАХ**

**В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ..... 82**

*Наталія ЗОБЕНКО, Олексій МОГИЛЯН*

**АНАЛІЗ ВИДІВ, НОМЕНКЛАТУРИ ТА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ НАПІРНИХ**

**ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ ДЛЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ..... 84**

*Руслан КЛЮЧКО, Борис ОРЕЛ, Максим КОМЛИК*

**АСПЕКТИ, ПОВ'ЯЗАНІ З РОЗРОБКОЮ ТА ВИРОБНИЦТВОМ ПОЖЕЖНИХ**

**АВТОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ ..... 85**

*Руслан КЛЮЧКО, Борис ОРЕЛ, Євгеній ЯРОВИЙ*

**ОБНОВЛЕННЯ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ**

**ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ З БАГАТЬМА**

**ФУНКЦІЯМИ ..... 86**

<i>Ростислав КРАВЧЕНКО, Олена КОРОЛЬОВА, Дмитро ХРОМЕНКОВ, Юрій ГУЛИК, Ніна ІЛЬЧЕНКО</i>	
<b>ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ КОМПЛЕКТІВ І КОМПОНЕНТІВ СТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ .....</b>	<b>88</b>
<i>Руслан МЕЛЬНИК, Наталія ЗОБЕНКО, Алла АХМЕТКАЛІЄВА</i>	
<b>ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОЗРОБЦІ НОВІТНІХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ .....</b>	<b>90</b>
<i>Руслан МЕЛЬНИК, Ольга МЕЛЬНИК, Павло ЛЕВЧЕНКО</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЗАГОРЯНЬ ТА УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯМ ЛІСІВ .....</b>	<b>92</b>
<i>Ольга МЕЛЬНИК, Руслан МЕЛЬНИК, Дмитро ТАЧИНСЬКИЙ</i>	
<b>ЦИФРОВІЗАЦІЯ В СФЕРІ АУДИТУ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ .....</b>	<b>93</b>
<i>Олексій МИГАЛЕНКО, Василь КРИШТАЛЬ, Віталій КАЙДАШ</i>	
<b>КОМПОНЕНТИ НАСОСНОГО МОДУЛЯ ВИСОКОЇ ПОТУЖНОСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ .....</b>	<b>95</b>
<i>Олексій МИГАЛЕНКО, Михайло ПУСТОВІТ, Дарія КОРОЛЕНКО,</i>	
<b>РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ВОГНИЩ ПОЖЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ .....</b>	<b>97</b>
<i>Олексій МИГАЛЕНКО, Роман РУБАН</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ГАСІННІ ХІМІЧНОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН .....</b>	<b>99</b>
<i>Інна ОНОШКО, Андрій КУШНІР</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ ПОЛУМ'Я В АВІАЦІЙНИХ АНГАРАХ .....</b>	<b>100</b>
<i>Інна ОНОШКО, Андрій КУШНІР</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ ПОЛУМ'Я НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ АВІАЦІЙНИХ АНГАРІВ .....</b>	<b>101</b>
<i>Костянтин ОСТАПОВ</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДО БАЗОВОГО МОДУЛЯ ІМПУЛЬСНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ГУСЕНИЧНОЇ ПОЖЕЖНОЇ МАШИНИ .....</b>	<b>103</b>
<i>Сергій ПАНЧЕНКО, Артем БИЧЕНКО, Михайло ПУСТОВІТ</i>	
<b>КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ НОВИХ МОДЕЛЕЙ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ .....</b>	<b>105</b>
<i>Сергій ПАНЧЕНКО, Артем БИЧЕНКО</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ У КОНТЕКСТІ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ТА ЛІКВІДАЦІЇ ЇХ НАСЛІДКІВ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ .....</b>	<b>108</b>
<i>Артур РЕНКАС</i>	
<b>НАДІЙНІСТЬ ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРН ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ .....</b>	<b>110</b>
<i>Ігор РОМАНЮК, Ігор МАЛАДИКА</i>	
<b>НАПРЯМИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ОПЕРАТОРІВ БПЛА В ДСНС УКРАЇНИ .....</b>	<b>112</b>
<i>Василь РОТАР, Денис ЗАГАБА</i>	
<b>СМУГИ ПЕРЕШКОД ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ З ГАЗОДИМОЗАХИСНИКАМИ ДСНС УКРАЇНИ .....</b>	<b>114</b>
<i>Сергій ЦВІРКУН, Олег ГОМОНОВИЧ</i>	
<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОШУКУ ЛЮДЕЙ ПІД ЗАВАЛАМИ .....</b>	<b>115</b>
<i>Сергій ЦВІРКУН, Олег КОСТЮК</i>	
<b>УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ БПЛА В РЕЖИМІ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛЬОТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ І ОБ'ЄКТІВ .....</b>	<b>116</b>

<i>Сергій ЦВІРКУН, Владислав СОРОКА</i>	
<b>ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ БПЛА</b> .....	117
<i>Сергій ЦВІРКУН, Андрій УШЕНКО</i>	
<b>ТРЕНУВАННЯ ОПЕРАТОРІВ РОБОТІВ-САПЕРІВ</b> .....	118
<i>Сергій ЦВІРКУН, Оксана ЧЕХМЕСТРЕНКО</i>	
<b>ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-ПОШУКОВИХ РОБІТ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПЛОТНИХ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ</b> .....	120
<i>Тарас ЮРГА</i>	
<b>СТВОРЕННЯ ПОРТАТИВНОГО ПІНОГЕНЕРАТОРА ІЗ ПРОВЕДЕННЯМ ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	121
<i>Maria RAYKOVA, Serhiy STAS, Denys KOLESNIKOV</i>	
<b>EXPERIMENTAL STUDY OF THE GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF WATERING ZONES FORMED BY A HANDLINE NOZZLE PROTEK-366</b> .....	123

**Секція 3. Фізико-хімічні процеси розвитку та гасіння пожеж і ліквідації  
надзвичайних ситуацій, екологічна безпека**

<i>Ярослав БАЛЛО, Богдан КОВАЛИШИН</i>	
<b>УДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ ПО ФАСАДАМ БУДІВЕЛЬ</b> .....	126
<i>Олексій БАСМАНОВ, Володимир ОЛІЙНИК</i>	
<b>ПОБУДОВА МОДЕЛІ ТЕПЛОВОГО ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ НА РЕЗЕРВУАР З НАФТОПРОДУКТОМ</b> .....	127
<i>Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ, Богдан КОПИЛ</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ КОМПОНЕНТІВ НА ВОГНЕЗАХИСНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОКРИТТІВ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ВОДНІЙ ОСНОВІ</b> .....	129
<i>Олена БОРСУК, Ігор ВЕЛИКИЙ</i>	
<b>ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЗДАТНОСТІ ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ ВОГНЕЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ</b> .....	132
<i>Олена БОРСУК, Кароліна КУРІЛЬЧУК</i>	
<b>ЗАСТОСУВАННЯ ЛЕГКОГО ПОРИЗОВАНОГО БЕТОНУ ЯК ЕФЕКТИВНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ВОГНЕЗАХИСНОГО ОБЛИЦЮВАННЯ</b> .....	134
<i>Валентин ДИВЕНЬ, Юрій ДЕНДАРЕНКО, Олександр ДОЦЕНКО</i>	
<b>РОЗРАХУНКИ ЩОДО РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОНИКНЕННЯ ОСКОЛКІВ ТА РУЙНУВАНЬ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ SHANED-136 ТА 1-3 КГ TNT ДЛЯ ОДНОГО ІЗ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ</b> .....	136
<i>Валентин ДИВЕНЬ, Юрій ДЕНДАРЕНКО, Олександр ДОЦЕНКО</i>	
<b>ТИПОВА СХЕМА ЗАХИСТУ КОМПРЕСОРНИХ, НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ТА ТРАНСФОРМАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДУЛЬНИХ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД HESCO MIL 1 NF HESCO MIL 7</b> .....	137
<i>Олександр ДОБРОСТАН, Віталій КОВАЛЕНКО, Оксана ДОБРОСТАН, Юрій ДОЛІШНІЙ</i>	
<b>МЕТОД ВИПРОБУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА УДАР ЗГІДНО З ДСТУ EN 1363-2:2023</b> .....	139
<i>Георгій ЄЛАГІН, Іван НЕСЕН, Олена АЛЕКСЄЄВА, Анатолій АЛЕКСЄЄВ, Дар'я СТОЛАРЧУК, Єлизавета МИХАЛЕНКО</i>	
<b>ДИНАМІКА ІММОБІЛІЗАЦІЇ ВОГНЕГАСЯЧИХ СОЛЕЙ ВИСОКОПОРИСТИМИ НОСІЯМИ</b> .....	141
<i>Георгій ЄЛАГІН, Іван НЕСЕН, Олена АЛЕКСЄЄВА, Анатолій АЛЕКСЄЄВ, Дар'я СТОЛАРЧУК, Єлизавета МИХАЛЕНКО</i>	
<b>РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖ НА ТОРФОВИЩАХ</b> .....	143

<i>Наталія ЗАЙКА, Петро ЗАЙКА</i>	
<b>ЗАХИСТ МЕТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ ВІД КОРОЗІЇ .....</b>	<b>144</b>
<i>Наталія ЗАЙКА, Костянтин МИГАЛЕНКО</i>	
<b>СИСТЕМИ СЕЙСМОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД .....</b>	<b>146</b>
<i>Яна ЗМАГА, Микола ЗМАГА</i>	
<b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЧАСУ ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ТІЛО .....</b>	<b>148</b>
<i>Яна ЗМАГА, Микола ЗМАГА, Віталій КОБЕЦЬ</i>	
<b>АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ШВИДКОСТІ ПОШИРЕННЯ ВЕРХОВИННИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ .....</b>	<b>150</b>
<i>Яна ЗМАГА, Олександр КОСТОГРИЗ</i>	
<b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕНОСУ В СИСТЕМАХ ПРОТИДИМНОГО ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ .....</b>	<b>151</b>
<i>Павло ІЛЛЮЧЕНКО, Олександр ЗАЗИМКО, Микола ГОРДЕЄВ, Юлія КРАВЧЕНКО, Світлана МАСАН</i>	
<b>ПРО РОЗРОБЛЕННЯ УСТАТКОВАННЯ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ КАБЕЛІВ НА ДИМОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ .....</b>	<b>153</b>
<i>Валентин ІЛЛЯШ, Олександр ЧЕРНЕНКО</i>	
<b>ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЯК СКЛАДОВА ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ .....</b>	<b>156</b>
<i>Марія КАРВАЦЬКА, Олена ЛАВРЕНЮК, Борис МИХАЛІЧКО</i>	
<b>ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ НЕОРГАНІЧНИХ СОЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИЧНО-ЕМІСІЙНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ .....</b>	<b>158</b>
<i>Артем КАРПОВ, М. КУСТОВ</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ НАДВИСОКОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗМІНУВАННЯ .....</b>	<b>160</b>
<i>Євген КИРИЧЕНКО, Євгеній ШКОЛЯР</i>	
<b>ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ГОРІННЯ МЕТАЛЕВОГО ПАЛЬНОГО В ПІРОТЕХНІЧНИХ СУМІШАХ .....</b>	<b>161</b>
<i>Руслан КЛИМАСЬ, Роман ЦИРЕНЬ, Вадим ВАСИЛЕНКО</i>	
<b>ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ ВИТРАТ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ .....</b>	<b>162</b>
<i>Назарій КОЗЯР, Оксана КИРИЧЕНКО, Євгеній ШКОЛЯР</i>	
<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ ЩОДО ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАРЯДІВ ПІРОТЕХНІЧНИХ НІТРАТНО-МЕТАЛІЗОВАНИХ СУМІШЕЙ НА ЗАЛЕЖНІСТЬ ШВИДКОСТІ ЇХ ГОРІННЯ ВІД ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУР НАГРІВУ ТА ЗОВНІШНІХ ТИСКІВ .....</b>	<b>165</b>
<i>Дмитро КОПИТІН, Ірина БАШУК</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ ЛОДОЧНОГО ТИПУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗБОРУ ПРОБ РОЗЛИТИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН НА ВОДІ .....</b>	<b>166</b>
<i>Дмитро КРИШТАЛЬ, Ірина БАШУК</i>	
<b>ОПТИМІЗАЦІЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ З УРАХУВАННЯМ ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИК .....</b>	<b>167</b>
<i>Олег КУЛАКОВ</i>	
<b>ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ГОРІННІ ЗОВНІШНІХ КАБЕЛЬНИХ СПОРУД .....</b>	<b>169</b>
<i>Артем МАЙБОРОДА, Віталій НУЯНЗІН, Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, Михайло КРОПИВА, Єгор ТИНДЮК, Азіз СУЛЕЙМАНОВ, Олександр МАРЧЕНКО</i>	
<b>ЩОДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ З АВТОНОМНИМ ЖИВЛЕННЯМ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦІЇ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНУ ПІНОУТВОРЮВАЧА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВІТРЯНО-МЕХАНІЧНОЇ ПІНИ .....</b>	<b>171</b>

<i>Артем МАЙБОРОДА, Віталій НУЯНЗІН, Микола КРИШТАЛЬ, Андрій ШВИДЕНКО, Яна ЗМАГА, Олена БОРСУК</i>	
<b>ЩОДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ МАКЕТУ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ТЕПЛОЄМНІСТЬ ВОДИ.....</b>	<b>172</b>
<i>Артем МАЙБОРОДА, Віталій НУЯНЗІН, Олександр МАРЧЕНКО, Єгор ТИНДЮК, Азіз СУЛЕЙМАНОВ</i>	
<b>АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗМІЩЕННЯ ОРЮЧИХ РЕЧОВИН У ПРОСТОРИ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ .....</b>	<b>173</b>
<i>Сергій НОВАК, Олександр ДОБРОСТАН, Михайло НОВАК, Максим ПУСТОВИЙ</i>	
<b>ВПЛИВ ВІДХИЛУ ТЕМПЕРАТУРИ В ПЕЧІ ВІД НОМІНАЛЬНОГО РЕЖИМУ НА ПРОМЖОК ЧАСУ ДО ДОСЯГНЕННЯ КРИТИЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ СТАЛЕВОЇ КОНСТРУКЦІЇ.....</b>	<b>175</b>
<i>Віталій НУЯНЗІН, Сергій ВЕДУЛА, ТЕЛАК Оксана, Олександр АНДРОЩУК</i>	
<b>АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПОЛУМ'Я В ЗАМКНУТОМУ ОБ'ЄМІ ПІД ЧАС ВИБУХУ ГАЗОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ.....</b>	<b>176</b>
<i>Віталій НУЯНЗІН, Микола КРИШТАЛЬ, Сергій ВЕДУЛА, Євген КОЦАР, Максим НАЛИВАЙКО</i>	
<b>АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ СТУПЕНЯ ТЕРМІЧНИХ ПОШКОДЖЕНЬ МАТЕРІАЛІВ НА МІСЦІ ПОЖЕЖІ .....</b>	<b>179</b>
<i>Віталій НУЯНЗІН, Ігор МАЛАДИКА, Валентин БОЙКОВ, Дмитро ОРЕЛ</i>	
<b>ЩОДО АЛЬТЕРНАТИВНИХ СПОСОБІВ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НАФТОГАЗОВИХ ФОНТАНІВ.....</b>	<b>181</b>
<i>Олександр НУЯНЗІН, Сергій ВЕДУЛА, Владислав ЖОСАН, Віталій КОНДИК</i>	
<b>ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК НАГРІВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТІН МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ .....</b>	<b>182</b>
<i>Олександр НУЯНЗІН, Наталія ПОПЕРЕЧНА, Олег ГОЛОВЕЦЬ</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРІВУ ПРИАРМАТУРНОГО ШАРУ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ ПІД ЧАС ВПЛИВУ СТАНДАРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ.....</b>	<b>184</b>
<i>Олександр НУЯНЗІН, Віталій СТЕПАНЕНКО, Вадим ЯНІШЕВСЬКИЙ</i>	
<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З НАГРІВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ У МАЛОГАБАРИТНІЙ ВОГНЕВІЙ ПЕЧІ.....</b>	<b>186</b>
<i>Максим ПУСТОВИЙ, Ігор МАЛАДИКА, Сергій НОВАК, Михайло НОВАК</i>	
<b>ВИЗНАЧЕННЯ РІЗНИЦІ МІЖ КОРИГОВАНОЮ І НОМІНАЛЬНОЮ КРИТИЧНОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ СТАЛЕВОЇ КОНСТРУКЦІЇ.....</b>	<b>188</b>
<i>Ірина РУДЕШКО, Анжеліка ЛЕЩЕНКО, Наталія НОВОХАЦЬКА</i>	
<b>СУЧАСНІ МЕТОДИ ОБСТЕЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ОСЕРЕДКУ ПОЖЕЖІ.....</b>	<b>189</b>
<i>Ірина РУДЕШКО, Яна САНДИГА</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ, ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ.....</b>	<b>191</b>
<i>Ірина РУДЕШКО, Олександра ШАПОВАЛ</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ, ПОШКОДЖЕНОГО ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ, ЩОДО ЙОГО ПРИДАТНОСТІ ДО ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....</b>	<b>193</b>
<i>Володимир СИДОРЕНКО, Сергій ЄРЕМЕНКО, Андрій ПРУСЬКИЙ, Олена БИКОВА</i>	
<b>ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПОЖЕЖ І НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ЗАСОБАМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ .....</b>	<b>195</b>
<i>Ігор СТИЛИК, Анатолій КОДРИК, Олександр ТІТЕНКО, Сергій ЖАРТОВСЬКИЙ, Андрій БОРИСОВ</i>	
<b>ЗАСТОСУВАННЯ ВОГНЕГАСНОЇ РЕЧОВИНИ НА ОСНОВІ ВОЛОГОУТРИМУЮЧИХ ПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ТВЕРДИХ ГОРЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>197</b>

<i>Володимир ТОВАРЯНСЬКИЙ</i> <b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ ЗАЙМАННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ .....</b>	<b>200</b>
<i>Дмитро ТРЕГУБОВ, Євген СЛЕПУЖНИКОВ</i>	
<b>ПОГЛИНАННЯ ІОНІЗУЮЧОГО ПРОНИКНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДИСПЕРСНИМИ МАТЕРІАЛАМИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ .....</b>	<b>202</b>
<i>Юрій ФЕЩУК, Ярослав БАЛЛО, Світлана ГОЛІКОВА, Андрій ЦИГАНКОВ</i>	
<b>ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТРУБ ЗІ ШТУЧНИХ ПОЛІМЕРІВ СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ НА ТЕРИТОРІЇ АЕС .....</b>	<b>204</b>
<i>Лариса ХАТКОВА, Роман ЩЕРБИНА</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ГОРІННЯ РІЗНИХ РЕЧОВИН НА ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТАХ .....</b>	<b>205</b>
<i>Олег ШАПОВАЛОВ</i>	
<b>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАПІВПРОВІДНИКІВ В АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПОЖЕЖОГАСІННЯ .....</b>	<b>207</b>
<i>Андрій ШВИДЕНКО, Сергій КАСЯРУМ, Станіслав ЩІПЕЦЬ, Руслан КЛОЧОК</i>	
<b>ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ .....</b>	<b>209</b>
<i>Андрій ШВИДЕНКО, Віталій НУЯНЗІН, Артем МАЙБОРОДА, Яна ЗМАГА, Олена БОРСУК, Андрій ЦІВЧИК</i>	
<b>ХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ В МОДИФІКОВАНОМУ БЕТОНІ ПРИ ЙОГО НАГРІВАННІ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ .....</b>	<b>210</b>
<i>Андрій ШВИДЕНКО, Станіслав СІДНЕЙ, Михайло НЕСУХ, Андрій СУБОТА</i>	
<b>АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДРИВУ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЬНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ВІД ДНИЩА ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ .....</b>	<b>213</b>
<i>Євгеній ШКОЛЯР, Лариса МАЛАДИКА, Максим ПЛОСКОГОЛОВИЙ</i>	
<b>ВИЗНАЧЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК КАТЕГОРІЙ ПРИМІЩЕНЬ ТА БУДІВЕЛЬ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ MICROSOFT EXCEL .....</b>	<b>214</b>
<i>Людмила ЯЩУК, Олена ЛУТ</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ФОСФАТ-ІОНІВ .....</b>	<b>216</b>
<i>Людмила ЯЩУК, Тетяна МАГЛЬОВАНА</i>	
<b>ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА НАСЛІДКИ ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ .....</b>	<b>218</b>
<i>Yuriy STARODUB, Borys MYHALICHKO, Helen LAVRENYUK, Andrii HAVRYS, Roman HUSHCHAK, Bogdan KUPLYOVSKYI, Henryk POŁCIK</i>	
<b>ENVIRONMENTAL GEOPHYSICAL AND FIRE SAFETY STUDY ON THE BLACK-BALTIC SEAS WATERWAYS .....</b>	<b>220</b>

**Секція 4. Методи та засоби навчання як елементи системи забезпечення техногенної та пожежної безпеки**

<i>Володимир АРХИПЕНКО, Дар'я ШАРІПОВА, Олександр ДАНЬКІВ</i> <b>ФОРМУВАННЯ ЗМІСТУ ТА ОБСЯГІВ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПРАЦІВНИКІВ ОРГАНІВ І ПІДРОЗДІЛІВ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ .....</b>	<b>222</b>
<i>Руслана АТАМАНОВА</i>	
<b>ЦИФРОВИЙ ПІДРУЧНИК ДЛЯ НАВЧАННЯ ДІТЕЙ БЕЗПЕКИ: ОСВІТНІЙ ТРЕНД ЧИ ВИМОГА ЧАСУ? .....</b>	<b>225</b>
<i>Оксана БОЙКО</i>	
<b>ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МІСЦЕВОЇ ТА ДОБРОВІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ В УКРАЇНІ .....</b>	<b>227</b>
<i>Неля ВОВК, Софія БАРМІНА, Ольга ЛАВРІНЕНКО</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ТА НАСЛІДКИ ПОРУШЕНЬ СЛУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ .....</b>	<b>228</b>



<i>Неля ВОВК, Олександра БОРОВИК</i>	
<b>ВПЛИВ ДОВГОТРИВАЛОГО СТРЕСУ В УМОВАХ ВІЙНИ: ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ .....</b>	<b>230</b>
<i>Неля ВОВК, Олександра БОРОВИК</i>	
<b>ПІДХОДИ ДО КОНЦЕПЦІЇ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ МИНУЛОГО ТА ВИКЛИКІВ СЬОГОДЕННЯ.....</b>	<b>233</b>
<i>Неля ВОВК, Олександра БОРОВИК</i>	
<b>ПРОБЛЕМА АНАЛІЗУ ПСИХОСОЦІАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ ВІЙНИ.....</b>	<b>235</b>
<i>Тарас ГЕМБАРА</i>	
<b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ПРОГРАМНИМ ПАКЕТОМ МАТНСАД.....</b>	<b>237</b>
<i>Антоніна ДМИТРИЄВА</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ У КРАЇНАХ ЄВРОСОЮЗУ .....</b>	<b>239</b>
<i>Іван ІЩЕНКО</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ДСНС УКРАЇНИ.....</b>	<b>241</b>
<i>Віталій КАРАЩУК, Микола ГУМЕНЮК</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ АСПЕКТІВ ВІКОВОЇ ПСИХОЛОГІЇ ТА ПЕДАГОГІКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПРАЦІВНИКАМИ ДСНС УКРАЇНИ ПРОСВІТНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ .....</b>	<b>242</b>
<i>Василь КРИШТАЛЬ</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРЕНІНГОВОГО НАВЧАННЯ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ДСНС УКРАЇНИ .....</b>	<b>244</b>
<i>Павло ЛЕВЧЕНКО, Олександр ЧЕРНЕНКО</i>	
<b>ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ....</b>	<b>246</b>
<i>Лариса МАЛАДИКА</i>	
<b>РЕАЛІЗАЦІЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ В УМОВАХ ЗВО ДСНС УКРАЇНИ .....</b>	<b>247</b>
<i>Микола ПЕЛИПЕНКО</i>	
<b>ПРОБЛЕМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ В ПЕДАГОГІЧНИХ ТА ПСИХОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ .....</b>	<b>249</b>
<i>Микола ПЕЛИПЕНКО</i>	
<b>СТРУКТУРНІ КОМПОНЕНТИ ГОТОВНОСТІ ДО НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....</b>	<b>251</b>
<i>Микола ПЕЛИПЕНКО, Ігор НОЖКО</i>	
<b>ДІАГНОСТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІЗ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЗВО ДСНС УКРАЇНИ .....</b>	<b>252</b>
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Станіслав СІДНЕЙ, Ольга НЕКОРА, Ірина РУДЕШКО, Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ, Іван ІЩЕНКО</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ НАСТАННЯ ГРАНИЧНИХ СТАНІВ З ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПОРОЖНИСТОЇ ПЛИТИ .....</b>	<b>254</b>
<i>Віктор ПОКАЛЮК, Тетяна БЕРНІКОВА</i>	
<b>БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В ЗАКЛАДАХ ПРОФЕСІЙНОЇ (ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ) ОСВІТИ: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ.....</b>	<b>256</b>
<i>Віктор СТРИЛЕЦЬ, Дмитро БЕЛЮЧЕНКО, Ігор МАЛОВИК</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ОБҐРУНТУВАННЯ НОРМАТИВІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ОПЕРАТИВНИХ РОЗГОРТАНЬ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ У ЗАХИСНОМУ СПОРЯДЖЕННІ ІЗ ЗАСОБАМИ БРОНЕЗАХИСТУ .....</b>	<b>257</b>
<i>Роман ЧЕРНИШ, Артем МАЙБОРОДА</i>	
<b>ЩОДО ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ПОЖЕЖНОЇ СПРАВИ .....</b>	<b>259</b>

*Наукове видання*

*Матеріали  
XV Міжнародної науково-практичної конференції*

***ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ  
ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ***

Підписано до друку 16.04.2024 р. Замовлення № 6.  
Обл.-вид. арк. 19,2. Ум. друк. арк. 34,25.  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України  
18034, м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8.