



## **МАТЕРІАЛИ**

### **Круглого столу**

**«Об'єднання теорії та практики – запорука  
підвищення готовності оперативно-рятувальних  
підрозділів до виконання дій за призначенням»**

**Харків 2019**

*Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням. – Харків: НУЦЗУ, 2019. – 155 с. Українською та російською мовами.*

Включено матеріали, які доповідались на круглому столі на базі Національного університету цивільного захисту України.

Розглядаються аспекти вдосконалення діяльності оперативно-рятувальних підрозділів..

Матеріали розраховані на інженерно-технічних працівників Державної служби України з надзвичайних ситуацій, науково-педагогічний склад та здобувачів вищої освіти навчальних закладів України та інших країн світу.

## ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

### Голова:

**АНДРОНОВ**

**Володимир Анатолійович**

проректор з наукової роботи Національного університету цивільного захисту України, полковник служби цивільного захисту, Заслужений діяч науки та техніки України, доктор технічних наук, професор

### Заступник голови:

**ОЛІЙНИКОВ**

**Олексій Анатолійович**

начальник факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат психологічних наук, старший науковий співробітник

### Члени оргкомітету:

**КОВАЛЬОВ**

**Павло Анатолійович**

начальник кафедри пожежної та рятувальної підготовки Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент

**ЛІСНЯК Андрій**

**Анатолійович**

начальник кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент

**КАЛИНОВСЬКИЙ**

**Андрій Якович**

начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент

**ТАРАХНО**

**Олена Віталіївна**

начальник кафедри спеціальної хімії та хімічних технологій Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент

**БОРОДИЧ**

**Павло Юрійович**

доцент кафедри пожежної та рятувальної підготовки Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент

*В.Г. Аветісян, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
А.О. Найдьонов, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ТРЕНАЖЕРУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ДТП**

Аналіз технології проведення рятувальних робіт при транспортних аваріях показує, що найбільший вплив на організацію та послідовність їхнього проведення має прийняття рішення керівником. Важливим етапом підготовки керівника рятувальних робіт є набуття навичок прийняття рішення. Важливим елементом набуття таких навичок курсантам та студентам є розробка алгоритму прийняття рішення керівником рятувальних робіт в екстремальній ситуації. В даному випадку мова йде про організацію рятувальних робіт при ДТП.

На хід прийняття рішення впливає інформаційне забезпечення керівника, уміння збирати та аналізувати інформацію, що надходить від різноманітних джерел, відсіювати зайве та визначати головне. Здатність використовувати необхідну інформацію в організації дій підрозділів одна з важливих здібностей керівника рятувальних робіт [1].

Для забезпечення виконання завдань аварійно-рятувальних робіт (далі – АРР) в будь-яких умовах керівник має зберігати рівновагу та витримку в екстремальних ситуаціях. В тренажері закладено ситуації які дозволяють визначити вплив психологічної складової на керівника рятувальних робіт при транспортних аваріях. Даний тренажер призначено для визначення рівня теоретичних знань та організаційних навичок випускників навчальних закладів за темою: «Організація аварійно-рятувальних робіт при ДТП». Для цього в тренажері поставлено та вирішено наступні задачі.

Задача 1. Визначення рівня знань та умінь оцінки обстановки, прийняття рішення та постановка задач підлеглим підрозділам. З метою реалізації цієї задачі тренажер передбачає виконання окремих етапів АРР. На кожному етапі від курсанта (студента) вимагається уміння збирати необхідну інформацію для оцінки ситуації та прийняття рішення.

Задача 2. Визначення рівня володіння засобами та способами зв'язку, уміння встановлювати контакт з необхідними службами на місці аварії. Уміння аналізувати отриману інформацію та передавати до керівних органів.

Задача 3. Для створення психологічного навантаження на курсанта (студента) в тренажері передбачено використання відео сюжетів, моделювання ситуацій, які вимагають прийняття неординарних та швидких рішень.

Задача 4. Визначення критеріїв та порядку оцінювання знань курсантами (студентами). В програмному тренажері передбачено окреме оцінювання теоретичних та практичних знань, а також визначення загального рівня підготовки за їхньою сумою.

Задача 5. Однією з важливих задач поставлених та реалізованих в тренажері є можливість курсантів (студентів) звертатися за допомогою. Для цього в тренажер вмонтовано джерело інформації у вигляді підручника з відповідної теми [2]. Виходячи з того, що тренажер є більш контрольним ніж навчальним, кожне звернення за підказкою враховується програмою.

Модель реалізації програмного тренажера являє собою технологію, яка була розроблена в НУЦЗУ, а саме це єднання 3D- графіки та реального відео, що відображає виконання прийнятих рішень курсантом чи студентом, який виконує обов'язки керівника структурного підрозділу ДСНС при ліквідації наслідків ДТП з легковим автомобілем, який лишився на колесах (рис.1).

Функціонально програмний тренажер складається з 3-х блоків:

- перший блок – це визначення теоретичної підготовки курсанта;
- другий блок – це практичне віртуальне виконання дій щодо ліквідації наслідків

ДТП, а саме: отримання повідомлення про ДТП, виїзд підрозділу ДСНС, прибуття на місце аварії, прийняття рішень керівником підрозділу щодо: розвідки ситуації, забезпечення безпеки постраждалого та особового складу, надання медичної допомоги, вилучення постраждалого, та транспортування;

– третій блок – це аналіз дій курсанта, який виконував роль керівника підрозділу та надання йому практичних рекомендацій.



**Рис. 1 – Схема функціонування програмного тренажера**

Головною ідеєю концепції програмних тренажерів є як найбільше приближення курсанта чи студента в те психологічне середовище, яке буде на реальній надзвичайній ситуації.

Розроблений тренажер не охоплює всіх ситуацій які можуть трапитися під час автомобільних аварій, однак він розроблений із застосуванням основних видів дій рятувальників загального алгоритму рятувальних робіт при ДТП. Реалізована в тренажері логіка дозволяє визначити ступінь як теоретичної так і практичної підготовки курсантів (студентів). Особливістю тренажеру є те, що він одночасно дозволяє не тільки перевіряти знання але і навчати. Інтерфейс тренажеру та звукові ефекти розроблені таким чином, щоб той хто навчається максимально відчував себе причетним до подій які відбуваються в тренажері [3]. Даний тренажер доцільно використовувати при модульному контролі знань за темою: «Організація аварійно-рятувальних робіт при ДТП».

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України 2 жовтня 2012 року № 5403-VI (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст.458).
2. Моррис Б. Холматро техника спасения из автомобиля: Методическое пособие, К.: ПОСТ-01, 2005. 98 с.
3. Троелсен Э. Язык программирования C#2010 и платформа NET 4, Пятое издание: Вильямс, 2011, 1392 с.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ ШЛЕЙФІВ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ З УРАХУВАННЯМ ДОВЖИНИ ДРОТЯНИХ З'ЄДНАНЬ

В умовах ринкової економіки оптимізація розміру витрат на обладнання об'єктів системами автоматичного протипожежного захисту, за умов виконання такими системами своїх функцій та відповідності вимогам чинних нормативних документів, є актуальною задачею. Тому в роботі [1] було виконано формалізацію задачі розміщення пожежних сповіщувачів в термінах геометричного проектування та була побудована її математична модель.

Але, у згаданій роботі, та у багатьох інших [2-4] оптимізація витрат виконувалась шляхом спроб зменшення кількості сповіщувачів. Хоча в системах великої ємності суттєвий вплив на сумарну вартість реалізації проекту дає довжина дротів в шлейфах пожежної сигналізації. Тому задачею даної роботи є розробка математичної моделі сумісної процедури розміщення пожежних сповіщувачів і трасування шлейфів пожежної сигналізації.

При трасуванні дротових з'єднань у системах пожежної сигналізації використовуються два основних види дротових з'єднань: кільцеве з більшою кількістю датчиків і радіальне, коли з однієї точки може виходити кілька шлейфів з обмеженою кількістю датчиків на кожному.

Перша задача є класичною задачею комівояжера. Задача побудови радіального з'єднання можна представити у вигляді варіанта задачі маршрутизації без вимоги про повернення в стартову точку.

На підставі засобів моделювання відношень між об'єктами які приймають участь у покритті вигляді  $\rho$ -функцій, квазі- $\rho$ -функцій, функцій належності й квазі-функцій належності, частина з яких отримана і наведена у [5], узагальнена математична модель комплексної задачі розміщення пожежних сповіщувачів і трасування шлейфів пожежної сигналізації може бути записана у вигляді

$$F(u) \longrightarrow \min, \quad (1)$$

$$u \in W \subset R^\delta$$

$$W = \{u \in R^\delta : \varphi^{pk} C_i \geq 0 \forall (i, k) \in \Xi_1, \quad (2)$$

$$\varphi^{t_{ijk} \Omega^*} \geq 0, \Phi_{-}^{C_i C_j} \geq 0 \forall (i, j, k) \in \Xi_2,$$

$$\varphi^{t_{ijk} C_{sk}} \geq 0, \Phi_{-}^{C_i C_j} \geq 0 \forall (i, j, s, k) \in \Xi_3, \Psi \geq 0\},$$

де  $\Omega$  – область, яка потребує покриття;

$F(u)$ ,  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$  – довжина дротяної мережі;

$\sigma = 2n + 1$ ,  $l$  – кількість додаткових змінних, що залежить від постановки задачі, обраних засобів моделювання відносин між геометричними об'єктами й виду технологічних обмежень задачі;

$u = (u_1, u_2, \dots, u_n, t)$  – вектор змінних задачі;

$t$  – вектор додаткових змінних задачі;

$u_i = (x_i, y_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  – параметри розміщення  $i$ -го кола;

$\varphi^{pkC_i}$ ,  $\varphi^{tijkC_{sk}}$  – функції належності;

$\varphi^{tik\Omega^*}$  – функції (або квазі-функції) належності (залежно від виду області  $\Omega$  й обраних засобів моделювання відносин між геометричними об'єктами);

$t_{ijk} = f(u_i, u_j, k)$ ,  $k \in \{1, 2\}$  – точка перетинання окружностей  $C_i$  і  $C_j$ ;

$f(u_i, u_j, k)$ ,  $k \in \{1, 2\}$  – функція, яка розраховує координати точок перетинання окружностей  $C_i$  і  $C_j$ ;

$\Phi_{-}^{C_i C_j} = 4r^2 - (x_i - x_j)^2 - (y_i - y_j)^2$  – псевдонормалізована  $\rho$ -функція, що формалізує умови розміщення пари кіл на максимально припустимій відстані  $\rho=0$ ;

$E_1, E_2, E_3$  – індексні множини для опису умов повноти покриття;

$\Psi(u)$  – система допоміжних обмежень (наприклад, умов належності центрів кіл області  $\Omega$ ).

До речі, аналогічний підхід можна використати при будові розподільчих мереж автоматичних установок водяного пожежогасіння за нормативними схемами розміщення зрошувачів з роботи [6].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Антошкин А. А., Комяк В. М., Романова Т. Е. Особенности построения математической модели задачи покрытия в системах автоматической противопожарной защиты // Радиоэлектроника и информатика. Харьков : ХНУРЭ. 2001. № 1. С. 75–78.
2. Бабуров В.П., Колосов И.С., Пранов Б.М. Размещение автоматических пожарных извещателей с учетом степени перекрытия защищаемой площади // Пожарная техника, тактика и автоматические установки пожаротушения. М : ВНИИПО. 1975. С. 118–123.
3. Родэ А.А., Рыжов А.М., Яйлиян Р.А. К вопросу о рациональном размещении тепловых пожарных извещателей в помещении // Автоматическое тушение пожаров. М : ВНИИПО. 1975. С. 25-33.
4. Родэ А.А., Борисов В.С., Рыжов А.М. Определение времени срабатывания извещателей, реагирующих на повышение температуры в помещении // Пожарная техника и тушение пожаров. Информационный сборник. М.: Стройиздат. 1974. № 12. С. 88-94.
5. Antoshkin O., Pankratov O. Construction of optimal wire sensor network for the area of complex shape // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 6, N 4(84). P. 45-53. Way of Access : DOI: 10.15587/1729-4061.2016.86171.
6. Бондаренко С.Н., Дрога М.А. Формализация методики размещения спринклерных оросителей по шахматной схеме // Проблемы пожарной безопасности. 2012. №32. С. 26-31.

*О.Є. Безуглов, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
Д.Р. Литовченко, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ФОРМУВАННЯ СУЧАСНИХ ФОРМ ТА МЕТОДІВ НАВЧАННЯ РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ВИСОТІ**

Необхідно визнати, що засоби порятунку з висоти є не тільки останньою, а часто і єдиною можливістю провести безпечну евакуацію людей із зони надзвичайної ситуації. На підставі проведеного дослідження закордонного досвіду визначені основні підходи до застосування колективних комплексів порятунку в даній сфері. При розгляді цієї проблеми на сучасному етапі необхідно враховувати обставини і причини, зв'язані з розширенням спектра небезпечних факторів у традиційних областях промисловості за рахунок використання нових процесів, методів і засобів.

Таким чином, стає необхідним створення фахової підготовки працівників підрозділів оперативно-рятувальних служб, спеціалізацією яких є проведення аварійно-рятувальних робіт на висоті з використанням спеціального рятувального оснащення та страхувальних засобів, які поряд із завданням оперативно-рятувальної служби, зможуть виконувати задачі, пов'язані з проведенням аварійно-рятувальних робіт на висоті. Це в свою чергу говорить про необхідність створення досконалої системи навчання особового складу підрозділів ДСНС до робіт даного профілю.

Спектр верхолазних робіт, з якими може зіткнутися особовий склад оперативно-рятувальних підрозділів, досить широкий. Це можуть бути й евакуаційні роботи у висотних житлових будинках (у випадку пожежі, обвалення конструкцій і т.д.), витяг потерпілого з замкнутих порожнин (колодязі, каналізаційні люки), роботи з евакуації пасажирів канатно-крісельних і маятникових підвісних доріг, роботи на промислових висотних об'єктах (антени, баштові крани, труби, телевізійні вежі). Не можна не враховувати і той факт, що в останні роки, зі збільшенням популярності екстремальних видів спорту (альпінізм, скелелазіння, спелеологія), різко зросло і кількість надзвичайних ситуацій, зв'язаних з цими видами діяльності. У ході виконання різних рятувальних операцій у гірських районах, а так само в містах після ураганів, землетрусів, вибухів промислових об'єктів пожежним-рятувальникам приходиться виконувати свої задачі в умовах, де не можливе використання спецтехніки для підйому на висоту.

Програма по висотно-рятувальній підготовці розроблена для курсантів та студентів НУЦЗУ і є основним документом у плануванні, організації навчально-тренувальної та виховної роботи. Під час розробки програми був урахований багаторічний передовий досвід підготовки кваліфікованих спортсменів, а також груп спецпризначення.

Навчальний матеріал програми складається з теоретичного та практичного розділів, викладений відповідно до змісту роботи у групах 1-4 років навчання, що дозволяє викладачам виробити єдиний комплексний підхід до оцінки навчального процесу в багаторічній системі підготовки курсантів.

Основними форми навчально-тренувальної роботи є:

- групові теоретичні заняття;
- практичні заняття і тренування відповідно до вимог програми;
- індивідуальні заняття згідно з планами тренувальних занять;
- навчально-тренувальні заняття під час навчально-тренувальних зборів;
- участь у змаганнях і показових виступах. перегляд та аналіз навчальних кінофільмів, відеозаписів, слайдів тощо;
- тренерська та суддівська практика.

Відповідно до загальних вимог визначені й основні завдання роботи з кожною навчальною групою:



- навчально-тренувальні групи - всебічна фізична підготовка; розвиток сили, швидкості; вивчення та удосконалення структури виконання основних і спеціально-допоміжних вправ; виховання працьовитості та вольових якостей; участь у змаганнях; розвинення спеціальних фізичних здібностей; підвищення спеціальної працездатності шляхом поступового підвищення тренувальних навантажень; вивчення тактики поведінки на змаганнях та удосконалення змагального досвіду; виховання вольових якостей, самостійності й дисциплінованості;

- групи спортивного удосконалення - побудова бази загальної та спеціальної фізичної підготовки до рівня вищих досягнень; розвиток спеціальних фізичних якостей; підвищення обсягу та інтенсивності тренувальних навантажень; досягнення стабільності виступів у змаганнях усіх рівнів;

- групи вищої спортивної майстерності - значне підвищення обсягу та інтенсивності тренувальних навантажень; досягнення високих результатів в обраному виді скелелазіння; подальший розвиток спеціальних фізичних якостей; удосконалення фізичної, технічної, психологічної й тактичної підготовленості в досягненні високої спортивної майстерності у змаганнях самого високого рівня; досягнення високого рівня теоретичної підготовки щодо методики спортивного тренування.

В даний час в гарнізонах ДСНС України формується відповідна система навчання. Разом з тим існують відповідні проблеми та протиріччя в функціонуванні даної системи, такі, як:

- недостатня відповідність існуючих навчальних програм сучасній законодавчій і нормативній правовій базі в сфері проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах;

- відсутність навчальної програми (переліку тематичних навчальних питань) для населення, незайнятого в сферах виробництва й обслуговування;

- відсутність спеціалізованих підручників, навчальних посібників для різних груп населення. Виключення складають учбово-методичні матеріали, професійного спрямування;

- низький рівень наукового опрацювання питань вибору раціональних форм (лекцій, практичних занять, навчань і тренувань, дистанційних занять і т.п.) і методів навчання для різних груп населення;

- недостатній розвиток навчально - матеріальної бази;

- низький рівень використання в навчальному процесі сучасних інформаційних технологій, елементами яких є мультимедійні засоби навчання, електронні навчальні посібники, комп'ютерні тести і т.п.

Проведений аналіз дозволив знайти ряд недоліків у функціонуванні системи навчання. Для їхнього усунення необхідне проведення спектра заходів щодо удосконалення відповідної нормативно - правової й навчально - методичної бази на основі широкого застосування сучасного наукового апарату. Початковим етапом цього процесу повинна стати комплексна науково - дослідна робота. Також необхідно наголосити на необхідності розробки програми відбору пожежних рятувальників для проведення висотних аварійно - рятувальних робіт, поряд з функціональним і технічним компонентами, що включають і психологічний.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пожежно - рятувальна підготовка: навч. посіб./ О.Є.Безуглов, І.А.Горпінич, Д.В. Олейник, О.М. Семків. – Х.: НУЦЗУ, 2011- 159 – 163с.

2. Мартинов А. И. Промальп – промисловий альпінізм. – М.:”Спортакадемпрес”, 2001. – С. 34 – 51.

3. Martens, R. Coaches guide to sport psychology. Champaign, IL: Human Kinetics, 1987.98 -112с.Gould D., Krane V., / The arousal-athletic performance relationship: Current status and future direction. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992, pp. 119 – 141.

*О.С. Безуглов., к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
М.В. Новак., здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ РЯТУВАННЯ ЛЮДЕЙ ІЗ БУДІВЕЛЬ ПІДВИЩЕНОЇ ТА ВИСОТНОЇ ПОВЕРХОВСТІ**

Аналіз пожеж показує, що здійснити евакуацію всіх людей з висотних будівель, до появи в будівлі гранично допустимих значень небезпечних факторів пожежі, в більшості випадків неможливо. Швидкість поширення диму та теплових потоків настільки велика, що навіть при працюючій системі протипожежного захисту люди можуть бути заблоковані в приміщеннях.

Проведеними розрахунки на пожежно-тактичних навчаннях, евакуацію людей по сходовим клітинам можна вважати безпечною тільки для будинків, що не перевищують 10÷12 поверхів. При евакуації з більш високих будинків на сходових клітинах утворюються людські потоки високої щільності, що збільшує час перебування людей у палаючому будинку і робить евакуацію небезпечною. Тому в аварійних умовах сходові клітини багатопверхових громадських будинків можуть бути використані тільки для часткової евакуації. Так, у 20-поверхових будинках час руху при змушеній евакуації по сходах складає 15÷18хв, у 30-поверхових - 25÷30хв. Затримка евакуації на 2 хв. приводить до того, що успішно можуть залишити будинок тільки 13% людей. Недостатня надійність систем протидимного захисту може зробити пішохідну евакуацію з висотних будинків неможливою через наростання небезпечних факторів пожежі на шляхах евакуації.

Використання АД і КП для евакуації не завжди виявляється можливим. Крім того, більшість пожежно-рятувальних частин нашої країни оснащено автодрабини 30-метрової довжини, що відповідає рівневі 9-10-поверхового будинку. Таким чином БПП з масовим перебуванням людей повинні мати як додаткові засоби евакуації, що характеризуються високою пропускнуою здатністю, безпекою, малим часом евакуації і не потребують від людей спеціальних знань і навичок для їхнього використання.

Основним елементом, що забезпечує безпечний спуск людей з висоти в рятувальних пристроях, є еластичний рукав, принцип дії якого заснований на створенні достатньої сили тертя між стінками рукава й одягом людини, що спускається усередині його. Швидкість спуску в рукаві може регулюватися, що забезпечується безпосередньо за рахунок зміни положення частин тіла або рятувальниками, що знаходяться на землі: рукав можна відхилити від вертикалі, закрутити або пережати руками. Рятувальний рукав придатний для спуску людей будь-якого віку, комплекції, фізичного і психічного стану. При користуванні рятувальним рукавом люди не відчувають страху висоти.

Найбільше швидко й ефективно рятувальний рукав може бути використаний при його стаціонарному розміщенні в будинку в зоні можливого потоку або скупчення людей. Використання рятувального рукава на КП дозволяє істотно підвищити продуктивність рятувальних операцій. Рятування людей за допомогою еластичного рукава, колінчатого підйомника, АД:

Сумарний час  $T_c$  рятувальної операції по рятуванню всіх людей із усіх місць їхнього зосередження за допомогою одного засобу рятування:

$$T_c = \sum_{k_1} t_1 + \sum_{k_1} t_2 + \sum_{k_1} T t_3 + \sum_{k_2} t_4 + \sum_{k_2} t_5 + \sum_{k_2} t_6 \quad (1)$$

де  $t_1$  час приведення засобу рятування в робочий стан на необхідній позиції (у середньому 120 с);

$t_2$  - час підйому, повороту і висування засобу рятування до місця зосередження людей, що рятуються:

$$t_2 = h / V_B \quad (2)$$

де  $h$  - висота висування, м;

$k_1$  - число місць зосередження людей, що рятуються;

$k_2$  - число передислокацій засобу рятування з однієї позиції на іншу;  $k_1 = k_2 - 1$ ;

$V_B$  - швидкість висування (у середньому 0,3 м/с);

$T_\phi$  - фактичний час спуска на землю всіх рятуються з одного місця зосередження за допомогою еластичного рукава або колінчатого підйомника:

$$T_\phi = \Pi n k k \quad (3)$$

де  $\Pi$  - пропускна здатність засобу рятування;

$n$  - число людей, що терплять нещастя при пожежі, в одному місці зосередження на висоті  $h$  метрів;

$k$  - коефіцієнт затримки, що враховує збільшення часу спуску на землю за рахунок утрат часу при вході людей, що рятуються, у засіб рятування Фактичний час  $T_{\phi 1}$  спуска на землю першої людини, що рятується за допомогою АД:

$$T_{\phi 1} = 6 \Pi h k \quad (4)$$

Фактичний час  $T_{\phi n}$  спуска на землю  $n$ -ї людини, що рятується за допомогою АД:

$$T_{\phi n} = T_{\phi 1} + 6 \Pi h_1 (n - 1) k \quad (5)$$

де  $h_1$ , — відстань по вертикалі між людьми, що спускаються по сходах;  $h_1 = 3$  м;

$t_4$  — час зрушування, повороту й опускання засобу рятування;  $t_4 = t_2$ ;

$t_5$  — час приведення засобу рятування в транспортабельний стан;  $t_5 = t_1$ ;

$t_6$  - час передислокації засобу рятування з однієї позиції на іншу;

$$t_6 = S / V \quad (6)$$

де  $S$  - відстань передислокації, м;

$V$  - швидкість передислокації;  $V = 0,5$  м/с.

Кількість  $N_{cn}$  засобів рятування при необхідному часі  $T_{mp}$  проведення операції по рятуванню людей із усіх місць зосередження:

$$N_{cn} = T_c / T_{mp} \quad (7)$$

де  $T_{mp}$  - час, після закінчення якого хоча б один небезпечний фактор пожежі в місці зосередження людей, що рятуються, приймає небезпечне для життя людини значення. Розраховується для конкретних умов або підбирається виходячи з досвіду рятування людей в аналогічних випадках.

Евакуаційні та рятувальні роботи проводять з урахуванням обстановки на пожежі, наявності сил і засобів, психологічного стану людей. Визначаючи кількість додаткових сил і засобів, КГП повинні оцінити, яка обстановка на пожежі може скластися до моменту прибуття і включення їх у оперативну роботу.

Рятування людей при пожежах з БПП і ВБ представляє велику проблему і лягає на плечі співробітників оперативно-рятувальних підрозділів, які в свою чергу, зазнають значні труднощі з комплектуванням різною рятувальною технікою та рятувальними пристроями як групового, так і індивідуального призначення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МНС України від 16.12.2011 року №1342 «Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України».
2. О.Є. Безуглов., та ін. Пожежно-рятувальна підготовка.
3. Copyright by Center of Fire Statistics of CTIF 2018.

УДК 614.84

*Д.Ю. Белюченко, викладач каф., НУЦЗУ,  
В.М. Стрілець, д.т.н., ст. наук. співр., ст. наук. співр. НДЦ, НУЦЗУ,  
М.Е. Зюбін, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## ДІЯЛЬНІСТЬ ДОБРОВІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ СЛУЖБИ ЗА КОРДОНОМ

Однією з пріоритетних завдань будь-якої держави є забезпечення пожежної безпеки. Для попередження і (або) гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт залучаються не тільки державні структури, а й безпосередньо громадяни. Добровільна пожежна служба організовується на громадських засадах звичайними небайдужими громадянами. залучення добровольців ефективно при гасінні пожеж, вигідно для держави, економічно обґрунтовано і доцільно. Пожежні, які працюють на принципах добровільності, є в багатьох країнах Європи, Америки та інших, включаючи і Схід, і Азію. В різних країнах відносини держави і пожежних відрізняються. Світовий досвід показує, що добровільна пожежна служба вельми багатоліка і неоднорідна, має різні історичні корені, національні особливості і традиції. Разом з тим, у всіх країнах вона створена з метою об'єднання зусиль громадян (Непрофесіоналів) в боротьбі з пожежами. В даний час практично у всіх країнах світу, поряд з професійною пожежною службою, існує добровільна пожежна служба. Її організаційна структура, система управління, форми мотивації працівників визначаються регіональними та національними факторами і традиціями. Як показав аналіз діяльності пожежної служби країн світу, чисельність добровільної пожежної служби в порівнянні з професійною неоднорідна. У багатьох країнах чисельність пожежних добровольців у багато разів перевищує чисельність професійних пожежних (Німеччина). У деяких країнах пожежна охорона майже повністю складається з добровольців (наприклад, Японія, Сінгапур).

Завдання, які вирішує добровільна пожежна служба різних країн світу також неоднорідні. Так, у Франції, Хорватії добровільні формування використовуються в дуже широкому діапазоні завдань. Крім гасіння пожеж, це і ліквідація наслідків ДТП, і екстрена робота в прогресивних середовищах, під водою, промисловий альпінізм.

Особливість організації навчання співробітників пожежних і рятувальних служб в США зумовлена формою державного устрою. Сполучені Штати є федеративною державою, в якому штатам історично надана велика ступінь самостійності. Кожен штат має свою конституцію і законодавство, в тому числі і регламентує організацію і діяльність пожежної охорони. Таким чином, в США діють державна пожежна служба і пожежна служба штатів. Цим обумовлено різноманіття в організації підготовки співробітників пожежної служби.

Кожен штат має право організувати підготовку і підвищення кваліфікації співробітників місцевих пожежних і рятувальних служб на свій розсуд.

Таблиця 1. Розподіл добровільної пожежної служби у різних країнах світу

Країна	Частка участі пожежної служби
Швеція	Добровільна пожежна служба становить понад 80% чисельності пожежної служби країни
США	Добровільна пожежна служба становить понад 72% чисельності пожежної служби країни
Франція	Добровільна пожежна служба становить 90% чисельності пожежних організацій
Німеччина	Добровільна пожежна служба становить 70% чисельності пожежних організацій
Чехія	Добровільна пожежна служба становить 97% чисельності пожежних організацій завдання

У США добровільна пожежна служба несе відповідальність за гасіння пожеж та забезпечення безпеки життєдіяльності населення. В її обов'язки входить реагування на всі пожежі, дорожньо-транспортні пригоди, небезпечні інциденти та надзвичайні погодні умови. Деякі підрозділи добровільної пожежної служби також відповідають за надання медичної допомоги, порятунок потопаючих. Чи не мале значення приділяється і професійній підготовці добровільних пожежних. Так у багатьох штатах США для підготовки пожежних використовують критий тренувальний комплекс, який включає в себе лекційні зали, класи і три сучасних симулятора пожежі: «будинок в поле», «палаючий будинок» і «метро». Тренувальний комплекс вчить пожежних США мислити стратегічно в екстрених ситуаціях, створюючи імітацію різних за своїми параметрами пожеж. Головним плюсом даного комплексу є те, що він дозволяє передбачити елементи раптовості і небезпеки. Однак, незважаючи на ряд позитивних моментів, використання комплексу не сприяє розвитку таких фізичних якостей як витривалість і сила

У Німеччині для професіоналів і добровольців немає відмінностей у кваліфікаційних вимогах. Всі вони проходять одну підготовку в пожежних школах. У кожній федеральній землі є своя пожежна школа. Тривалість підготовки складається 2 роки, включаючи практику в різних містах країни.

У Франції рівень підготовки добровольців практично ідентичний рівню професійних пожежних. Для навчання, як для добровільних, так і для професійних пожежних Франції впроваджена 400 годинна програма підготовки, якої передуює медичне, спортивне і спеціальне тестування. Це дозволяє здійснювати їх якісний відбір. Добровольці у Франції проходять також спеціальну підготовку - мінімум 250-260 годин на рік. Складають іспити і тільки після цього з ними укладають договір на п'ять років. Після навчання добровольця включають в графік чергувань, який в попередньому порядку погоджують з його начальством за основним місцем роботи. В Італії технічне оснащення і рівень підготовки добровольців практично не відрізняються від наявного у професійних пожежних. Пожежний-доброволець тут може перейти на службу в професійне підрозділ і навпаки. Високі фізичні та психологічні вимоги пред'являються до добровольців в Хорватії. Там вони проходять навчання в спеціальних школах на місцях і атестуються кожні два роки. Однак, якщо на навчання професіоналів відводиться 1000 годин, то на добровольців - тільки 74 години.

Таким чином, ми бачимо, що добровільна пожежна служба різних країн світу досить неоднорідна за кількісним складом, підготовкою кадрів, важливістю завдань і за рівнем забезпеченості..

## ЛІТЕРАТУРА

1. Emergency Incident Rehabilitation February 2008 Режим доступу [https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/fa\\_314.pdf](https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/fa_314.pdf)
2. NFPA 1720, Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppres Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by Volunteer Fire Departments Режим доступу: [http://www.niordc.ir/uploads/nfpa\\_1720\\_-\\_2004.pdf](http://www.niordc.ir/uploads/nfpa_1720_-_2004.pdf)
3. Instructor and student guide <https://www.riohondofire.com/CSFM%20RIC.pdf>

УДК 614.84

*Д.Ю. Белюченко, викладач каф., НУЦЗУ,  
В.М. Стрілець, д.т.н., ст. наук. співр., ст. наук. співр. НДЦ, НУЦЗУ,  
В.С. Нанкова, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

### ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ТА ВПЛИВУ ЧИННИКІВ НА ДІЇ З ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРН

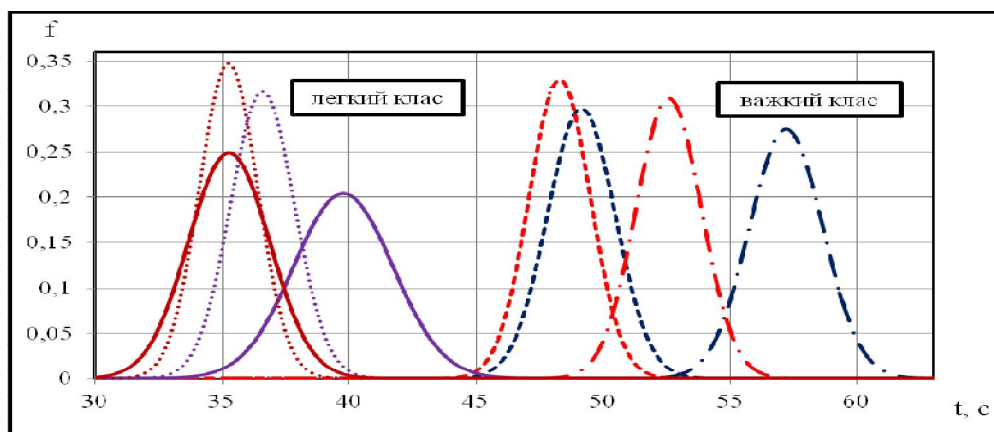
Дослідження питань розробки рекомендацій особовому складу оперативних розрахунків пожежних автомобілів на сьогоднішній день відбувається за результатами дослідження процесу виконання рятувальниками операцій та процесів, які є типовими під час гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт. Оперативне розгортання сил і засобів - це приведення сил і засобів пожежно-рятувальних підрозділів в стан готовності для виконання поставлених завдань під час пожежі, процес взаємодії номерів оперативного розрахунку на пожежних автоцистернах між собою і дій із застосуванням пожежно-технічного обладнання. Цей процес особливо з урахуванням пори року вимагає чіткої взаємодії і узгодженості особового складу, що є запорукою успішного і своєчасного введення сил та засобів на пожежі.

В доповіді відмічено, що існують чинники, які впливають на час оперативного розгортання пожежних автоцистерн це клас пожежних автоцистерн, рівень підготовленості особового складу та метеорологічні чинники, які можуть значно ускладнювати дії оперативного розгортання пожежно-рятувальної техніки. До таких чинників відноситься: осадки, висота сніжного покриву, вітер, стан ґрунту, температура, а також інші метеорологічні умови, котрі можуть бути тривалими, наприклад мінусова температура та сніжний покрив в зимовий час, та короточасні - осадки, туман, ожеледиця.

Показано, що оперативне розгортання в умовах низьких температур ускладнюється можливістю пробоїв в роботі насосна рукавних систем, відмовою роботи пожежної техніки та протипожежного водопостачання, скутість рухів при проведенні дій з оперативного розгортання та можливістю обмороження особового складу. У цих умовах дії особового складу повинні бути спрямовані на прискорення оперативного розгортання сил і засобів пожежно-рятувальних підрозділів.

Згідно з нормативними документами одним із критеріїв, за яким оцінюється ефективність підготовки пожежних-рятувальників до проведення оперативних розгортань пожежних автоцистерн, є час проведення оперативного розгортання. У зв'язку з цим були проведені експериментальні дослідження, в яких брали участь курсанти третього курсу Національного університету цивільного захисту України та пожежні штатних пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України. Методика проведення натурних експериментальних досліджень відповідала методиці, яка наведена в [2].

За отриманими результатами було здійснено порівняльний аналіз виконання типових оперативних розгортань на пожежних автоцистернах легкого та важкого класів з урахуванням умов пори року, а саме літній та зимовий час. В узагальненому вигляді отримані результати виконання, наприклад, оперативного розгортання «Подача ствола ГПС-600 через робочу лінію на три рукави діаметром 51 мм від автоцистерни» легкого (АППД-2 «Валдай») та важкого (МАЗ АЦ-40 (5309)) класів з урахуванням пори року наведені на рисунку 1.



**Рис.1.** Розподіл часу виконання оперативного розгортання автоцистерн легкого та важкого класів в залежності від пори року (синій колір – зима, червоний – літо) та рівня підготовленості пожежних (суцільна лінія – курсанти, пунктирна – пожежні штатних підрозділів)

**Висновки.** Аналіз експериментальних даних, отриманих за результатами різних варіантів оперативного розгортання, які проводились за різної пори року, а відповідно й різних метеорологічних умов, показав, що в більшій мірі цей чинник вплинув на результати діяльності менш підготовленого особового складу.

В доповіді відмічається, що для забезпечення повної готовності і здатності та ефективного проведення оперативної роботи особовим складом пожежно-рятувальних підрозділів в різних метеорологічних умовах доцільно звернути увагу на своєчасне навчання особового складу діям і прийомам виконання оперативного розгортання в зимовий період, забезпечити завчасний облік всіх можливих несприятливих метеорологічних чинників впливу на оперативну діяльність пожежно-рятувальних підрозділів, а також забезпечити високий рівень фізичної підготовленості та відмінне знання тактико-технічних характеристик пожежної техніки та пожежно-технічного обладнання.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стрілець В.М. Порівняльний аналіз виконання оперативних розгортань на пожежних автоцистернах різного класу / В.М. Стрілець, Д.Ю. Белюченко, Є.В. Іванов / Проблеми пожежної безпеки - 2018. - №43. - С.168-177
2. NFPA 1710 Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by Career Fire Departments. Режим доступу: <https://www.como.gov/CMS/granicus/downloadfile.php?id=11785&type=attachmen>
3. NFPA 1720, Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by Volunteer Fire Departments Режим доступу: [http://www.niordc.ir/uploads/nfpa\\_1720\\_-\\_2004.pdf](http://www.niordc.ir/uploads/nfpa_1720_-_2004.pdf)
4. Emergency Incident Rehabilitation February 2008 Режим доступу [https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/fa\\_314.pdf](https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/fa_314.pdf)

*С.Н. Бондаренко, к.т.н., доцент, доцент каф., НУГЗУ,  
М.Н Мурин, к.т.н., доцент, доцент каф., НУГЗУ,  
В.В Христич, к.т.н., доцент, зам. начальника каф., НУГЗУ*

## ВЫБОР РАЗМЕРОВ ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ СПРИНКЛЕРНОЙ ВОЗДУШНОЙ СЕКЦИИ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

На спринклерные воздухозаполненные секции в зависимости от класса помещения по пожарной опасности и типа секции (есть в наличии акселератор (экспаустер) или такое устройство отсутствует) накладываются ограничения на применение таких систем, которые сформулированы в [1], а именно:

- максимально допустимый объем трубопроводов ( $V_{\max}$ ), незаполненных водой;
- максимальный промежуток времени ( $t_{\max}$ ), необходимый для заполнения этих трубопроводов.

В данной задаче определяются параметры распределительной сети в зависимости от геометрических размеров защищаемого помещения.

Общий объем трубопровода, заполненного воздухом, в спринклерной воздушной системе можно определить из выражения:

$$V_{TP} + \sum_{i=1}^N V_{B_i} = V_{\max} - V_{num} \quad (1)$$

где  $V_{TP}$  – объем центрального распределительного трубопровода распределительной сети в защищаемом помещении;

$\sum_{i=1}^N V_{B_i}$  – суммарный объем ветвей распределительной сети в защищаемом помещении;

$N$  – число ветвей;

$V_{\max}$  – максимально-допустимый объем трубопроводов для воздухозаполненной спринклерной системы (определяется по [1] в зависимости от класса помещения по пожарной опасности);

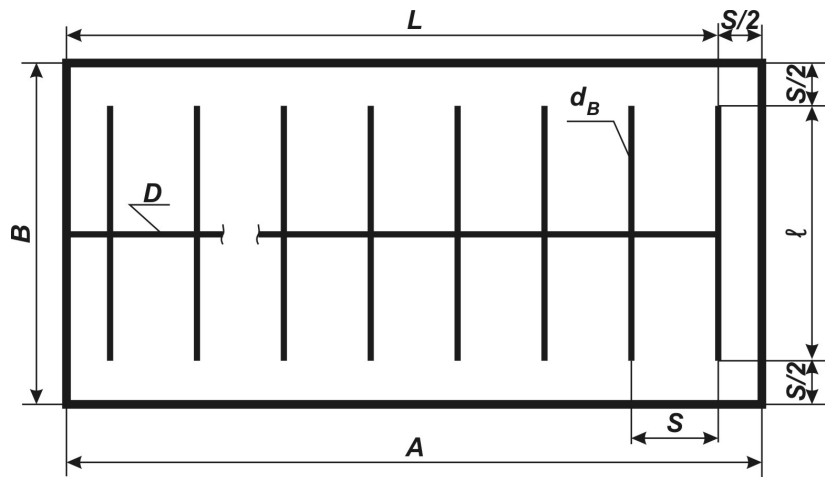
$V_{num}$  – объем питающего трубопровода (зависит от расположения узла управления).

Общая схема размещения трубопроводов в защищаемом помещении длиной  $A$  и шириной  $B$  представлена на рис.1

Длина центрального трубопровода  $L$  – это функция, которая зависит от 5-ти переменных, причем, переменные  $V_{\max}$ ,  $D$  и  $d$  могут принимать дискретные фиксированные значения согласно [1, 2].

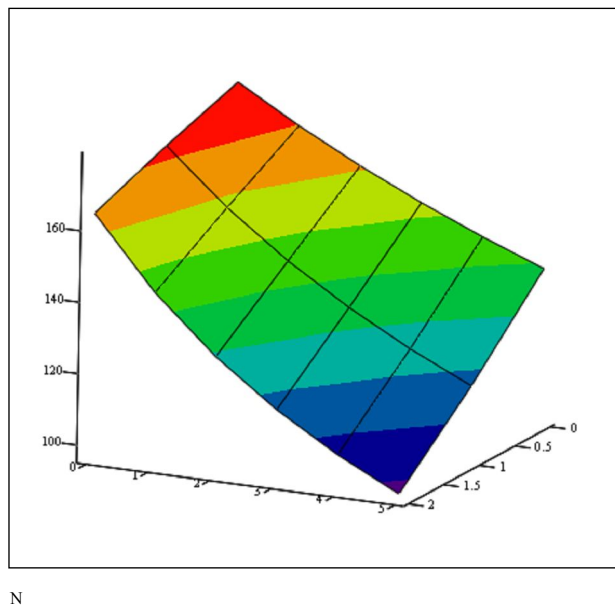
$$L = \frac{V_{\max} - V_{num}}{\frac{\pi \cdot D^2}{4} + \frac{1}{s} \cdot l \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} \quad (2)$$





**Рис.1 – Схема размещения трубопроводов в защищаемом помещении**

Предложенный подход позволил определить предельные значения допустимых размеров помещений с учетом накладываемых ограничений для трубопровода  $\text{Ø}100\text{мм}$  (рис. 2).



**Рис.2 – Область предельно допустимых размеров помещения для центральных трубопроводов  $\text{Ø}100\text{мм}$**

### ЛИТЕРАТУРА

1. Стационарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування. (EN 12845:2016, IDT): ДСТУ EN 12845:2016. – [Чинний від 2016-09-01]. – (Національний стандарт України).
2. Автоматичний протипожежний захист об'єктів. Частина 3: посібник /Укладачі: О.А. Дерев'янка, В.В. Христич, С.М. Бондаренко, М.М. Мурін, О.А. Антошкін. – Х.:НУЦЗУ. 2014 – 282 с.

*О.О. Бондаренко, викладач каф., НУЦЗУ,  
В.М. Олекса, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ,  
І.О. Осипенко, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ФОРМУВАННЯ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, ВМІННЯ ЗАСТОСОВУВАТИ НАБУТІ ЗНАННЯ У ПОВСЯКДЕННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ОРС ЦЗ ДСНС УКРАЇНИ**

На початку третього тисячоліття поглиблюються та прискорюються загальносвітові соціально-економічні, політичні, соціокультурні процеси, які визначають розвиток людства на сучасному етапі його життєдіяльності. Глобальні суспільні зрушення мають систематичний, швидкий, незворотний характер. Вони зумовлені науково-технічним прогресом, швидкою інформатизацією та комп'ютеризацією.

Освіта є соціальним інститутом, через який проходить кожна людина, набуваючи при цьому рис особистості, фахівця і громадянина. Завдяки діяльності вчителя реалізується створення інтелектуального, духовного потенціалу нації, розвитку вітчизняної науки, техніки і культури, збереження і примноження культурної спадщини й формувалися людини майбутнього.

Поняття «компетентність» (лат. *competens* – відповідний, здібний) означає коло повноважень будь-якої посадової особи чи органу; володіння знаннями, досвідом у певній галузі. «Компетентність» визначає рівень професіоналізму особистості, а її досягнення відбуваються через здобуття нею необхідних компетенцій, що є метою професійної підготовки фахівців [1].

Під компетенціями розуміємо сукупність взаємозалежних якостей особистості (знання, уміння, навички, способи діяльності), необхідних для якісної продуктивної діяльності. Компетентність визначаємо як володіння відповідними компетенціями. Аналіз визначень компетентності дає змогу стверджувати, що компетентність є системою наукових знань, інтелектуальних і практичних умінь і навичок, особистісних якостей і утворень, яка при достатній мотивації та високому рівні професійності психічних процесів забезпечує самореалізацію, самозбереження та самовдосконалення особистості фахівця ДСНС України в процесі професійної діяльності.

Метою формування компетентності є забезпечення належної професійної підготовки випускника в умовах сучасних технологій, використання новітньої техніки, прогресивних підходів щодо організації ліквідації надзвичайних ситуацій.

Відповідно до мети конкретизовано основні завдання формування компетентності майбутнього фахівця ДСНС:

- забезпечити оволодіння технологіями самоорганізації та самоактуалізації;
- створити умови для становлення професійної культури майбутнього спеціаліста;
- активізувати формування ключових компетенцій майбутнього фахівця ДСНС;
- формувати професійну мобільність студентів;
- організовувати методичну підтримку студентів;
- формувати соціальну активність на основі особистісних якості та соціальних умінь особистості.

Професійна компетентність фахівця ДСНС – це сукупність його особистісних якостей, загальної культури та кваліфікаційних знань, умінь, методичної майстерності, гармонійна інтеграція яких в професійній діяльності дає оптимальний результат [2].

На перший план висуваються внутрішні фактори фахівця: особистісні якості, тобто структура особистісних здібностей та рис характеру, його загальна культура, управлінські та організаторські можливості, а вже потім – кваліфікаційна компетентність, яка передбачає знання, уміння, навички з отриманої спеціальності.

Професійна компетентність – це базова характеристика діяльності спеціаліста; вона включає як змістовий (знання), так і процесуальний (уміння) компоненти і має головні суттєві ознаки, а саме: мобільність знань, гнучкість методів професійної діяльності і критичність мислення.

Досягнення якісно нового рівня сучасного суспільства неможливе без кардинального підвищення рівня та удосконалення процесу підготовки майбутніх працівників служби цивільного захисту, які здатні ефективно застосовувати знання, уміння та навички за своєю спеціальністю. Але наявність у людини диплома, що підтверджує рівень його кваліфікації (а частіше – деякої сукупності знань, поінформованості в певній професійній сфері) – це необхідна (але недостатня) умова для подальшого становлення професіоналізму. Людина може надбати цю властивість в результаті спеціальної підготовки й довгого періоду роботи, але може й не стати, а лише тільки вважатися фахівцем.

Нині особливий інтерес педагогічних досліджень зосереджено на проблемі формування фахової компетентності представників різних професій. Це зумовлено значною інноваційною динамікою сучасного ринку праці, який ставить нові вимоги до випускників вищих навчальних закладів. Ці вимоги сформульовано не тільки у форматі «знань» студентів, а й у способах майбутньої професійної діяльності («вміння», «здатність», «готовність»). Тому основною проблемою у формуванні компетентного працівника є не тільки особливі результати в системі його професійної підготовки, у межах яких знання є необхідною, але недостатньою умовою досягнення високої якості освіти, а і створення педагогічних умов формування основних, базових компетентностей [3].

Аналіз поглядів науковців щодо визначення сутності поняття «компетентність» дає підстави констатувати: попри певну неузгодженість думок вчених стосовно цієї проблеми, динаміка її опрацювання свідчить про високий рівень її актуальності для сучасної освіти.

Крім того, важливим завданням сучасної освіти є визначення складників компетентності, що забезпечують якість освіти. Саме тому, необхідно переорієнтувати навчальні програми і педагогічні технології на компетентнісний підхід, а це вимагає перегляду специфіки побудови освітнього середовища професійної підготовки. Адже саме компетентнісний підхід забезпечує формування фахової компетентності як інтегрованого багаторівневого утворення у цілісній професійній структурі працівника служби цивільного захисту.

Для набуття професіоналізму необхідно поєднання відповідних здібностей, бажання й характеру, готовність постійно вчитися й удосконалювати свою майстерність. Поняття професіоналізму не обмежується характеристиками висококваліфікованої праці, це ще й особливий світогляд людини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Словник іншомовних слів: 10 000 слів / Укладачі С.М. Морозов, Л.М. Шкарапута. – К.: Наукова думка, 2000. – 680 с.
2. Пасинчук К.М. Проблеми формування фахової компітентності майбутнього працівника служби цивільного захисту. / К.М. Пасинчук // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Теорія та практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чернобиля, 6-7 грудня 2013. – С.272-273.
3. Дружилов С.А. Психология профессионализма субъекта труда: интегративный подход / С.А. Дружилов // Ежегодник Российского психологического общества: Материалы 3-го Всероссийского съезда психологов: в 8 т. – Спб.: Изд-во СПбГУ, 2003. – Том. 3. – С.153-154.

П.Ю. Бородич, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
М.Р. Глуценко, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ

## ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ БАНДАЖІВ НА ЄМНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПНЕВМОІНСТРУМЕНТА

В доповіді наведено, що на сьогоднішній день на території України постійно існує висока імовірність виникнення надзвичайних ситуацій, причому найбільш небезпечними є аварії на об'єктах хімічної промисловості, тому, що вони можуть супроводжуватися зараженням території, техніки, людей.

Одним з основних завдань Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОРСЦЗ) Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) є ліквідація, як самої надзвичайної ситуації, так і її наслідків, але питання підвищення ефективності виконання дій за призначенням особовим складом ОРСЦЗ на теперішній час повністю не розкриті. Для чого необхідно розглянути проміжні роботи та взаємозв'язок між ними даного процесу, що можливо зробити лише з використанням імітаційного моделювання. Тому розробка та повний аналіз моделі оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності за допомогою пневмоінструмента буде актуальною проблемою.

В доповіді запропонована імітаційна модель оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності за допомогою пневмоінструмента. Для цього було вирішено використовувати мережеві моделі.

Імітаційна модель представлена на рисунку 1. Початком є команда старшого начальника «До встановлення бандажу приступити!», закінчується модель подією «Доповідь про виконання завдання».

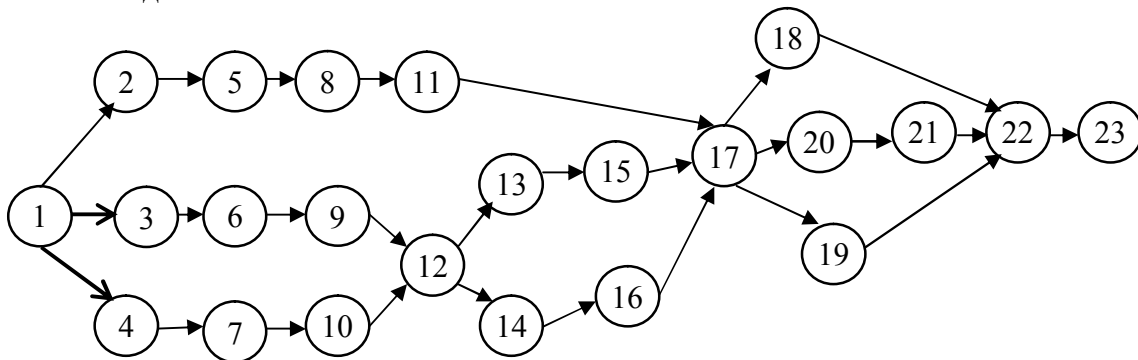


Рис. 1 – Імітаційна модель оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності за допомогою пневмо інструменту

Дослідження даного процесу проводилися під час занять з пожежної тактики, де були встановлені мінімальні  $t_{\min i}$  та максимальні  $t_{\max i}$  значення часу виконання окремих дій.

Математичне очікування було розраховано

$$\bar{t}_i = \frac{(t_{\max i} + t_{\min i})}{2}. \quad (1)$$

Враховуючи те, що для одновершинних розподілів середньоквадратичне відхилення приблизно дорівнює 1/6 інтервалу, на якому розглядається розподіл [1,2], дана оцінка розраховується як:

$$\sigma_i \approx \frac{t_{i \max} - t_{i \min}}{6} . \quad (2)$$

Для визначення критичного шляху імітаційної моделі були розраховані значення математичного очікування (3) та дисперсії (4) критичного шляху.

$$\bar{t}(L_{\text{кр}}) = \sum \bar{t}_{i \text{кр}} = 387,5 \text{ с} , \quad (3)$$

де  $\bar{t}_{i \text{кр}}$  - математичне очікування  $i$ -ї операції критичного шляху, с.

$$\sigma^2(L_{\text{кр}}) = \sum \sigma_i^2 = 581,2 \text{ с}^2 , \quad (4)$$

де  $\sigma_i^2$  - дисперсія  $i$ -ї операції критичного шляху.

Тоді середньоквадратичне відхилення критичного шляху буде дорівнюватися  $\sigma(L_{\text{кр}}) = 24,1 \text{ с}$ .

Критичним в імітаційній моделі оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності за допомогою пневмоінструменту є шлях дій другого номера, тобто на ньому буде найбільша затримка часу. Тому для підвищення ефективності розглянутого процесу необхідно по-перше другим номером ставити найбільш підготовленого рятувальника, який вдосконально вміє працювати з засобами захисту органів дихання та з пневмооснащенням, але час затримки третього номера не значний, тобто номеру один необхідно максимально допомагати іншим номерам виконувати їх дії.

Запропонована імітаційна модель оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності за допомогою пневмоінструменту повністю відображає даний процес.

Проведені дослідження критичного шляху, які дозволили надати рекомендації по підвищенню ефективності оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності за допомогою пневмоінструменту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бородич П.Ю. Імітаційне моделювання рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних / П.Ю. Бородич, Р.В. Пономаренко, П.А. Ковальов // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 22. – Харків: НУЦЗУ, 2015. с. 8-13.

<http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Borodich.pdf>

2. Экспертные системы: состояние и перспективы: Сб. науч. тр. // АН СССР, Ин-т проблем передачи информации: Отв. ред. Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1989.- 152 с.

*П.Ю. Бородич, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
Є.В. Попов, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ НОРМАТИВУ РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО З ПРИМІЩЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ НОШ РЯТУВАЛЬНИХ ВОГНЕЗАХИСНИХ**

В доповіді вирішується задача по розробці науково обгрунтованих нормативів рятування постраждалого з приміщення за допомогою нош рятувальних вогнезахисних (НРВ-1) [1]. Розробка нормативів має у своїй основі порівняння результатів одного випробуваного з результатами інших випробуваних. Порівняльні норми можуть бути побудовані за допомогою віднесення відповідного відсотка розглянутого особового складу до нормативу, що йому посильний.

Процес рятування постраждалого з приміщення за допомогою НРВ-1 містить досить велику кількість різноманітних операцій, що підлягають виконанню, відповідно до центральної граничної теореми можна вважати, що закон розподілу часу оперативного розгортання буде нормальним незалежно від закону розподілу часу виконання окремих операцій [2]. Використовуючи значення зворотної функції  $\Phi^{-1}$  стандартного нормального розподілу, шукані оцінки часу рятування можуть бути визначені як [2]

$$t_5 = \bar{t} + G \cdot \Phi^{-1}(\tilde{P}_5), \quad (1)$$

$$t_4 = \bar{t} + G \cdot \Phi^{-1}(\tilde{P}_4 + \tilde{P}_5), \quad (2)$$

$$t_3 = \bar{t} + G \cdot \Phi^{-1}(\tilde{P}_3 + \tilde{P}_4 + \tilde{P}_5), \quad (3)$$

де  $\bar{t}$  математичне очікування виконання процесу рятування, с;

$G$  середньоквадратичне відхилення, с;

$\hat{P}_3, \hat{P}_4, \hat{P}_5$  середньозважені оцінки відповідних часток (частот) можливих результатів віднесених, відповідно, до оцінки «відмінно», «добре», «задовільно».

Для визначення середньозважених оцінок відповідних часток можливих результатів був використаний метод експертної оцінки. В якості експертів виступили викладачі Національного університету цивільного захисту України та співробітники оперативно-координаційного центру Головного управління ДСНС у Харківській області. Їм було запропоновано надати відповідну частку усіх можливих результатів, віднесених, відповідно (як це прийнято в оперативно-рятувальній служб в даний час), до оцінки «відмінно», «добре», «задовільно» або «незадовільно». В той же час, експертні оцінки характеризуються тим, що думки конкретних експертів можуть суттєво відрізнятись між собою. Щоб зменшити вплив некомпетентних експертів на підсумкову оцінку, яка і буде використовуватись для визначення частки результатів, що відповідають конкретній оцінці нормативу, пропонується метод визначення усередненої оцінки експертів, в основі якого лежить середньозважене значення тих оцінок, які надали експерти. В основі розрахунку вагового коефіцієнта конкретного експерта лежить розрахунок суми квадратів відхилень запропонованих ним значень від середніх значень, отриманих в результаті аналізу всіх результатів ваговий коефіцієнт вище в того експерта, у якого результати менше відрізняються від відповідних середніх значень.

Щоб накопичити вихідні дані, необхідні для експертної оцінки, доцільно використовувати спеціальну форму, в якій зазначається оцінка, яку  $i$ -ий ( $i = 1, 2, \dots, k$ , де  $k$  кількість експертів) експерт вважає за доцільне виділити для оцінки  $j$ -ї частки ( $j = 5, 4, 3$  та  $2$ ) всіх можливих результатів виконання нормативу.

За аналогією з підходом, викладеним в [3], де для оцінки середньозваженого часу виконання даної операції використовуються вагові коефіцієнти експертів, що спираються на оцінки дисперсій часу її виконання, обробку результатів опитування було проведено в наступній послідовності. Розрахунок величин середньої оцінки, яку пропонується виділити для оцінки  $j$ -ї частки всіх результатів виконання нормативу:

$$\bar{P}_j = \frac{\sum_{i=1}^k P_{ij}}{k}. \quad (4)$$

Розрахунок суми квадратів відхилень по кожній частки всіх можливих результатів виконання нормативу між оцінкою, яку пропонує експерт, і її середнім значенням:

$$S_i = \sum_{j=1}^l (P_{ij} - \bar{P}_j)^2. \quad (5)$$

Визначення усередненої оцінки експертів по  $j$ -ій частки всіх можливих результатів, яке здійснюється шляхом знаходження середньозваженого значення за оцінками всіх експертів

$$\tilde{P}_j = \sum_{i=1}^l q_i \cdot P_{ji}, \quad (6)$$

Використовуючи (1), (2), (3) та дані [1] були розраховані оцінки часу рятування постраждалого з використанням НРВ-1

$$\begin{aligned} t_5 &= 911,5 + 98,5 \cdot \Phi^{-1}(0,144) = 809,7 \text{ с;} \\ t_4 &= 911,5 + 98,5 \cdot \Phi^{-1}(0,366 + 0,144) = 913,9 \text{ с;} \\ t_3 &= 911,5 + 98,5 \cdot \Phi^{-1}(0,366 + 0,366 + 0,144) = 1022,2 \text{ с.} \end{aligned}$$

Використовуючи підходи, що запропоновані в [3] були розроблені нормативи рятування постраждалого з приміщення з використанням НРВ-1:

$$t_5 = 810 \text{ с}; \quad t_4 = 910 \text{ с}; \quad t_3 = 1020 \text{ с.}$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бородич П.Ю. Імітаційне моделювання рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних / П.Ю. Бородич, Р.В. Пономаренко, П.А. Ковальов // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 22. – Харків: НУЦЗУ, 2015. с 8-13.

<http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Borodich.pdf>

2. Стрелец В.М. Закономерности использования аварийно-спасательной техники / В.М. Стрелец, П.А. Ковалев, Р.А. Нередков // Проблеми надзвичайних ситуацій: зб.наук.пр. – Вип. 6. – Х., 2008– С. 127-132.

3. Стрелец В.М. Оцінка фільтрувальних протигазів-саморятівників за результатами полігонних випробувань / В.М. Стрелец, В.М. Лобойченко // Проблеми пожежної безпеки. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 33. – Харків: НУЦЗУ, 2013. с 175-182.

<http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol33/srelec.pdf>

*А.М. Ванжа, директор, ТОВ НПП «Захист України»,  
О.С.Морозов, експерт, ТОВ НПП «Захист України»,  
С.В. Бесараб, експерт, ТОВ НПП «Захист України»*

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АПАРАТІВ НА ХІМІЧНО-ПОВ'ЯЗАНОМУ КИСНІ

Актуальність даного дослідження викликана тим, що на даний момент випускається багато різноманітних апаратів на хімічно-пов'язаному кисні, які відрізняються між собою як тактико-технічними характеристиками, так і будовою. В зв'язку з цим в доповіді пропонується порівняльний аналіз даних апаратів та рекомендації по їх застосуванню. В доповіді наводяться основи регенерації повітря в ізолюючих протигазах на хімічно - пов'язаному кисню (АХПК). Показано, що визначення придатності препарату, що містить хімічно зв'язаний кисень, для використання в ізолюючих протигазах базується на ряді показників, основним з яких є коефіцієнт регенерації

$$K_p = \frac{V_{O_2}}{V_{CO_2}},$$

де  $V_{O_2}$  - обсяг виділеного кисню

$V_{CO_2}$  - обсяг поглиненого вуглекислого газу

Коефіцієнт регенерації  $K_p$  показує можливість препарату з виділення кисню під час поглинання визначеної кількості вуглекислого газу. При цьому, оскільки дихальний коефіцієнт  $K_{дих}$  за різних навантажень не є постійним, для забезпечення процесу легеневої вентиляції необхідно, щоб коефіцієнт  $K_p$  регенерації розраховувався за мінімальною величиною дихального коефіцієнта  $K_{дих}$ . Для забезпечення нормального газообміну можна використовувати тільки такі препарати, що регенерують повітря, які здатні при поглинанні 0,8 моля вуглекислого газу виділяти не менше 1 моля кисню. Тобто коефіцієнт регенерації препарату, що містить хімічно зв'язаний кисень, повинен бути:

$$K_p > \frac{1}{0,8} = 1,25$$

До таких препаратів відносяться надперекиси лужних металів, які мають  $K_p=1,5$ . Найбільш поширеними в якості препаратів, що містять хімічно зв'язаний кисень, стали надперекиси калію та натрію, які, окрім високого коефіцієнта регенерації, мають також інші необхідні для практичного застосування фізико-хімічні, експлуатаційні та економічні показники.

В доповіді аналізується склад препарату, який використовується в АХПК. Удосконалення препаратів, що регенерують, на сучасному етапі проводиться головним чином у напрямку вишукування речовин, що володіють підвищеною термостабільністю, зменшеною вологоємністю, збільшеною пористістю, підвищеною стійкістю до спікання і т.д.

Проведений аналіз дозволив виділити основні АХПК українського та закордонного виробництва, які доцільно використовувати в підрозділах оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України.



*С.В. Васильев канд. техн. наук, доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
В.А. Наводничий, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ**

Технологія застосування безпілотних літальних апаратів (дронів, БПЛА) отримує все більший розвиток в світі. Не відстають і рятувальні служби світу, які впроваджують технології безпілотних літальних апаратів для цілей розвідки вогнища пожежі, транспортування вогнегасних засобів до вогнища пожежі і відповідно гасіння.

Найчастіше БПЛА застосовуються рятувальними службами наступним чином: розвідка (рис. 1), гасіння (рис. 2), транспортування (рис. 3).



**Рис. 1 – Використання дрона для розвідки пожежі**



**Рис. 2 – Використання дрона для гасіння пожежі**



**Рис. 3 – Використання дрона для доставки медичного обладнання**

Для цілей розвідки можуть бути застосовані існуючі дрони або дрони з додатковим обладнанням (інфрачервоні камери тощо). Зазвичай це легкі конструкції керування якими не відрізняється від звичайних цивільних. Автономність (час безперервного польоту) може бути звичайною (10-30 хв.) для локальних пожеж у населених пунктах або необхідна збільшена для пошукових робіт в гірській та лісовій місцевості.

Використання дронів для цілей гасіння та/або доставки вогнегасних речовин та обладнання потребує використання спеціально спроектованих конструкцій великої вантажопідйомності та автономності (вантажопідйомність понад 20 кг, автономність понад 25 хв.)

Чи є переваги у використанні дронів перед традиційними способами гасіння за допомогою спеціальної техніки та професійних пожежних?

Тут все звичайно залежить від часу вільного розвитку пожежі. І якщо час виявлення вогнища пожежі за допомогою засобів протипожежної автоматики в межах допустимого в проєкті, то далі все залежить від часу прибуття підрозділів пожежної охорони та швидкості введення засобів пожежогасіння.

І якщо час прибуття пожежної охорони укладається в нормативні рамки, то далі швидкість розгортання спеціальної техніки для гасіння об'єктів, особливо підвищеної поверхності, явно програють швидкості виведення пожежного дрона на висоту з подальшою подачею вогнегасних засобів.

Так, дрон не здатний подати ту кількість вогнегасних засобів, яке може подати спеціальна техніка з професійними пожежними. Але якщо загоряння в своїх локальних межах і не отримало подальшого поширення на суміжні приміщення, поверхи або об'єкти, то дрон з більшою ймовірністю ліквідує або локалізує загоряння. Але навіть у разі недостатньої ефективності гасіння, внаслідок великого часу розвитку пожежі, безпілотник вже буде здійснювати гасіння до введення основних сил і засобів пожежогасіння за допомогою спеціальної пожежної техніки. Однак найважливіша перевага пожежного безпілотника полягає в тому, що відсутня необхідність роботи людей в безпосередній близькості від вогнища загоряння.

Дрони отримали розповсюдження тільки в останні роки. Ця галузь людської діяльності має багато "дитячих хвороб" однак стрімко розвивається. Сучасні конструкції ще слабкі, мають невелику автономність та велику вартість. Досі тактичні прийоми використання БПЛА оперативно-рятувальними підрозділами не сформульовані та методики не затверджені. Однак саме така ситуація була для пожежної охорони на початку ХХ ст. при появі перших пожежних автомобілів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Попов А. А. Беспилотные летательные аппараты //НАУЧНЫЕ РЕВОЛЮЦИИ: СУЩНОСТЬ И РОЛЬ В РАЗВИТИИ. – 2018. – С. 101.
2. Артамонов В. С. и др. Использование информационных систем оповещения и управления эвакуацией при пожаре на объектах с массовым пребыванием людей //Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25. – №. 12.
3. Ласло Б., Агостон Р., Сюй Q. Концептуальный подход к измерению профессиональной и экономической эффективности применения дронов, поддерживающих управление лесными пожарами // Технологическая инженерия. - 2018. - Т. 211. - С. 8-17.
4. Moore J. UAV Fire-fighting System : заяв. пат. 13306419 США. – 2013.
5. Rainey T., Schwartz M. Fire extinguishing method : пат. 3759330 США. – 1973.

## УДК 614.8

*О.В. Васильченко, канд. техн. наук, доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
Н.В. Євсюкова, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

### **АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ ПОЖЕЖОСХОВИЩ ВИСОТНИХ АДМІНІСТРАТИВНИХ БУДІВЕЛЬ**

Для висотних будівель характерно перебування в них великої кількості людей, евакуація яких у випадку пожежі повинна бути своєчасною. Однак, практика показує, що з одного боку – при евакуації з висотного будинку часто складається ситуація, коли з різних причин не всі можуть вчасно покинути будівлю [1], а з іншого боку – технічні засоби пожежних підрозділів не дозволяють організувати порятунок людей в висотних будівлях з висот більше 50 м. Таким чином, важливою проблемою, яка потребує вирішення, є поря-

тунок людей при пожежах у висотних будівлях на поверхах недоступних штатним засобам порятунку пожежних підрозділів.

У хмарочосі Бурдж-Халіфа висотою 828 м (162 поверхи), згідно [ru.wikipedia.org], для захисту людей при пожежі через кожні 25 поверхів обладнано спеціальні приміщення – пожежосховища, які захищені від вогню і мають автономну систему кондиціонування. Вважається, що люди, які не зуміли спуститися вниз зможуть в них перечекаати лихо.

В роботі [2] запропоновано вирішити питання порятунку за рахунок створення пожежобезпечних зон, в яких люди могли б перебувати до закінчення пожежі, або до порятунку їх пожежними підрозділами. Подібні вимоги висуваються і нормативним документом "ДБН В.2.2-24:2009. Проектування висотних житлових і громадських будівель". У ньому для укриття і порятунку людей, які не встигли скористатися основними шляхами евакуації, рекомендується проектувати пожежобезпечні зони, розташовані по висоті через кожні 15...25 поверхів (45...75 м).

Пожежосховище, відноситься до пожежобезпечних зон, але має концептуальну особливість: його рекомендують облаштовувати в хмарочосах – це спеціальне приміщення, призначення якого забезпечити тривале укриття від пожежі для людей, які не мають можливості скористатися основними шляхами евакуації. У висотних будівлях логічно влаштовувати пожежосховища в проміжних технічних поверхах, які служать одночасно межами пожежних відсіків. З огляду на найбільш небезпечні сценарії розвитку пожежної ситуації при блокуванні шляхів евакуації [1], можна припустити, що заповнення пожежосховищ відбуватиметься, в основному, з верхніх поверхів і, можливо, з декількох нижчих поверхів. Час заповнення пожежосховища, оціночно може становити від 20 до 40 хв [1]. При цьому досягнення критичних значень небезпечних чинників пожежі (по задимленню і токсичним продуктам горіння) в сходовій клітці при негативному сценарії може відбуватися за 4...15 хв [1, 3].

Для забезпечення відносного комфорту і безпеки людей пожежосховище необхідно обладнати місцями для сидіння, системою подачі повітря, укомплектувати засобами першої медичної допомоги, пристроями колективного та індивідуального порятунку, пристроями захисту органів дихання тощо. Прості розрахунки показують [4], що для організації пожежосховища в об'ємі технічного поверху навряд чи вистачить місця, і буде потрібний додатковий поверх.

З точки зору розрахунків та здорового глузду [4], якщо слідувати початковій концепції, то:

- час заповнення пожежосховища перевищує час досягнення критичних значень небезпечних чинників пожежі;
- для організації пожежосховища з необхідними умовами комфортності необхідно виділяти окремо цілий поверх, не сумісний з технічним поверхом;
- такі пожежосховища, крім того, що повинні знаходитися в стані постійної готовності, що вимагає великих витрат, займають великий обсяг будівлі, знижуючи ефективність використання його площі.

Така оцінка можливості використання пожежосховища показує, що крім економічної неефективності воно не відповідає своєму концептуальному призначенню. Дійсно, для того, щоб розрахунковий час заповнення пожежосховищ не перевищував необхідного, пожежосховища повинні розташовуватися по висоті приблизно через кожні 5 поверхів. Однак, і в цьому випадку, незважаючи на менший необхідний обсяг приміщення, пожежосховище не забезпечить достатній рівень безпеки, тому що не гарантується вільне переміщення до нього по сходовій клітці.

Висунута концепція призначення пожежосховища не витримує критики і є непрацездатною. Пожежосховища в тому вигляді, в якому вони задумані, в разі необхідності їх використання не забезпечать безпеки людей.

Натомість можна запропонувати систему безпеки висотних будівель, в якій:

1. Кожен поверх висотної будівлі розділяється на протипожежні ділянки протипожежними перегородками з протипожежними дверима.

2. Усередині кожної протипожежної ділянки розміщується розрахункова кількість індивідуальних тросових технічних засобів рятування.

3. Фасад висотної будівлі обладнується пристроями для зручності використання технічних засобів рятування при пожежі.

4. Технічні поверхи розташовуються по висоті через 9...12 поверхів і обладнуються як пожежобезпечні транзитні зони для ступінчастою евакуації з додержанням наступних вимог:

– перекриття технічних поверхів обладнуються підвищеним теплозахистом, а виходи в сходові клітки – тамбур-шлюзами з протипожежними дверима;

– по периметру технічних поверхів передбачаються балкони, на які люди можуть евакуюватися з верхніх поверхів за допомогою тросових технічних засобів рятування;

– на технічних поверхах в різних кінцях необхідно розміщувати не менше 2 пристроїв колективного порятунку (спеціальні ліфти або рукавні пристрої), захищені від небезпечних чинників пожежі, на випадок неможливості евакуації по сходових клітках;

– колективні засоби рятування повинні пов'язувати технічні поверхи один з одним.

Таким чином, запропонована система рятування дає змогу людям при пожежі у висотній будівлі та неможливості використання основних шляхів евакуації покинути будівлю з будь-якого поверху самостійно, використовуючи технічні засоби рятування і не очікуючи рятувальників.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Холщевников В.В. Парадоксы нормирования обеспечения безопасности людей при эвакуации из зданий и пути их устранения / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин, И.Р. Белосохов, Р.Н. Истратов и др. // Пожаровзрывобезопасность. – Том 20. – № 3. – 2011. – С. 41-51.

2. МГСН 4.19-2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве.

3. Васильченко А.В. Расчет фактического времени спасения людей из высотного здания с помощью технических средств / А.В.Васильченко, Н.Н.Стец // Сб. науч. трудов «Проблемы пожарной безопасности». – Вып. 25. – Харьков: УГЗУ, 2009. – С. 34-37.

4. Васильченко А.В. Анализ эффективности пожароубежищ высотных зданий / Васильченко А.В. // Сб. науч. трудов НУГЗ Украины «Проблемы пожарной безопасности». – Вып.31.– Харьков: НУГЗУ, 2012. – С.38-43.

## УДК 614.8

*С.А. Виноградов, к.т.н., доцент, заст. нач. каф., НУЦЗУ,*

*А.Я. Калиновський, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ*

## УДОСКОНАЛЕННЯ МАЛОМІРНОГО ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОГО КАТЕРУ

Відомий концепт маломірного пожежно-рятувального катеру [1], що складається з корпусу, прохідної рубки з дверима у напрямку носової та кормової частини маломірного пожежно-рятувального катеру, енергетичної установки, пожежного насосу для подавання води на гасіння пожежі з витратою до 150 л/с, головного пожежного ствола, розташованого на даху рубки, носового пожежного ствола, двох додаткових кормових пожежних стволів та пожежно-рятувального оснащення.

Недоліками такої конструкції маломірного пожежно-рятувального катеру є складність утримання його на одному місці у воді під час гасіння пожежі через дію сил інерції, що створюють струмені води з пожежних стволів, встановлених на корпусі пожежно-рятувального катеру.

Тому авторами було поставлене завдання вдосконалення відомого маломірного пожежно-рятувального катеру, у якому введення нових елементів дозволить забезпечити точне позиціонування катеру під час гасіння пожежі пожежними стволами, встановленими на його корпусі.

Поставлене завдання вирішується тим, що в маломірному пожежно-рятувальному катері, що складається з корпусу, прохідної рубки з дверима у напрямку носової та кормової частини маломірного пожежно-рятувального катеру, енергетичної установки, пожежного насосу, головного пожежного ствола, розташованого на даху рубки, носового пожежного ствола, двох додаткових кормових пожежних стволів та пожежно-рятувального оснащення новим є те, що додатково встановлена система динамічного позиціонування [2].

Система динамічного позиціонування допомагає утримувати обрану позицію маломірного пожежно-рятувального катеру і напрямок руху за допомогою сигналу GPS.

Таким чином, під час гасіння пожежі пожежними стволами, встановленими на корпусі маломірного пожежно-рятувального катеру, машиніст вмикає систему динамічного позиціонування, задаючи на пульті керування координати. Система динамічного позиціонування через супутник GPS контролює положення катеру на воді і при відхиленні від заданих координат автоматично підрулює маломірний пожежно-рятувальний катер у потрібному напрямку.

Маломірний пожежно-рятувальний катер, що заявляється, забезпечує гасіння пожеж водних об'єктів або об'єктів берегової зони з високою точністю автоматичного позиціонування на воді.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 107477 Україна, МПК А62С 29/00. Маломірний пожежно-рятувальний катер / Кропивницький В.С., Ларін О.М., Виноградов С.А., Ковальов О.О., Калиновський А.Я.; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України - №u201511810; заявл. 30.11.2015; опубл. 10.06.2016, бюл. №11.

2. Пат. 125170 Україна, МПК А62С 29/00, В63В 49/00. Маломірний пожежно-рятувальний катер / Ларін О.М., Виноградов С.А., Калиновський А.Я., Кропивницький В.С.; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України - №u201800167; заявл. 03.01.2018; опубл. 25.04.2018, бюл. № 8.

**УДК 814.841.2**

*А.Ф. Гаврилюк, к.т.н., ЛДУБЖ,  
О.Б. Назаровець, к.т.н., ЛДУБЖ*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОСТРУКТУРНОГО ФАЗОВОГО АНАЛІЗУ ПРОВІДНИКІВ БОРТОВОЇ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЇХ ЗАГОРЯНЬ**

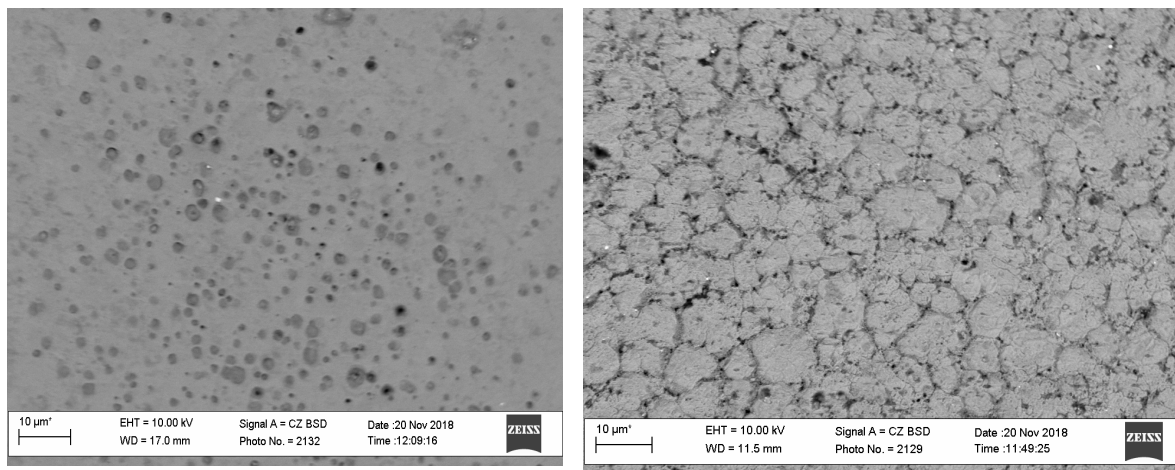
Частка пожеж транспортних засобів щорічно в Україні коливається в межах 5-7% від загальної чисельності пожеж. Пожежі даного роду за своєю чисельністю ідуть другими після пожеж у житлових будівлях [1]. Пожежі виникають у різних транспортних засобах, починаючи від приватних легкових автомобілів, закінчуючи комерційними автобусами, вантажівками, будівельною, інженерною та сільськогосподарською технікою, призначеною для виконання різних видів робіт. Згідно з цією статистикою основними причинами пожеж стали несправності паливної чи гідравлічної системи 45 %, електричної системи –24 %, на підпал припадає 10 % та близько 11 % причин не встановлені. Варто відмітити, що 69 % пожеж беруть свій початок з моторного відділення, 12 % з салону чи кабіни транспортного засо-

бу. Пожежі рейкових, річкових та повітряних транспортних засобів становлять 3,8 % від загальної кількості пожеж на транспорті. Найбільш частими причинами пожеж транспортних засобів під час їх експлуатації є несправності електрообладнання (коротке замикання та перенавантаження дротів бортової електромережі) та паливної систем [2].

Беручи до уваги те, що аварійні режими роботи бортової електромережі транспортних засобів є частими причинами їх займання, виникає необхідність встановлення чіткої причини загоряння.

Для цього доцільно використовувати мікроструктурний фазовий аналіз провідників бортової електромережі. Мідь є кристалічним матеріалом, тобто характеризується тривимірною періодичністю в розташуванні атомів. При цьому конкретне розташування атомів і відстані між ними різні для різних металів, сукупність атомів утворює кристалічну решітку. Характеристикою кристалічної структури є елементарна комірка - паралелепіпед мінімальних розмірів, у вершинах, а також усередині граней розташовані атоми, і паралельним перенесенням якого можна цілком заповнити простір [3]. Приклад мікроструктури еталонного мідного дроту, який не піддавався процесу нагрівання показано на рис. 3, дані дослідження проводились за допомогою оптичного металографічного мікроскопа.

На рис. 1 наведено зображення мікроструктури еталонного зразка отримана за допомогою скануючого електронного мікроскопа ZEISS EVO 40XVP з системою рентгенівського мікроаналізу INCA Energy [4].



а)

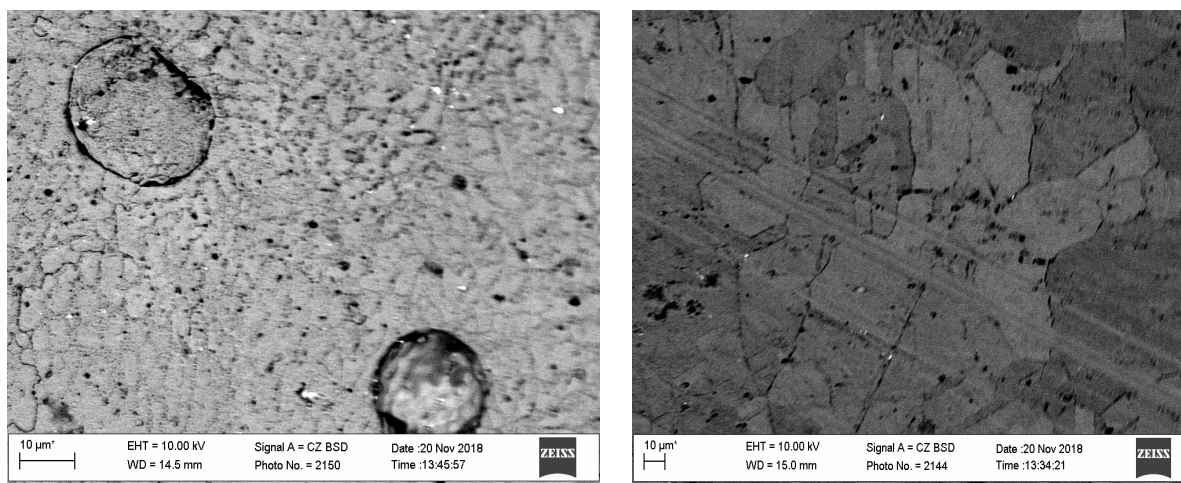
б)

**Рис. 1 – Мікроструктура мідного проводу (еталон):**

а – поперечний шліф; б – повздовжній шліф.

Внаслідок комплексної дії на провідник струму замикання постійного струму і відкритого полум'я на ділянках оплавлення стає помітно, що при дії струму, за рахунок різкого нагрівання міді формується дрібнозерниста структура рис. 2, а. А при подальшій дії відкритого полум'я на провідник, попередньо нагрітий струмом до температури плавлення міді формується великозерниста структура. Дія полум'я проявляється в тому, що відбувається окислення границь зерен, яке спричиняє руйнування матеріалу дроту по границях зерен, починається перекристалізація міді рис. 2, б.

**Висновки.** Мікроструктура матеріалу досліджуваного дроту є неоднорідна, оскільки на неї впливає технологічне оброблення на етапі виготовлення. Виконання досліджень методом локального рентгеноспектрального аналізу дає змогу визначити вміст кисню мідних провідників принципом індивідуальності спектрів.



а)

б)

**Рис. 2 – Мікроструктура мідного провідника нагрітого комплексною дією постійного струму і відкритим полум'ям**

## ЛІТЕРАТУРА

1. Офіційний сайт УКРНДЦЗ: <http://www.undicz.mns.gov.ua>. Режим доступу до ссылки: <http://www.undicz.mns.gov.ua/content/statistics.html> // Довідка за 2000-2018 р.
2. Гудим В. І. Аналіз систем та агрегатів автотранспортних засобів за рівнем пожежної небезпеки / В. І. Гудим А. Ф. Гаврилюк // Пожежна безпека: Зб. наук. пр.Л.: ЛДУ БЖД, 2013.–№23.–С. 58-63.
3. Мальцев М.В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов : [монография] / Мальцев М.В. – 2 –е издание, переработанное и дополненное. – М. : «МЕТАЛЛУРГИЯ», 1970. – 343 с.
4. Гудим В.І. Аналіз мікроструктури мідних кабельно-провідникових виробів електричних мереж, які перебували у середовищі пожежі / В.І. Гудим, М. Карбонічек, О.Б. Назаровець // Пожежна безпека : Зб. Наук. праць. – ЛДУБЖД, 2012, - № 20. – С. 144-149.

**УДК 614.8**

*И.Н. Грицина, к.т.н., доцент, зам. нач. каф., НУГЗУ,  
Я.А. Черний, соиск. высш. обр., НУГЗУ*

## РАЗРУШЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОКОСКОРОСТНЫМИ СТРУЯМИ ЖИДКОСТИ

Успех аварийно-спасательных работ при разрушении зданий в основном зависит от времени, затраченного на их проведение. Это время зависит от средств, при помощи которых проводятся аварийно-спасательные работы, умений и навыков в их использовании, а также от умений правильно организовывать проведение аварийно-спасательных работ (АСР).

Наиболее полно вопрос о применении аварийно-спасательного инструмента рассмотрен в [1]. Самым применяемым аварийно-спасательным инструментом является традиционный ручной, гидравлический, электрический и пневматический. К наиболее перспективным инструментам следует отнести системы гидроабразивной резки типа «Собга» или ее российский аналог «Гюрза» [2]. В основу работы положена задача определения механизма разрушения твердого хрупкого материала при воздействии на него высокоскоростной

струей жидкости, определение необходимых параметров струи и конструкции устройства гидроразрушения.

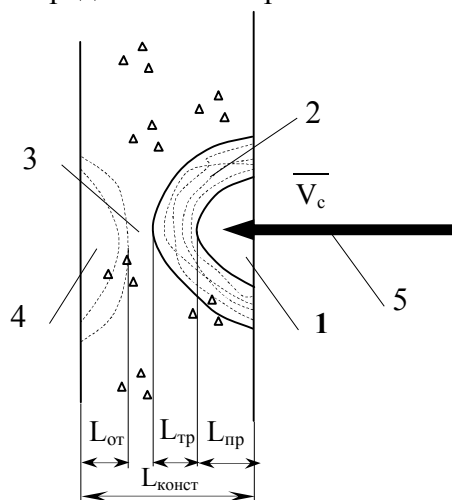
При воздействии импульсной струи жидкости на поверхность твердого тела, повреждение материала имеет различные особенности [3]. В хрупких и недостаточно пластичных материалах, к которым следует отнести бетон и кирпич, при скоростях удара, превышающих критическую скорость разрушения, образуются трещины. Они обычно зарождаются при прохождении волны напряжения в зонах высоких напряжений растяжения, которые возникают у границы области углубления вблизи поверхности преграды на некотором расстоянии от места удара. Сначала в зоне прохождения волны преобладают напряжения сжатия, но после того, как от контактной области отделяется волна сдвига, на значительное расстояние по радиусу распространяются напряжения растяжения заметной величины. Разрушение происходит либо вследствие прохождения волн напряжения, либо вследствие деформации, в зависимости от скорости распространения волн в материале преграды, а также от характеристик прочности материала на разрыв.

При воздействии волн напряжения, возникающих при ударе, очаги разрушения могут развиваться на некотором расстоянии от контактного пятна, где давление максимально. Разрушение может произойти в результате взаимодействия волн напряжения с небольшими поверхностными трещинами и другими микроструктурными образованиями, которые являются концентраторами напряжений. Разрушение может также возникать и под действием волн напряжения, амплитуда которых в течение достаточно длительного промежутка времени превышает динамический предел прочности материала преграды. При этом повреждение материала волной напряжения не обязательно определяется взаимодействиями с микроструктурными элементами материала.

Процесс разрушения бетонной плиты упрощенно представлено на рис. 1.

При воздействии ультраструи 5 на поверхности образуется динамическая воронка – разрушение за счет сжатия. Зона разрыхления (гидроэрозии) 2 образуется за счет активного образования трещин в бетоне при знакопеременных нагрузках. Большая часть измельченного материала выносятся из зоны хвостовой частью ультраструи. В зоне пластической деформации 3 разрушений не происходит. Напряжения в материале меньше предельных. Разрушения в данной зоне возможны при местном ослаблении материала (каверны, трещины и т.д.). В некоторых случаях возможно образование зоны откола 4. Наличие данной зоны типично для бетонных конструкций и приводит к тому, что пробитие конструкции возможно при меньших энергетических затратах. При аварийно-спасательных работах даже не большие отверстия в конструкции увеличивают шансы на спасение пострадавших. В отверстие можно подать воздух, воду, обеспечить связь или оказать психологическую помощь.

Разрушения строительных бетонных конструкций высокоскоростной струей жидкости (ультраструей) наблюдается при скоростях порядка 500-600 м/с, при этом максимальная толщина фундаментного блока разрушенного экспериментально с первого выстрела – 0,5 м [4]. Гидроимпульсные технологии являются перспективным направлением развития аварийно-спасательного инструмента [5, 6]. Для получения импульсных струи необходи-



**Рис. 1 – Разрушение бетонной плиты при воздействии на нее ультраструи:**

- 1 – динамическая воронка, 2 – зона разрыхления,
- 3 – зона упругих колебаний (зона сотрясения),
- 4 – зона откола, 5 – ультраструя.



мых параметров целесообразно использовать гидропушки. Таким образом, создание переносных устройств импульсного разрушения строительных конструкций жидкостью является возможным и перспективным направлением развития аварийно-спасательного инструмента.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисян В. Г. Рятувальні роботи під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій: посібник // Аветисян В. Г., Адаменко Н. И., Александров В. Л. – Київ: Основа, 2006. – 239 с.
2. Применение мобильного комплекса «Гюрза» для проведения операций повышенной сложности на объектах энергетики / [Алешков М.В., Безбородько М.Д., Емельянов Р.А., Плосконосов А.В.] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2012. – №2. – С. 4-9.
3. Абашин М.И. Механизм гидроэрозионного разрушения твердотельной преграды / Абашин М.И., Хафизов М.В. // Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». – 2011. – №10. – Режим доступа к журналу: <http://technomag.edu.ru/doc/223166.html>.
4. Семко А.Н. Импульсные струи жидкости высокого давления / Александр Николаевич Семко - Донецк: Вебер (Донецкое отделение), 2007. – 149 с.
5. Довідник керівника гасіння пожеж / За загальною редакцією В.С. Кропивницького. – К.: ТОВ «Літера-Друк», 2016. – 320 с.
6. Сировой В.В. Основы тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировой, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Деревянко. – Х.:НУЦЗУ, 2015. – 216 с.

## УДК 614.84

*О.М. Данілін, начальник каф., НУЦЗУ,  
Є.В. Столбовий, здоб.вищ.осв., НУЦЗУ*

### **БЛИСКАВКОЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ - ОДИН З ОСНОВНИХ ВИДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ВІД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ**

Одним із наймогутніших явищ природи є блискавка, яка завдяки електричному заряду, що нагромаджуються у хмарах завдяки тій самій енергії сонця та вітру. В той час саме влучення блискавок в об'єкти різного призначення залишається непередбачуваною.

В результаті фізичних процесів усередині хмари утворюються позитивні і негативні заряди, під дією яких виникає потужне електростатичне поле. Різниця потенціалів між окремими частинами хмари досягає величезних величин, а досягши критичної напруженості виникає іскровий розряд – власне спалах.

Блискавка характеризується великими величинами струму, напруги і температури. Повітря в зоні каналу блискавки практично миттєво розігрівається до температури 30000-33000 °С.

Блискавка також може заподіювати істотну шкоду господарству, є причиною пожеж і замикань елементів електрозабезпечення.

Вимоги сьогодення вимагають від профілактичного блоку запобігання та збереження народного та державного майна від надзвичайних ситуацій та перетворення її в позитивну енергію.

Проте ідея використання електроенергії блискавок досі не знайшла практичного втілення з причини випадковості, не прогнозованості та коротко тривалості. Для території нашої держави густина блискавок протягом року становить майже 6 ударів на 1 квадрат-

ний кілометр. Враховуючи те, що переважна частина блискавок має струм близько 40 кА, а потужність кожної з них становить понад 100 кВт/год, можливе річне вироблення електроенергії із блискавок з одного квадратного кілометра земної поверхні сягає 260-310 кВт/год за коефіцієнтом корисної дії майже 50 відсотків.

Фотоелектрична генерація здатна виробляти з такої ж самої площі 150 тисяч кВт/год протягом року. Тому на міжнародних наукових зібраннях проект перетворення енергії з блискавок навіть не розглядається.

В той час, одним з основних міроприємств, що перевіряються на відповідність діючим нормативно-правовим документам з питань пожежної та техногенної безпеки є обладнання об'єктів різного призначення системою блискавкозахисту.

Вдосконалення сучасних норм в цьому напрямку потребує швидкого аналізу відповідних надзвичайних ситуацій, розроблення сучасних нормативно-правових актів вжиття невідкладних заходів по попередженню пожеж внаслідок потрапляння блискавок в об'єкти народного та сільського господарства, об'єкти життєзабезпечення та технологічні підприємства.

Поруч з цим зростає кількість об'єктів, які потрібно захистити від розрядів блискавки, ретельно дослідити механізми дії електромагнітного поля, перетворення його на електричне та відповідне електронне устаткування.

Заходи з блискавкозахисту поділяються на зовнішню та внутрішню систему заходів. Зовнішня система заходів захищає об'єкт від прямих ударів блискавки (ПУБ). Внутрішня система заходів захищає чутливе електрообладнання об'єкта від вторинних проявів блискавки.

Зовнішня система заходів з блискавкозахисту здійснюється шляхом установаження на об'єкті, що захищається, (або ізольовано від нього на певній відстані) блискавковідводів, які складаються з блискавкоприймачів (природних або штучних: стрижневих, тросових, сітчастих), струмовідвідних спусків, які з'єднують блискавкоприймач із землею та заземлювачів.

У сучасній практиці блискавкозахисту використовуються наступні типи блискавкоприймачів: стрижневі, тросові або антенні, сітчасті. Крім того, для комплексного захисту споруд застосовують комбіновані типи (тросостержневі). У зв'язку з простотою виготовлення та невеликими фінансовими витратами найбільше застосування отримали стрижневі блискавкоприймачі. Сітчасті блискавко-приймачі досить високонадійні і широко застосовуються при захисті споруд III категорії, а встановлюються безпосередньо на будівлі. Тросові блискавко-приймачі не поступаються стрижневим за економічними параметрами, але з точки зору експлуатації є менш надійними і використовуються лише для захисту вельми протяжних об'єктів.

Внутрішня система заходів з блискавкозахисту здійснюється шляхом встановлення спеціальних пристроїв захисту від імпульсних перенапруг (ПЗІП), а також шляхом екранування чутливого електрообладнання.

Враховуючи багаторічний досвід різних держав та вітчизняних служб з енергетики розроблені та впроваджуються в дію різні норми з питань будівництва, котрі передбачають при необхідності влаштування систем блискавкозахисту.

Технічні норми складають за результатами багаторічного досвіду та висновками пост факторів потрапляння блискавок до об'єктів. Наприклад Інструкція з влаштування блискавко захисту будинків та споруд [1] про яку навіть нічого не було відомо до його затвердження, але з годом модернізувано та схвалено низкою авторитетних проектних та будівельних організацій за найсучаснішим принципом та затверджено відповідний стандарт [2].

Поруч з цим вимогами раніш затвердженого державного стандарту [3], що доповнює вищезазначений документ є декілька основних принципів, а саме:

Пунктом 3.1.2 Розроблення нормативних документів повинно ґрунтуватись на міжнародних та регіональних стандартах або інших публікаціях міжнародних і регіональних організацій.

Пунктом 3.2.2.3. Розробник повинен залучити до розглядання проекту та надавання відгуків якнайширше коло фахівців та організацій.

Пунктом 3.2.2.4. Розробник повинен забезпечити ознайомлення з проектом нормативного документу за рівних умов усім сторонам та за їх запитом надавати паперові копії проекту документа.

Додатково вимоги цього стандарту розповсюджуються на проектування, будівництво, реконструкцію та експлуатацію блискавкозахисту всіх видів будівель, споруд і промислових комунікацій незалежно від відомчої належності та форми власності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. РД 34.21.122-87 «Інструкція з влаштування блискавки захисту будинків та споруд».
2. ДСТУ 1.2-2003 «Національна стандартизація. Порядок розроблення національних нормативних документів».
3. ДСТУ Б.В.2.5-38:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавки захисту будівель і споруд».

**УДК 614.843**

*Д.П. Дубінін, к.т.н., доцент каф., НУЦЗУ,  
Б.В. Гаврилов, здоб.вищ.осв., НУЦЗУ*

## ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПОДАЧІ ДРІБНОРОЗПИЛЕНОЇ ВОДИ

Технічний прогрес висуває необхідність створення нових та вдосконалення вже існуючих засобів протипожежного захисту. Висока інтенсивність подачі вогнегасної речовини в осередок пожежі дозволить знизити матеріальні збитки та екологічний вплив на навколишнє середовище від пожеж. Протягом історії людства паралельно з розвитком галузей промисловості розвивалися засоби боротьби з пожежами, удосконалювалося освоєння пожежно-технічного обладнання. Для формування та направлення водяного струменя в осередок пожежі використовують пожежні стволи. В залежності від виду вогнегасної речовини пожежні стволи поділяються на водяні, порошкові і повітряно-пінні, а в залежності від пропускної здатності і розмірів – на ручні та лафетні, класифікація пожежних стволів наведена на (рис. 1).

Велика різноманітність пожежних стволів пояснюється тим, що необхідно підвищувати ефективність гасіння пожеж. При цьому необхідно, щоб вогнегасна речовина була дешева, екологічно-нешкідлива та ефективна під застосування. Не дивлячись на широке і ефективне застосування стволів «А» і «Б» (РС 70 (50), РСК-50, тощо) в практиці пожежо-гасіння вони мають ряд недоліків, які негативно позначаються на зручності і оперативності роботи пожежно-рятувальних підрозділів. Основним недоліком цих стволів є відсутність ручки для утримання пожежного ствола, що дуже негативно впливає на маневреність ствольщика і «точність попадання» струменя в осередок пожежі; Також з негативної сторони можна відзначити неможливість перекриття води, коли треба у стволів «А» і досить неякісне утворення розпиленого струменя у стволів «Б». Всі ці недоліки в повній мірі усунені в сучасних зразках пожежного ствола. Одним з таких стволів може бути пожежний ствол Protek, який за своїми тактико-технічними показниками і конструкцією практично ідентичний з іншими світовими та вітчизняними аналогами. Відмінною особливістю даних стволів є можливість дуже легко (одним рухом руки) змінювати необхідну витрату води від 2,5 л/с до 16 л/с при цьому дальність подачі струменя складає близько 20-40 м. Також в

конструкціях подібних стволів передбачена можливість подавати розпилений струмінь води (з можливістю регулювання діаметра крапель) під різним кутом нахилу від  $30^{\circ}$  до  $180^{\circ}$  і навіть одночасно з подачею компактного струменя води.



Рис. 1 – Класифікація пожежних стволів

Основним недоліком даних пожежних стволів є складність в обслуговуванні і ремонті, так як пожежний ствол складається з великої кількості дрібних деталей, які при пошкодженні необхідно тільки замінювати. Відповідно і ціна даних пристроїв, в залежності від фірми виробника і комплектації коливається в межах 200–500 \$ і більше, що звичайно в порівнянні зі стволами «А» та «Б» дуже і дуже дорого. Дуже ефективною вогнегасною речовиною є дрібнорозпилена вода [3, 4]. Причиною доброго теплопоглинання води є висока питома теплоємність і висока теплота пароутворення. Дрібнорозпилену воду успішно застосовують як засіб об'ємного пожежогасіння, для осадження диму, зниження температури, а отримують її за допомогою способів, які показані на (рис.2.)



Рис. 2 – Способи розпилення води

Багаторічна практика показала, що, незважаючи на появу нових вогнегасних речовин, дрібнорозпилена вода на сьогоднішній час як і в майбутньому буде залишатися основною вогнегасною речовиною під час гасіння пожеж. Тому створення пожежно-технічного

обладнання, що буде утворювати та подавати дрібнорозпилену воду в осередок пожежі завжди буде залишатися актуальним питанням та першочерговим завданням для пожежно-рятувальних підрозділів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник керівника гасіння пожеж / За загальною редакцією В.С. Кропивницького. – К.: ТОВ «Літера-Друк», 2016 . – 320 с.
2. Сировой В.В. Основи тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировой, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Деревянко. – Х.:НУЦЗУ, 2015. – 216 с.
3. Дубінін Д.П. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпиленним водяним струменем/ Д.П. Дубінін, К.В. Коритченко, А.А. Лісняк, // Проблемы пожарной безопасности. – Харків, 2018. – № 43. – С. 45-53. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7022>.
4. Дубінін Д.П. Тенденції розвитку імпульсних вогнегасних систем для гасіння пожеж дрібнорозпиленним водяним струменем/ Д.П. Дубінін, К.В. Коритченко, А.А. Лісняк, Є.М. Криворучко // Проблемы пожарной безопасности. – Харків, 2019. – № 45. – С. 41-47. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/9027>.

#### УДК 614.843

*Д.П. Дубінін, к.т.н., доцент каф., НУЦЗУ,  
А.А. Лісняк, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ,  
С.Ю. Баглюк, здоб.вищ.осв., НУЦЗУ*

#### УДОСКОНАЛЕННЯ ІМПУЛЬСНИХ ВОГНЕГАСНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ДРІБНОРОЗПИЛЕНИМ ВОДЯНИМ СТРУМЕНЕМ

Пожежно-рятувальні підрозділи під час гасіння пожеж у більше, ніж 90 % випадків застосовують воду, або розчини на основі води [1, 2]. Проблема ефективного використання вогнегасної речовини на основі води та водних розчинів в процесі гасіння пожежі за рахунок збільшення дисперсності водяними струменями, створюваних установками пожежогасіння, є актуальною.

Підвищення ефективності використання вогнегасної речовини на основі води та водних розчинів досягнуто в IFEX-технології. IFEX-систему вперше розробив інженер Frans Steur в 1994 році [3]. IFEX-система (Impulse Fire Extinguishing System) являє собою обладнання для гасіння пожежі, в якому періодично малі порції води з високою швидкістю вистрілюють в осередок пожежі. Висока швидкість охолодження досягається розвиненою поверхнею теплообміну водяного струменя і інтенсифікацією конвективного теплообміну в газокрапельному середовищі [3, 4]. Особливістю технології "IFEX" [3] є те, що подача вогнегасної речовини відбувається не постійним потоком, а високошвидкісними імпульсними пострілами зі ствола, які приводяться в дію стисненим повітрям. У стволі знаходиться швидкодіючий клапан, який під тиском 2,5 МПа відкривається лише на 20 мс. Клапан розділяє камери стисненого повітря і вогнегасної речовини, яка в момент "пострілу" виходить зі ствола зі швидкістю 110 м/сек. За рахунок зіткнення з молекулами повітря вода розпилюється на краплі середнього розміру, дисперсність яких знаходиться в межах 2 – 200 мкм [4, 5]. Установки "IFEX" забезпечують зростання ефективності використання води, з відповідним зменшенням витрати води. Це досягається за рахунок того, що під час застосування дрібнорозпиленої води поверхня охолодження збільшується, в залежності від дисперсності, з 0,18 л/м<sup>2</sup> до 0,017 л/м<sup>2</sup>.

Гасіння пожежі за допомогою установки "IFEX" здійснюється за рахунок інтенсивного охолодження осередку горіння великою кількістю дрібнорозпиленних крапель води. Та-

кож забезпечується прискорене зниження температури в закритих приміщеннях від критичної 1000 °С до 40 °С. Таким чином, застосування невеликої кількості води дозволяє майже повністю уникнути побічних збитків, який часто перевищує прямий збиток, що наноситься пожежею. Здійснимо оцінку ефективності використання повітряного заряду у установці IFEX. Розрахуємо енергію пострілу, використовуючи рівняння кінетичної енергії у вигляді [2]:

$$Q = \frac{m \cdot U_0^2}{2}, \quad (1)$$

де  $m$  – маса вогнегасної речовини, л;  $U_0$  – швидкість вильоту вогнегасної речовини зі ствола, м/с.

За параметрами установки, що заявляється ( $m = 1$  кг,  $U_0 = 110$  м/с) отримуємо енергію  $Q = 6$  кДж. Повний об'єм камери ствола цієї установки дорівнює біля  $V_{\text{п}} = 3$  л. Об'єм камери  $V_0$  зі стисненим повітрям не вказаний. Але за розташуванням клапану можливо припустити, що цей об'єм набуває значень у діапазоні 0,5-1,5 л. Таким чином, ступень розширення дорівнює  $\varepsilon = 2-6$ . Звідси, об'єм камери зі стисненим повітрям можливо представити у вигляді  $V_0 = V_{\text{п}}/\varepsilon$  [2]. Робота адіабатичного розширення у цьому випадку визначиться за рівнянням:

$$A = \frac{P_0 \cdot V_{\text{повн}}}{\varepsilon(\gamma - 1)} [1 - \varepsilon^{1-\gamma}], \quad (2)$$

де  $P_0$  – тиск у стволі установки;  $V$  – повний об'єм камери ствола, м<sup>3</sup>;  $\gamma$  – показник адіабати,;  $\varepsilon$  – ступень розширення.

Звідси, об'єм камери зі стисненим повітрям ймовірно дорівнює  $V_0 = 1,25$  л. За значення роботи розширення, що дорівнює  $A = 2,3$  кДж, максимальна початкова швидкість струменю не перевищує  $U_0 = 67$  м/с. Розрахунок масової витрати стисненого повітря на постріл здійснимо за рівнянням [2]:

$$m = \frac{\mu \cdot P_0 \cdot V_0}{R \cdot T}, \quad (3)$$

де  $\mu$  – молярна маса;  $P_0$  – тиск у стволі установки;  $V_0$  – об'єм камери зі стисненим повітрям, м<sup>3</sup>;  $R$  – універсальна газова стала;  $T$  – температура газового заряду, К.

Звідси, маса повітря, що витрачається на постріл, дорівнює  $m = 36$  г. В розрахунках приймалось, що для повітря  $\mu = 29$  г/моль. Проведемо розрахунок кількості пострілів, що можливо здійснити з даної установки. За об'ємом балону 2 л та початковим тиском 30 МПа за кімнатної температури маса повітря за виразом (3) дорівнює  $m_r = 698$  г. Врахуємо, що в балоні після здійснення всіх пострілів залишається повітря, яке не може бути використано із-за недостатнього тиску. За остаточним тиском 3 МПа маса цього повітря дорівнює 70 г. Таким чином, об'єму балона вистачає на  $(698-70)/36 = 17$  пострілів. У разі використання стисненого повітря кімнатної температури максимальна швидкість метання не може перевищувати критичну швидкість звуку, яка для даного газу становить не більше 300 м/с. Подальше підвищення характеристик даної технології гасіння потребує переходу на інше джерело прискорення води. Це пов'язано з тим, що максимальна швидкість подачі дрібнорозпиленого водяного струменя з установки обмежується швидкістю звуку в газі метального заряду.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін Д.П. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпиленним водяним струменем/ Д.П. Дубінін, К.В. Коритченко, А.А. Лісняк, // Проблеми пожежарної безпеки. – Харків, 2018. – № 43. – С. 45-53. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7022>.

2. Дубінін Д.П. Тенденції розвитку імпульсних вогнегасних систем для гасіння пожеж дрібнорозпилим водяним струменем/ Д.П. Дубінін, К.В. Коритченко, А.А. Лісняк, Є.М. Криворучко // Проблеми пожежної безпеки. – Харків, 2019. – № 45. – С. 41-47. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/9027>.

3. IFEX [Electronic resource]: [Web site]. – Mode of access: <https://www.ifex3000.com/en/home/> (дата звернення 11.02.2019) – Screen title.

4. Дубінін Д. П. Дослідження розвитку пожеж в приміщеннях житлових будівель [Текст] / Д. П. Дубінін, А. А. Лісняк // VII Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «НС: Б та З». – 2017. – С. 60–62. Режим доступу: URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5065>.

5. Дубінін Д.П. Застосування установки періодично-імпульсної дії для гасіння пожеж в будівлях дрібнорозпиленою водою / Д.П. Дубінін, А.А. Лісняк // Матеріали 20 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку». Тези доповідей. – К.: XVII Міжнародний виставковий форум «Технології захисту / ПожТех – 2018». – С. 172–175. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7474>.

## УДК 614.84

*О.В. Єлізаров, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ*

### ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДИХАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Застосовуються: для дихальних апаратів на стисненому повітрі, з вентилем балону захищеним від ударів, з циліндричною різьбою'єднання балон / вентиль, а також для наповнення повітрям пневматичного рятувального обладнання. Балони випускаються різної ємності, з різною товщиною стінок, з вентилями 200 або 300 бар відповідно. Питання забезпечення безпеки рятувальника при роботі в непридатному для дихання атмосфері були і залишаються пріоритетним напрямком розвитку ІДА. Підвищення надійності дихальних апаратів здійснюється за рахунок використання у виробництві дихальних апаратів легших, надійних, стійких до теплових і хімічних впливів матеріалів (наприклад, кевлар (Kevlar), арамід (Aramid), номекс (Nomex), нейлон в підвісних системах; вуглепластик, склопластик, органічний пластик в композитних балонах; ударостійкий і стійкий до подряпин полікарбонат, «триплекс», плексиглас в стежках масок; натуральний і силіконовий каучук в корпусі масок і ін.).

Переваги композитної ємності перед металевою:

- мала вага;
- вибухобезпечність;
- стійкість до корозії;
- привабливий зовнішній вигляд;
- виключення утворення іскор.

Композитний газовий балон вибухобезпечний навіть під дією відкритого вогню і температур вище 100 °С.

Більшість виробників дають на них дворічну гарантію і обіцяють, що термін їх служби перевищить 30 років. Полімерні газові балони мають високі споживчі властивості, це досягнуто завдяки їх фізичним і технічним характеристикам. У товарній категорії аналогічних товарів вони стали своєрідним еталоном продукції з надійною репутацією, зручною і довговічною експлуатацією. Основними перевагами пластикових газових балонів перед суцільнометалевими виробами цієї категорії, є:

1. Завдяки стійкому до ударів корпусу, вибухонебезпечність балона дуже висока. Це якість, мабуть, найголовніше для обладнання, в якому зберігається, транспортується і споживається газ. Воно досягнуто завдяки унікальності використаної технології виробництва і

особливостями в конструкції вентиля, який встановлюється в заводських умовах і самого балона. При випробуваннях на балон подається тиск, який в півтора рази перевищує робочий. При виробництві примусового розриву балона, осколки не утворюються.

2. Вентиль полімерного газового балона виготовлений з подвійною додатковою ступенем захисту. При надлишковому тиску газу, спрацьовує вбудований запобіжний перепускний клапан. Наявність плавкої вставки на вентилі захищає балон від самовільного займання при більш високих температурах навколишнього середовища (поріг 110 - 120 градусів за Цельсієм). У цьому випадку вставка, розплавляючись, дає можливість виходу газу з балона назовні.

3. Антикорозійність. Балони не мають металу в корпусі, ні в колбі, так що вони не схильні до корозії просто за визначенням, у той час, як у металевих, вона виникає і всередині і зовні.

4. Зручна транспортування до будь-якого місця, яке потрібно. Це велика перевага пластикових балонів перед металевими, так як їх вага на сімдесят відсотків менше і габарити також у зменшеному вигляді.

5. Завдяки діелектричним властивостям, виключено іскроутворення.

6. Антистатичність. У них не накопичується електрика, що можливо в суцільнометалевих балонах, особливо при перевезенні.

7. Завдяки прозорості колби балона, можна візуально контролювати наявність газу в балонах. Така властивість (прозорість або транспарентність) гарантовано зберігається виробником протягом усього терміну експлуатації газового балона. У балонах з пластику підвищений інтервал проходження атестацій до десяти років.

8. Термін служби балонів з пластику становить тридцять років.

Важливою перевагою ємностей нового типу перед металевими є те, що їх колба надійно захищена пластиковим кожухом. Саме він при ударі виходить з ладу в першу чергу, і саме він підлягає в такому разі заміні, яка не вимагає великих витрат часу і грошей. Актуальним нюансом при використанні скрапленого газу є статичну електрику. Воно утворюється в силу різних причин і при певних умовах може стати причиною загоряння природного палива. Одне з необхідних умов виникнення такої небезпеки – утворення іскри в безпосередній близькості до пальному. Багаторазові дослідження та польові випробування показали, що матеріал, з якого виготовляються сучасні композитні балони, не сприяє іскроутворення, а значить, такі ємності абсолютно безпечні по відношенню до статичної електрики. Що стосується наповнення, то тут нові композитні і старі металеві балони практично нічим не відрізняються. Різниця лише в тому, що рівень палива прозорого балона можна контролювати не тільки за допомогою ваг, але і візуально. Вибухобезпечний газовий балон виготовляється зі скловолокна і епоксидної смоли. Сама прозора колба, але для зручності додатково її поміщають в кожух з пластикових матеріалів. У виробництві корпусів полімерних балонів застосовується поліпропілен різних марок. Він досить міцний, довговічний, піддається простій утилізації, а крім того, може бути практично будь-якою фактури і кольору. Це означає, що ви можете замовити партію полімерних ємностей у тон вашого корпоративного логотипу.

До полімерів, використовуваних у виробництві колб, пред'являються найвищі вимоги. Вони стосуються не тільки міцності і зручності експлуатації, але і екологічності. Наприклад, звичайне скловолокно додають бор, що покращує деякі його властивості, але негативно позначається на навколишньому середовищі. У скловолокні композитного балону бор замінений на більш дружній природі елемент.

Відомо, що пластик змінює свою структуру під дією навколишнього середовища, особливо – УФ - випромінювання, тобто сонячного світла. Тим не менш, швидкість, з якою це відбувається, сильно різниться і залежить від марки і складу конкретного полімеру. Композитні балони покликані змінити погляд на безпеку і довговічність газових ємностей, а тому для їх виробництва застосовуються тільки високоякісні матеріали, такі як скловолокно, позбавлене бору, і вініловий ефір. Їх стійкість до дії УФ - випромінювання вимірюється



ся десятками років, а можлива зміна кольору колби не впливає ані на безпеку, ні на прозорість балона.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, ДНАОП 0.00-1.07-94. К.: 1998. – 184 с.
2. Vladimir Ivanovskiy, Designing of metal-base composite vessels of high pressure on the set service life (Проектирование металлокомпозитных баллонов высокого давления на заданный ресурс). TeKa Commission of motorization and power industry in agriculture Lublin University of Technology, Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. Volodimir Dal EastUkrainian National University of Lugansk, Lublin 2010, p. 211-217.
3. Ивановский В.С. Разработка композитных баллонов высокого давления (рраб=30МПа) для дыхательных аппаратов // Композиционные материалы в промышленности: докл. 27-й Междунар. конф. – Ялта, 2007. – С. 215–216.

## УДК 351.861

*Д.В. Железнов, перш. заст. нач., ЦЗУ ДСНС України,  
В.В. Тютюник, док. тех. наук, ст. наук. спів., нач. каф., НУЦЗУ,  
В.Д. Калугін, док. хім. наук, професор, проф. каф., НУЦЗУ*

### **ЦЕНТР ЗВ'ЯЗКУ ТА УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ. УМОВИ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

Центр зв'язку та управління є спеціальним підрозділом центрального підпорядкування Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України), який забезпечує всі види стійкого та безперебійного зв'язку в системі ДСНС України, технічну готовність до функціонування загальнодержавної системи централізованого оповіщення, постійну готовність до роботи пункту управління, діяльність апарату ДСНС України в особливий період або у разі виникнення надзвичайних ситуацій (НС).

Центр призначений для виконання заходів щодо захисту населення та територій у разі виникнення НС техногенного, природного і воєнного характеру, запобігання та реагування на їх виникнення; участі у заходах територіальної оборони і антитерористичної діяльності, а також забезпечення участі сил цивільного захисту у міжнародних рятувальних та інших гуманітарних операціях тощо.

Основні функції Центру включають: забезпечення керівного складу ДСНС України усіма видами зв'язку в задані строки та достовірною якістю; організацію та оперативність заходів, спрямованих на забезпечення стійкого і безперервного зв'язку в системі ДСНС України, забезпечення стійкої роботи загальнодержавної автоматизованої системи централізованого оповіщення та забезпечення постійної готовності до роботи пункту управління до виконання завдань за призначенням; ефективно і комплексно використання наявних сил і засобів, призначених для організації зв'язку, оповіщення, управління та роботи пункту управління; забезпечення управління силами цивільного захисту керівництвом ДСНС України в мирний час, в умовах особливого періоду та при виникненні НС; обов'язкове та першочергове виконання заходів, спрямованих на забезпечення постійної готовності до роботи засобів зв'язку, телекомунікаційних та інформаційних систем, обладнання загальнодержавної системи централізованого оповіщення як у мирний час, так і в умовах особливого періоду; взаємодію з іншими органами управління та підрозділами сил цивільного захисту.

Для організації управління, оповіщення, інформування та взаємодії сил під час виконання дій за призначенням Центром зв'язку та управління ДСНС України організуються та використовуються наступні види зв'язку: телефонний зв'язок всіх видів; загальнодержавні централізовані мережі оповіщення; передача інформації шляхом застосування обладнання супутникового зв'язку; телеграфний зв'язок із застосуванням Інтернет ресурсу; відомча електронна пошта; мережа відеоконференції ДСНС України; відомча (локальні мережі) мережа Інтернет ДСНС України; короткохвильові радіомережі та радіонапрямки; ультракороткохвильові радіомережі та радіонапрямки; мобільний зв'язок (відомчий корпоративний зв'язок); поштовий зв'язок спеціального призначення; факсимільний зв'язок; поштовий зв'язок.

У зв'язку з тим, що на Центрі зв'язку та управління ДСНС України лежить одне з важливіших завдань – доведення сигналів, розпоряджень та оповіщення ДСНС України, а також населення, то постійно проводиться забезпечення організації та технічної готовності до використання загальнодержавної автоматизованої системи централізованого оповіщення та оповіщення абонентів радіомережі оповіщення ДСНС України. Особовий склад Центру постійно проводить контроль за станом обладнання та апаратури до дій за використанням, а також постійно проводиться контроль справності ліній, каналів, апаратури оповіщення та готовності абонентів до прийому команд, сигналів і розпоряджень.

Стан технічного оснащення Центру зв'язку та управління ДСНС України оцінюється як добрий, забезпечений необхідними засобами, обладнанням, технікою, каналами та лініями. При цьому, застосовуються найновіші засоби серверного обладнання, засоби супутникового зв'язку, IP-Телекс, та інші засоби та обладнання телекомунікацій. Але в той же час слід зазначити, що деяке обладнання фізично зношене та морально застаріле. Потребують заміни радіопередавачі та радіоприймачі, середній вік яких близько 30 – 35 років. Також є потреба обслуговування та часткова заміна магістральних кабелів зв'язку, закладання резервних оптоволоконних кабелів.

В першу чергу потребують переоснащення засоби КХ радіозв'язку. У зв'язку з тим, що сьогодні ситуація в Україні диктує певні правила, а саме, ситуація з тимчасово окупованими територіями та АТО, тому засоби зв'язку повинні забезпечувати скритність зв'язку та шифрування інформації, що радіоапаратура старого парку не може забезпечити в повній мірі, або зовсім не забезпечує, і лише заходи особового складу в ефірі по маскуванню, паролуванню і дотриманню правил ведення радіообміну виконують ці функції. Тому заміна радіоапаратури на нову, сучасну з швидшим налаштуванням на ЗПЧ, та їх більшою кількістю, з можливістю кодування, автоматичною зміною робочих частот, та інших необхідних функцій які впливають на стійкість, якість, оперативність, достовірність та захист інформації – найголовніша задача.

В даний час найкращі пропозиції в цій області мають п'ять великих світових постачальників військового електронного устаткування: Selex (Італія), Rohde&Schwarz (Німеччина), Thales (Франція), Harris (США) і Elbit (Ізраїль), але у зв'язку с стрімким ростом вимог до характеристик та розвитку електроніки, потрібно моніторити тенденції розвитку засобів радіозв'язку на ринку, та розвивати власні вітчизняні потужності в даній перспективній області. На даний момент можна взяти досвід ЗС України, яким найбільш підійшла цінова і якісна продукція Harris Corporation – загальноновизнаний світовий лідер у виробництві високотехнологічних тактичних засобів зв'язку. Засоби радіозв'язку Harris Corporation позитивно себе зарекомендували, та в даний момент безвідмовно виконують свої функції в антитерористичній операції.

Друге питання, це забезпечення новітньою автомобільною технікою зв'язку (взамін «Білозір», Р-140М, Р-140Н та їх модифікаціям), звичайною автомобільною (транспортною) так і спеціальною автомобільною технікою (інженерною, тощо). У питаннях зв'язку – забезпечення пересувних (мобільних) вузлів зв'язку мобільними телекомунікаційними апаратами із сучасним обладнанням, одне з головних завдань, так як під час ліквідації НС, їх наслідків

тощо, пересувний пункт управління необхідний для вирішення оперативних питань та координації дій силами цивільного захисту. Також важливим питанням є заміна резервних засобів електроживлення на сучасні, більш економічні та ефективні за старі аналоги.

Для повного переходу на новий рівень забезпечення телекомунікації та інформатизації потрібно оновити та придбати наступні засоби та обладнання: радіостанції КХ діапазону (передавачі, приймачі); кросове обладнання; пересувні (мобільні) пункти управління (польові вузли зв'язку); резервні засоби електроживлення; прокласти резервні оптоволоконні лінії; забезпечити сучасною оргтехнікою підрозділи Центру; забезпечити ліцензійне програмне забезпечення.

Таким чином, виконання необхідних заходів та забезпечення матеріальними ресурсами у всіх вищевказаних пунктах тези доповіді призведе до підвищення можливостей та оперативності не лише функцій Центру зв'язку, а й системи зв'язку та телекомунікацій ДСНС України в цілому.

## УДК 614.84

*В.М. Іщук, викл. каф., НУЦЗУ,  
О.С. Подберезна, здоб.вищ.осв., НУЦЗУ*

### ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ РЯТУВАЛЬНИКІВ

В доповіді проаналізовано професійну підготовку пожежних-рятувальників внаслідок чого можна зробити висновок, що нині при здачі службової підготовки особового складу підрозділів оперативно-рятувальної служби відбувається зниження професійності працівників через відсутність добротної матеріально-технічної бази. Реальний шлях підвищення навчання особового складу це підвищення ефективності занять з особовим складом. Наближення їх до оперативних дій з використанням пожежно-рятувальних полігонів, смуг психологічної підготовки, теплодимокамер, а також тренажерних комплексів. Оцінити рівень професійної підготовки рятувальника можливо використовуючи модель академіка Трапезникова, яка враховує міру впливу змін в стані інформаційної моделі, способу навчання, але не розкриває зміст параметра здатності для навчання. Необхідність нового підходу для оцінки рівня підготовки рятувальника з урахуванням міри впливу змін на етапі інформаційної моделі і параметра ефективності професійної підготовки пожежного-рятувальника при скороченні матеріальних витрат на практичне навчання. Суть наукових результатів полягатиме в наступному:

- встановлено, що при недоступному теоретичному обґрунтуванні пов'язаними з проблемами оцінки професійної підготовки пожежного-рятувальника при початковому навчанні в умовах енергетичної кризи, ставити завдання проведення досліджень в цьому напрямі;
- формуванні завдань, які необхідно вирішувати для отримання об'єктивних оцінок якості підготовки пожежного-рятувальника.

Правдивість отриманих результатів забезпечуватиметься якістю аналізу професійної підготовки рятувальника, вивченням сучасних технологій підготовки. Однією з особливостей оперативних дій особового складу пожежно-рятувальних підрозділів, як відомо, є те, що вони пов'язані з небезпекою для життя. Рятуючи людей і матеріальні цінності, вони нерідко ризикують своїм життям. Усе це може негативно впливати на активність оперативних дій. Слід також враховувати, що рятувальники і керівники потрапляють в стресові ситуації. Тому деякі дії рятувальників мають бути доведені до автоматизму. Пожежні-рятувальники і командири мають бути психологічно підготовлені до визначення негативних чинників, які викликають сильне психологічне навантаження. Одним з важливих питань, пов'язаних з підготовкою особового складу являється оцінка стресогенності реальних та навчальних ситуацій. Для визначення принципів професійного відбору необхідно

вирішити завдання за визначенням оптимального значення параметра здатності до навчання пожежного-рятувальника.

Професійний відбір і підготовка пожежного рятувальника визначається, передусім високими вимогами до пожежного рятувальника на сучасному етапі: по морально-психологічних, фізичних і професійних якостям. Морально-психологічні якості повинні перевірятимуться на основі психологічних тестів, а також в період проходження трьох місячного терміну при проходженні первинної підготовки. Відбір рятувальників не проходять кандидати схильні до страхів, людської крові, боязні висоти, роботи в замкнутому просторі з відсутністю бажання, постійної готовності та бажання постійно прийти на допомогу. Основою фізичної підготовки є медичне обстеження, а при здачі тестів-показники на витривалість, координацію дій і психологічну стійкість. Підготовка рятувальника повинна підрозділятися на проходження первинного навчання, службу підготовку в процесі несення служби і підтвердження професійного рівня.

**УДК 614.84**

*В.М. Іщук, викл. каф., НУЦЗУ,  
О.С. Подберезна, здоб.вищ.осв., НУЦЗУ*

## **ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МІСЦЕВИХ ПОЖЕЖНИХ КОМАНД**

*Постановка проблеми.* В доповіді поставлена проблема забезпечення пожежної безпеки в сільських населених пунктах в яких відсутні оперативно-рятувальні підрозділи, пов'язані не тільки з залученням громадян в члени місцевої пожежної команди і оснащенням їх пожежно-технічним озброєнням і спеціальним механізованим обладнанням але і вирішенням питань, які стосуються організації їх підготовки, як однією з основних складових у досягненні завдань поставлених перед місцевою пожежною командою [1].

З метою вирішення проблеми підготовленості членів МПК на чолі з її керівником необхідно організувати і вибудувати заняття, які будуть сприяти формуванню у них необхідних знань і умінь для вирішення поставлених перед ними завдань. Тільки в цьому випадку місцеві пожежні команди з охорони сільських населених пунктів будуть володіти боездатністю.

*Виклад основного матеріалу.* В доповіді запропонована у зв'язку з цим необхідність організувати заняття в рамках поточної підготовки таким чином, щоб теорія поєднувалася з практикою і в умовах реальної обстановки на пожежах кожен пожежний МПК і місцева пожежна команда в цілому могли тактично грамотно організовувати гасіння пожежі, порятунків людей і майна громадян, а також ефективно застосовувати пожежно-технічне обладнання і вогнегасні речовини.

Поточна підготовка місцевої пожежної команди (ППМПК) - це безперервний процес навчання пожежної команди, спрямованої на підтримку, вдосконалення і підвищення професійних знань, умінь, і навичок які дозволяють більш ефективного діяти на пожежах і при ліквідації надзвичайних ситуацій.

Дана програма повинна носити системний характер і організовуватися на підставі розробленої програми і проводиться цілий рік.

ППМПК включає різні дисципліни, які об'єднані сукупністю принципів, форм і методів навчання і виховання всіх учасників гасіння пожеж з метою забезпечення їх високої професійної підготовки до роботи на пожежі в різній обстановці: вдень, вночі, на висоті і в підвалах, в умовах низьких і високих температур, вибухів і обвалів конструкцій і при інших небезпечних факторах пожежі.

Для цього на заняттях в період поточної підготовки керівнику МПК необхідно використовувати всі наявні, в тому числі пристосовані для цих цілей засоби: вогневі та спеціа-

льні смуги з перешкодами, кинуті житлові будинки, автомобільну техніку і т.д.

Рішення вказаних питань безпосередньо пов'язане з органами місцевої влади та обласних гарнізонів служби, які повинні знайти порозуміння і підтримку.

Пошук шляхів вдосконалення якості професійної підготовки місцевої пожежної команди змушує керівників активізувати роботу в даній області, розробляти ППМПК, визначити найбільш актуальні технології та методи навчання.

Як показали дослідження німецьких вчених, людина запам'ятовує лише 10% того, що він читає, 20% того, що чує, 30% того, що бачить, 50-70% запам'ятовує за участю в групових дискусіях, 80% - при самостійному виявленні та формулюванні проблеми. І лише коли того, якого навчають безпосередньо бере участь в реальній діяльності, в самостійній постановці проблеми, виробленні та прийнятті проблеми, формулюванні висновків і прогнозів, він запам'ятовує і засвоює матеріал на 90%. Близькі до наведених дані були отримані американськими та іншими дослідниками. [2]

Розуміння проблеми зумовило застосування в поточній підготовці МПК методу активного навчання, який кардинально відрізняється від раніше застосовуваних методів при навчанні пожежних МПК, що в першу чергу вплине на активізацію професійної діяльності.

Використання даної методики навчання продиктовано застосуванням нових способів структурування і подачі навчального матеріалу, форм проведення занять і опитування того, якого навчають.

До числа активних методів навчання відносяться, перш за все, навчальні ділові ігри, розігрування ролей, а також форми і методи залучення пожежних МПК до практичної роботи, виїзним заняттям, розбору пожеж та інше. [3]

Особливо інтенсивно розробляються ділові ігри та конкретні ситуації, імітаційне моделювання по організації гасіння пожеж, рятування людей та матеріальних цінностей. [4,5]

Існує думка, що навчання, яке орієнтовано головним чином на запам'ятовування і збереження матеріалу в пам'яті, не завжди зможе задовольняти сучасні вимоги.

Проводячи дослідження, було виявлено, що стратегічним напрямком активізації навчання пожежних МПК є не збільшення обсягу викладається інформації, не посилення контролю, а створення дидактичних і психологічних умов осмисленого навчання, включення в нього кожного того, якого навчають.

*Висновки.* Запропонований метод активного навчання при поточній підготовці особового складу місцевої пожежної команди перш за все, це система методів, що забезпечують активність і різноманітність розумової і практичної діяльності того, якого навчають в процесі освоєння навчального матеріалу.

Ефективність результатів поточної підготовки з використанням активних методів навчання визначається як в результаті контрольних перевірок, так і готовність особового складу МПК до виконання завдань, поставлених перед ними в реальних умовах при гасінні пожеж.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова КМУ №202 від 24 лютого 2003 року «Про затвердження Положення про місцеву пожежну охорону»
2. Курьянов М.А. Активные методы обучения: методическое пособие Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ» 2011 С.4,6.
3. Панфилов А.П. Игровое моделирование педагога: уч.пособие М.: Изд. Центр «Академия» 2006 386 с.
4. Напалкова М.В. Деловая игра как активный метод обучения // Интеграция образования.2012 №2 С.17-20.
5. Інтерактивні методи навчання: навч. посібник /За заг. ред. П.Шевчука і П.Фенриха. - Щецин, Вид - цтво WSAP, 2005.- 170 с.

*А.Я. Калиновський, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ,  
О.Г. Поліванов, ад'юнкт ад'юнктури, НУЦЗУ*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВОГНЕГАСНИХ ПОРОШКІВ В КОНТЕЙНЕРАХ**

Фактична інтенсивність подачі вогнегасних речовин на реальних пожежах завжди перевершує (в ряді випадків в кілька разів) необхідну інтенсивність, яка визначається за довідковою літературою [1]. Цей фактор пов'язаний, в першу чергу, з втратою вогнегасної речовини в процесі доставки його до вогнища пожежі засобами доставки. Тому одним з важливих показників ефективності застосування установок і засобів пожежогасіння є показник збереженості маси і об'єму вогнегасної речовини при перенесенні її від точки, місця вильоту (викиду) з установки до точки, місця падіння і доставки в осередок пожежі. Забезпечення збереженості доставки вогнегасних речовин засобами пожежогасіння дозволить максимально направити масу і обсяги вогнегасної речовини безпосередньо в осередок пожежі без втрат. Сучасні технічні засоби доставки таких вогнегасних речовин, як порошки, вода, піна мають значні втрати при доставці.

В даний час розроблені нові речовини і суміші вогнегасна здатність яких по багатьом параметрам перевершує водні розчини і піни, такі як: аерозолеутворюючі склади, вогнегасні порошки (ВП), екологічно чисті хладони, твердий двоокис вуглецю і металоорганічні сполуки. Тому в даний час гостро стоїть проблема створення принципово нових технічних засобів пожежогасіння та розробка нових методів доставки ВР на віддалену відстань при гасінні складних пожеж. Найбільш раціональним розв'язанням цієї проблеми є використання пневматичної ствольної установки пожежогасіння (СУП) – пневматичної гармати [2], що забезпечує високоточну контейнерну доставку різного виду вогнегасних речовин безпосередньо в зону горіння. Використання СУП дозволить ефективно вирішувати завдання віддаленої доставки різних ВР і ВП методом метання в контейнерах при гасінні складних пожеж на особливо небезпечних об'єктах (зони хімічного зараження, території мінних загороджень, пожежі на арсеналах і т. д.), забезпечуючи при цьому безпеку особового складу пожежних підрозділів.

Доцільність використання та ефективність застосування СУП залежить від ефективності застосування контейнерів начинених вогнегасними речовинами. Контейнер, являє собою порожнисту капсулу, в якій розміщується вогнегасний однокомпонентний або багатоконпонентний склад. При попаданні контейнера в зону горіння капсула руйнується, вивільняючи вогнегасний склад. Основними способами механічного викиду вогнегасної речовини з капсули і обробки зон горіння є:

- розсипання або розлив вогнегасної речовини по поверхні в зоні горіння;
- викид маси вогнегасної речовини капсули з поділом контейнера на компоненти і розліт розділених частин з покриттям і обробкою зони горіння;
- розпилення в результаті розриву капсули від надлишкового внутрішнього тиску, що виник внаслідок хімічної реакції знаходяться всередині речовин;
- вибуховий викид вогнегасної речовини, в тому числі і зі струменем вогню, що дозволяє збити полум'я в зоні горіння;

ВП різних класів випускаються в досить широкому асортименті. Вогнегасний порошок володіє високою ефективністю гасіння практично на всьому інтервалі реальних температур експлуатації і застосовується для гасіння газів, рідин, твердих горючих речовин і матеріалів, пилу, порошоків лужних і лужноземельних металів [3, 4]. При цьому також можуть використовуватися рідинні, газові, аерозольні або комбіновані вогнегасні наповнювачі для контейнерів. Проведення дослідження ВП в якості наповнювачів контейнерів вимагає вирішення насамперед наступних завдань:

- дослідження механіки дії ВП в контейнерах;

- визначення розрахункової маси ВП, що містяться в контейнерах, що застосовуються для гасіння пожеж з доставкою у вогнище пожежі за допомогою ствольних установок пожежогасіння;

- визначення критичної маси ВП для припинення горіння.

Застосування ВП в контейнерах є одним з перспективних напрямків в пожежогасінні. Основною проблемою їх обмеженого використання є організація доставки порошку на віддалену відстань в зону горіння [5], що може бути успішно вирішено СУП.

Відомі два основних механізми вогнегасної дії ВП, заснованих на гасінні полум'я шляхом відбору енергії, що виділяється при горінні, і інгібування процесу горіння за допомогою обриву ланцюгових реакцій, відповідальних за його розвиток [6]. У свою чергу можливі два механізми інгібування полум'я порошками: гетерогенний, що полягає в рекомбінації активних центрів на поверхні твердих частинок, і гомогенний, заснований на взаємодії активних центрів з газоподібними продуктами випаровування або розкладання порошоків [7].

Тому можна сформулювати основні методи гасіння із застосуванням ВП в контейнерах:

- розведення горючого середовища газоподібними продуктами розкладання порошку;
- охолодження зони горіння в результаті витрат тепла на нагрів частинок порошку, їх часткове випаровування і розкладання в полум'я;
- забезпечення ефекту вогнепрегради, що досягається при проходженні полум'я через вузькі канали між частинками порошкового хмари;
- інгібування хімічних реакцій, що обумовлюють розвиток процесу горіння і здійснюваних газоподібними продуктами випаровування і розкладання порошоків;
- гетерогенний обрив ланцюгів на поверхні частинок або твердих продуктів розкладання;
- гомогенне інгібування, що полягає у взаємодії з активними центрами газоподібних частинок, що утворюються при випаровуванні і розкладанні порошоків;
- екранування палаючої поверхні від теплового потоку виходить від зони горіння;
- ізоляція палаючої поверхні від зони горіння шаром розклалися внаслідок теплового впливу частинок порошкового вогнегасного складу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник керівника гасіння пожежі / За загальною редакцією Кропивницького В.С. – К.: ТОВ "Літера-Друк", 2016. – 320 с.
2. Kent R. Crawford An Estimation of the Pneumatic Gun's Effectiveness / Kent R. Crawford, Nicholas W. Mitiukov, Patrick McSherry// Voennyi Sbornik – 2014, Vol. 4, No. 2, pp. 89-94
4. Порошки огнетушащие общего назначения. Общие технические требования. Методы испытаний: НПБ 170-98. – М., 1999. – 17 с.
5. Порошки огнетушащие специального назначения. Общие технические требования. Методы испытаний. Классификация: НПБ 174-98. – М., 1998. – 10 с.
6. Агаларова С. М., Сабинин О. Ю. Огнетушащие порошки. Проблемы. Состояние вопроса // Пожаровзрывобезопасность, 2007. – Том № 16, № 6
7. Нестеренко Н.А., Таран Э.Н. Спектроскопическое изучение механизма ингибирования диэтиламино и галогидосодержащими соединениями процесса горения ацетиленовоздушного пламени. – 1978. – Т. 14. – С. 96.
8. Баратов А.Н., Тропинов А.Г., Жартовский В.М. Взаимодействие смесей диамонийфосфата и хлорида калия с активными радинолами пламени гептана // Кинетика и катализ: Сб. научн. тр. – М., 1988. – Т. 29. – С. 524 - 529.

**РОЗРОБКА МЕТОДУ КОМПЛЕКТУВАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ФОРМУВАНЬ ОПЕРАТИВНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ**

Однією із важливих функцій держави є забезпечення захисту населення від небезпечних подій (НП) та надзвичайних ситуацій (НС), які виникають на її території. Можна виділити три основних напрямки, які дозволяють реалізувати цю функцію, а саме: запобігання, реагування та надання допомоги постраждалому від НП і НС населенню. Напрямок запобігання полягає у проведенні профілактичних робіт та заходів, які дозволяють знизити ймовірність появи різного роду деструктивних подій. Крім цього, названий напрямок дозволяє зменшити рівень негативного впливу від деструктивних подій, як у будівлях і спорудах, так і в природних екосистемах за рахунок їх раннього виявлення та обмеження поширення. Процес реагування на НП і НС передбачає їх локалізацію та ліквідацію підрозділами аварійно-рятувальних формувань (АРФ) шляхом проведення пожежогасіння та аварійно-рятувальних робіт різної спрямованості. Успіх проведення оперативних робіт АРФ головним чином залежить від часу зосередження сил та засобів на місці виклику, а також їх чисельного складу, рівня підготовки і оснащення. Час прямування сил та засобів з АРФ до місця виклику в багатьох містах світу часто становить понад 10 хвилин. Вказане значення перевищує аналогічний показник в розвинутих країнах світу та є причиною значного зростання масштабів НП і НС на момент прибуття підрозділів. Ця проблема переважно пов'язана з особливостями дислокації сил та засобів АРФ і їх чисельним складом, що не завжди відповідає характеру оперативної обстановки, яка склалася на території відповідних населених пунктів. Вирішення названої проблеми вбачається у проведенні передислокації наявних сил та засобів АРФ і, за умови необхідності, доукомплектування їх необхідними ресурсами з урахуванням існуючої оперативної обстановки, що потребує застосування обґрунтованих методів. В процесі визначення потреб АРФ міста у кількості сил та засобів, їх оснащення, місць дислокації, а також переліку виконуваних ними цільових завдань, необхідно враховувати достатньо багато різних чинників. В роботі [1] було встановлено, що визначення чисельності оперативних транспортних засобів (ОТЗ) у населених пунктах проводиться на основі нормативного підходу. Основними показниками, які при цьому враховуються, є чисельність населення та поверховість забудови відповідного населеного пункту. В процесі визначення чисельності ОТЗ для АРФ не враховуються регіональні особливості (клімат та рельєф), а також характер забудови.

У роботі [2] було запропоновано системний підхід до оцінки готовності сил та засобів АРФ до проведення оперативних робіт. Запропонований в роботі [2] підхід враховував показник ймовірності безвідмовної роботи технічних засобів, а також рівень професійної підготовки та рівень укомплектованості підрозділу особовим складом. В роботі [3] було запропоновано використати схожий, як і у роботі [2], підхід при оцінці готовності підрозділів до виконання дій за призначенням. Метою проведення цієї оцінки було вирішення задач щодо встановлення черговості підрозділів АРФ при переоснащенні їх новими ОТЗ. Оцінка проводилася по двом критеріям: оперативної готовності підрозділів до та після переоснащення і технічної готовності підрозділів до та після переоснащення. Відповідно запропоновані в роботах [2, 3] методи призначені для проведення оцінки готовності підрозділів до виконання дій за призначенням з урахуванням наявного в них парку ОТЗ. Визначити необхідну чисельність спеціальної техніки з метою комплектування нею АРФ названі методи не дозволяють.

Відомі методи та підходи є вузько направленими і дозволяють вирішити конкретні задачі. Основними серед цих задач є визначення місць дислокації підрозділів, оцінка рівня готовності сил та засобів до виконання дій за призначенням і встановлення їх необхідної чисе-



льності. Більшість серед відомих методів дозволяють встановити чисельність ОТЗ в підрозділах лише на етапі проектування населених пунктів. В процесі визначення видів та чисельності ОТЗ для АРФ враховуються чисельність населення та характер забудови відповідного населеного пункту. З розвитком населеного пункту може змінюватися чисельність його населення та характер забудови, що впливає на ефективність процесу реагування на НП і НС підрозділів АРФ. Математичні моделі, які входять до складу методів встановлення чисельності ОТЗ в АРФ переважно ґрунтуються на законі розподілу Пуассона. Відповідно, було встановлено, що названі моделі були застосовані для визначення кількості ОТЗ в АРФ міст з чисельністю населення понад один мільйон. Ця особливість пояснюється тим, що в містах з чисельністю населення понад один мільйон потік викликів є пуассонівським. Відповідно, серед проаналізованих методів відсутні такі, які дозволяють вирішити задачу технічного переоснащення підрозділів новими ОТЗ з урахуванням існуючих їх місць дислокації.

Таким чином, в роботі проведено дослідження процесу реагування аварійно-рятувальних формувань на надзвичайні ситуації та небезпечні події, які виникають на території міста з населенням понад один мільйон осіб. Встановлено, що потік викликів, які надходять до підрозділів аварійно-рятувальних формувань, має певну структуру і їх чисельність корелює з показником загальної площі житлового фонду населеного пункту. Названа залежність була описана поліноміальною лінією тренду для якої було складено відповідне рівняння, яке дозволяє визначити чисельність викликів, які можуть надходити у майбутньому до підрозділів аварійно-рятувальних формувань. Ці дані можуть бути також використані для визначення чисельності оперативних транспортних засобів, якими повинні бути забезпечені підрозділи аварійно-рятувальних формувань для ефективного проведення ними дій за призначенням. Запропоновано метод комплектування підрозділів аварійно-рятувальних формувань оперативними транспортними засобами з урахуванням оперативної обстановки в їх районах виїзду, який полягає у виконанні чотирьох послідовних етапів. Перший етап передбачає проведення відбору необхідних показників на основі аналізу статистичних даних, які характеризують процес реагування підрозділів аварійно-рятувальних формувань на різного роду деструктивні події, та побудову прогнозу моделі. Другий етап передбачає проведення розрахунку показника приведеної чисельності автомобілів на виклик з урахуванням різних груп потоків викликів. Третій етап передбачає визначення загальної чисельності оперативних транспортних засобів для аварійно-рятувальних формувань населеного пункту. У зв'язку з тим, що на цьому етапі використовуються математичні моделі, які ґрунтуються на законі розподілу Пуассона, то існує обмеження при використанні запропонованого методу, яке полягає у тому, що потік викликів повинен бути пуассонівським. Четвертий етап розрахунків передбачає перерозподіл раніше визначеної загальної чисельності оперативних транспортних засобів по підрозділам аварійно-рятувальних формувань з урахуванням особливостей оперативної обстановки в їх районах виїзду.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Коханенко В. Б., Беляев В. Ю. Принцип комплектації підрозділів пожежно-рятувальних частин в населених пунктах України з урахуванням умов експлуатації // Проблемы пожарной безопасности. 2017. № 41. С. 98–103.
2. Tiutiunyk V. V., Ivanets H. V., Tolkunov I. A., Stetsyuk E. I. System approach for readiness assessment units of civil defense to actions at emergency situations // Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2018. № 1. P. 99–105.
3. Шкурнов С. А. Информационно-аналитическая модель принятия решений по переоснащению парка пожарных автомобилей // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25, № 7. С. 58–62.

*П.А. Ковальов, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ,  
І.Ю. Андросович, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ КОНТРОЛЮ ЗА ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ ПОЖЕЖНО-ТЕХНІЧНОГО ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ**

Усі предмети пожежного-технічного, аварійно-рятувального оснащення з часу їх надходження до ПРП підлягають обліку. Вони повинні маркуватися з вказівкою інвентарного номера, який у процесі експлуатації протягом усього періоду перебування в підрозділі не змінюється.

Пожежне обладнання – обладнання призначене для відбирання, транспортування, регулювання витрат, формування і спрямування струменів вогнегасних речовин із застосуванням пожежних машин або мережі водопостачання, а також допоміжні засоби його застосування і технічного обслуговування.

Пожежно-технічне оснащення – комплект пожежного обладнання, переносного пожежного інструменту, пожежних рятувальних пристроїв, засобів індивідуального захисту пожежника, вогнегасників, якими оснащується пожежний транспортний засіб.

Пожежні карабіни тавруванню не підлягають, а обліковуються за інвентарним номером пожежного пояса в комплекті.

Придатність до роботи захисних ізолюючих засобів щодня визначає сам пожежник зовнішнім оглядом.

Зовнішніми ознаками, які визначають непридатність засобів електричного захисту, є:

- для ножиць - пошкодження ізоляції на ручках і відсутність упорних кілець;
- для гумових рукавиць, калош (ботів), килимків - проколи, розриви, наявність отворів;
- для переносного заземлення руйнування контактних сполучень, порушення механічної міцності мідних жил (обривання більше 10 % мідних жил).

Усі засоби електричного захисту, що не пройшли у встановлений термін випробування, є непридатними до використання.

Електрозахисні засоби зберігають на пожежному автомобілі окремо від іншого інструменту в заохленому вигляді.

Обслуговування та перевірку справного електрифікованого, механізованого інструменту і приладів електроосвітлення, якими укомплектовані пожежні автомобілі, роблять щодня при зміні караулу, після кожного ремонту, застосування, а також у терміни, що вказані в технічних паспортах чи інструкціях щодо їх експлуатації.

Перед тим, як заступити на чергування, пожежні пояси та пожежні карабіни підлягають ретельному огляду.

Рятувальні мотузки, що є на озброєнні, повинні відповідати вимогам технічної документації заводів-виробників, мати коуші, зберігатися в сумках-чохлах, змотаними у клубок. Один з кінців мотузки від обв'язки петлі обшивається білою тасьмою (2-3 см завширшки) з інвентарним номером. На чохлі кріпиться бирка із зазначенням дати останнього випробування та інвентарним номером.

Рятувальна мотузка перевіряється зовнішнім оглядом начальниками караулів при отриманні, перед використанням на занятті (навчанні) та командирами відділень не рідше одного разу на 10 днів. Мотузка не повинна мати нерівностей, місцевих потовщень, зморшок шнура мотузки та підвищеної вологості.

Для перевірки на розмотаній та закріпленій одним кінцем мотузці підтягуються і зависають на 1-2 сек. три чоловіки. Якщо після зняття навантаження подовження рятувальної мотузки збережеться, вона вважається непридатною для рятувальних робіт (занять) і з оперативного розрахунку знімається.

Переносний пожежний інструмент (ломи, багри, крюки, лопати, сокири, пилки тощо) повинен мати форму та масу, що відповідають ергономічним вимогам та вимогам стандартів і технічних умов.

Металеві частини сокир та багрів мають бути надійно насаджені на ручки. Міцність насадки встановлюється в стандартах і технічних умовах на інструменти конкретного виду.

Дерев'яні ручки мають виготовлятися з міцних порід деревини, не мати ознак псування, сучків, тріщин та сколів.

Довговічність інструменту (інвентарю) та безпечна робота з ним забезпечуються утриманням його у справному стані, щоденним контролем за його станом і своєчасним технічним обслуговуванням. Придатність інструменту визначається зовнішнім оглядом при зміні чергування. З метою запобігання нещасним випадкам під час роботи з інструментом (інвентарем) при його огляді належить звертати увагу на якість насадки інструменту на ручки та чистоту робочої поверхні. Тріщини, сколи та інші дефекти не допускаються.

Сокири, пилки, ножиці для різки металевих решіток мають зберігатися в чохлах.

Рятувальні мотузки, що є на озброєнні, повинні відповідати вимогам технічної документації заводів-виробників, мати коуші, зберігатися в сумках-чохлах, змотаними у клубок. Один з кінців мотузки від обв'язки петлі обшивається білою тасьмою (2-3 см завширшки) з інвентарним номером. На чохлі кріпиться бирка із зазначенням дати останнього випробування та інвентарним номером.

Рятувальна мотузка перевіряється зовнішнім оглядом начальниками караулів при отриманні, перед використанням на занятті (навчанні) та командирами відділень не рідше одного разу на 10 днів. Мотузка не повинна мати нерівностей, місцевих потовщень, зморшок шнура мотузки та підвищеної вологості.

Для перевірки на розмотаній та закріпленій одним кінцем мотузці підтягуються і зависають на 1-2 сек. три чоловіки. Якщо після зняття навантаження подовження рятувальної мотузки збережеться, вона вважається непридатною для рятувальних робіт (занять) і з оперативного розрахунку знімається.

Переносний пожежний інструмент (ломи, багри, крюки, лопати, сокири, пилки тощо) повинен мати форму та масу, що відповідають ергономічним вимогам та вимогам стандартів і технічних умов.

Металеві частини сокир та багрів мають бути надійно насаджені на ручки. Міцність насадки встановлюється в стандартах і технічних умовах на інструменти конкретного виду.

Дерев'яні ручки мають виготовлятися з міцних порід деревини, не мати ознак псування, сучків, тріщин та сколів.

Довговічність інструменту (інвентарю) та безпечна робота з ним забезпечуються утриманням його у справному стані, щоденним контролем за його станом і своєчасним технічним обслуговуванням. Придатність інструменту визначається зовнішнім оглядом при зміні чергування. З метою запобігання нещасним випадкам під час роботи з інструментом (інвентарем) при його огляді належить звертати увагу на якість насадки інструменту на ручки та чистоту робочої поверхні. Тріщини, сколи та інші дефекти не допускаються.

Сокири, пилки, ножиці для різки металевих решіток мають зберігатися в чохлах.

Технічне обслуговування полягає в огляді, виявленні та усуненні дефектів ручного інструменту силами особового складу чергового караулу.

П.А. Ковальов, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ,  
Т.В. Глазкова, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ

## АНАЛІЗ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ПРОЦЕС ДИХАННЯ

Процес дихання характеризується великою кількістю різноманітних показників, найбільш важливими з яких є частота дихання, життєва ємність легень, легенева вентиляція, мертвий простір, газообмін у легенях людини, доза споживання кисню.

**Частота дихання ( $f$ )** людини визначається кількістю повних дихальних рухів (вдихів та видихів) в одиницю часу. Частота дихання не є постійною величиною і залежить від декількох чинників. Вона збільшується з підвищенням навантаження на людину і залежить від ступеня її тренуваності. При цьому частота дихання у нетренованої людини, в залежності від фізичного навантаження, збільшується в більшій мірі, ніж у тренуваної. Крім того, частота дихання залежить від статі і віку людини.

В залежності від ступеня важкості робіт, які виконуються у протигазах, усі види робіт (вправ) поділяються на 4 групи: легка, середня, важка, дуже важка. При конструюванні та іспитах ізолюючих апаратів виходять з таких показників частоти дихання:

- повний спочинок – 15 дихальних циклів у хвилину;
- робота середньої важкості – 20 дихальних циклів у хвилину;
- робота важка – 25 дихальних циклів у хвилину;
- дуже важка робота – 30 дихальних циклів у хвилину.

Одним з основних параметрів, який характеризує вентиляційну функцію легень, є об'єм одного вдиху (видиху) або **дихальний об'єм  $V_d$** . За спокійного стану людина вдихає та видихає близько 0,5 літри повітря. Зі збільшенням навантаження дихальний об'єм повітря зростає.

Людина у змозі недовгий час свідомо міняти звичайну частоту та глибину дихання, припиняти (тамувати) дихання і робити окремі максимально можливі вдихи та видихи. Максимальна кількість повітря, яка може надійти до легень після звичайного вдиху, називається **додатковим об'ємом вдиху  $V_{дод}$** . Для дорослої людини він складає в середньому 1,5 л. Максимальна кількість видихуваного повітря після звичайного видиху називається **резервним об'ємом видиху  $V_{рез}$** . Крім цього, після максимального видиху в легенях людини залишається ще 1- 1,5 л повітря (так зване **залишкове повітря  $V_{зал}$** ).

Сума об'ємів дихального, додаткового та резервного повітря називається **життєвою ємністю легень (ЖЄЛ)**. ЖЄЛ показує об'єм повітря, яке людина здатна видихнути з легень після глибокого вдиху, та характеризує її фізичний розвиток. За більшого значення ЖЄЛ органи дихання можуть забезпечити виконання більш інтенсивної та тривалої фізичної роботи. У нетренованої дорослої людини ЖЄЛ (її визначають за допомогою спірометра) у середньому дорівнює 3,5 л, у тренуваної – близько 5 л (тобто дихальний мішок регенеративного дихального апарата не повинен мати корисну місткість менше 5 л), але може бути і більше. Таким чином, ізолюючий апарат повинен забезпечити вдих, який дорівнює ЖЄЛ. Це здійснюється за рахунок запасу газоповітряної суміші і подачі додаткової кількості повітря легенеvim автоматом.

Перевищення ЖЄЛ (6 л і більше) небажано для роботи людей у регенеративних дихальних апаратах, тому що при цьому протигаз повинен мати збільшену корисну ємність дихального мішка, а також, відповідно, габарити і масу.

Найбільш поширеною і важливою характеристикою вентиляційної функції легень, яку використовують у більшості розрахунків, пов'язаних з обґрунтуванням вимог до створення та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання, є **легенева венти-**

ляція  $\omega_l$ . Вона визначається кількістю повітря, що циркулює в легенях за одиницю часу. Оскільки це об'ємна кількість повітря, що протягом  $1$  хвилини вдихає або видихає людина, то легенева вентиляція дорівнює результату множення частоти дихання  $f$  на дихальний об'єм  $V_d$  повітря:

$$\omega_l = f \cdot V_d . \quad (1)$$

У стані спокою доросла людина робить  $15-18$  дихальних рухів (дихальних циклів) у хвилину, дихальний об'єм (або глибина дихання) у цьому випадку дорівнює близько  $0,5$  л, а легенева вентиляція, відповідно,  $7-9$  л/хв. При фізичному навантаженні, яке супроводжується прискоренням окислювальних процесів в тканинах та підвищенням їх потреби в кисню, показники всіх трьох параметрів збільшуються. Дуже важке фізичне навантаження характеризується частотою дихання до  $40-45$  хв<sup>-1</sup>, глибиною  $3,5-4$  л та легеневою вентиляцією до  $150$  л/хв (останній показник, до речі, зумовлює тактико-технічні вимоги до легеневої автоматів резервуарних та регенеративних апаратів).

У той час, за нормами Системи стандартів безпеки праці (ССБП), легенева вентиляція під час роботи в засобах індивідуального захисту органів приймається:

- повний спокій –  $12,0$  л/хв;
- робота середньої важкості –  $30,0$  л/хв;
- тяжка робота –  $60,0$  л/хв;
- дуже тяжка робота –  $84,0$  л/хв.

Деяке розходження з наведеним раніше пояснюється особливостями дихання та роботи в апаратах. Так, навіть перебування в апараті у стані повного спокою дещо збільшує частоту дихання, а дуже велике фізичне навантаження не може здійснюватись протягом часу, який перевищує декілька хвилин. Тобто дуже тяжка робота являє собою чергування дуже великого фізичного навантаження та навантаження середнього рівня.

Збільшення вентиляції легень відбувається як за рахунок збільшення частоти дихання, так і за рахунок збільшення глибини дихання. Проте, слід мати на увазі, що за незначного збільшення числа вдихів можна цілком використовувати **ЖЄЛ**. За більшого збільшення частоти дихання можливість використання **ЖЄЛ** знижується. Звідси випливають дві важливі особливості, котрі необхідно враховувати при роботі в ізолюючих апаратах.

По-перше, до цієї роботи варто залучати осіб, які добре підготовлені з фізичного боку і мають малу частоту дихання. Надмірне збільшення вентиляції легень під час роботи в апаратах небажано. Тому під час роботи в ЗІЗОД необхідно стежити за частотою дихання та за значного її збільшення робити паузи в роботі з тим, щоб знизити розміри легеневої вентиляції.

По-друге, показник легеневої вентиляції  $\omega_l$  приймається за основу при визначенні часу роботи в ЗІЗОД. У розрахунках часу роботи газодимозахисників в регенеративних дихальних апаратах приймається, що вони виконують роботу середньої ваги, чергуючи важку або дуже важку роботу, якщо така має місце, з відпочинком. Тобто  $\omega_l = 30$  л/хв. Робота в апаратах на стиснутому повітрі, які мають більшу вагу і значно менший час захисної дії, ніж регенеративні, являє собою чергування важкої роботи з роботою середньої важкості. При цьому значення легеневої вентиляції приймається  $\omega_l = 40$  л/хв.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ОБОЛОНКОВИХ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН**

Переважна більшість пожежної техніки котра використовується на теперішній час в територіальних підрозділах ДСНС України не дозволяє доставляти вогнегасні речовини (ВР) на відстань більше 100 м. Наявні в Україні різні типи пожежних автоцистерн з різним набором технічних засобів пожежогасіння, здатні з використанням лафетних стволів доставити воду на відстань до 70м., максимальна відстань подачі розчинів вогнегасних пін низької та середньої кратності, з використанням установок комбінованого гасіння пожеж типу «Пурга», складає 100 м.

При використанні пожежних автомобілів порошкового пожежогасіння, максимальна дальність подачі вогнегасних порошків складає 70 м. [1]. З числа наявних у розпорядженні ДСНС України зразків пожежної техніки, найбільшу дальність подачі вогнегасних речовин забезпечує імпульсна багато стволова установка «Імпульс-3М». Даний тип ствольних установок був створений на Київському танкоремонтному заводі за замовленням головного ракетно-артилерійського управління МО СРСР на базі шасі танків Т-62. Дана установка забезпечує дальність імпульсної подачі 200 кг. вогнегасних порошків на відстань 120 м., або 150 л. води на відстань 75м. [2,3].

Тому в даний час гостро стоїть проблема створення принципово нових технічних засобів пожежогасіння та розробка нових методів доставки ВР на віддалену відстань при гасінні складних пожеж. Найбільш раціональним розв'язанням цієї проблеми є використання пневматичної стволової установки пожежогасіння (СУП) – пневматичної гармати, що забезпечує високоточну контейнерну доставку різного виду вогнегасних речовин безпосередньо в зону горіння. Використання СУП дозволить ефективно вирішувати завдання віддаленої доставки різних ВР і сумішей методом метання в контейнерах при гасінні складних пожеж на особливо небезпечних об'єктах (зони хімічного зараження, території мінних загороджень, пожежі на арсеналах і т. д.), забезпечуючи при цьому безпеку особового складу пожежних підрозділів.

Доцільність використання та ефективність застосування СУП залежить від ефективності застосування контейнерів начинених ВР. Контейнер, являє собою порожнисту капсулу, в якій розміщується вогнегасний однокомпонентний або багатоконпонентний склад. При попаданні контейнера в зону горіння, капсула руйнується, вивільняючи вогнегасний склад. Основними способами механічного викиду вогнегасної речовини з капсули і обробки зон горіння є:

- розсипання або розлив вогнегасної речовини по поверхні в зоні горіння;
- викид маси вогнегасної речовини в результаті поділу контейнера на окремі компоненти, подальший розліт розділених компонентів контейнера з одночасною обробкою зони горіння ВР;
- розпилення в результаті розриву капсули від внутрішнього надлишкового тиску викиданого продуктами хімічної реакції;
- вибуховий викид вогнегасної речовини, в тому числі і зі струменем вогню, що дозволяє збити полум'я в зоні горіння;

При цьому можливі різні способи приведення в дію механізму пожежогасіння контейнера, такі як: механічне руйнування від удару о поверхню; активація термочутливим механізмом або по сприйняттю променевої енергії; активація електричним або електромагнітним імпульсом; розрив від надлишкового внутрішнього тиску; інерційний викид ВР через соплову або дифузорну частину контейнера та інші.

Для організації метання капсул з ВР по балістичній траєкторії, необхідно провести технічне обґрунтування способу метання з урахуванням необхідної початкової швидкості

польоту капсули, з огляду на специфіку проведення пожежогасіння на відстані більше 100 м. Незалежно від способу організації метання капсул, матеріальна частина СУП передбачає наявність наступних елементів:

1. Ствол з можливістю зарядки капсул з казенної частини;
2. Апарат автоматичного заряджання капсул;
3. Відсік зберігання капсул з ОТВ;
4. Система прицілювання.

Враховуючи існуючий рівень підготовки і матеріально-технічного оснащення пожежно-рятувальних підрозділів України, метання капсул, можливо здійснювати наступними способами:

1. Використання енергії стисненого повітря. При даному способі метання необхідна наявність високопродуктивної компресорної системи і об'ємного ресивера, що вимагають розміщення СУП на спеціальному шасі.

2. Застосування енергії порохових газів. Організація даного способу метання вимагає проведення спеціальної піротехнічної підготовки пожежних, а також вимагатиме створення спеціального шасі з відсіком зберігання зарядів.

3. Метання з використанням енергії газів спалювання вуглеводневих палив. Перевагою даного способу метання капсул з ВР є його відносна малогабаритність, що дозволить створити різні компоновання СУП.

4. Використання енергії тиску води, що створюється штатним насосом пожежного автомобіля. Перевагою даного способу метання капсул є можливість використання штатних механізмів і обладнання більшості пожежних автоцистерн, що значно спростить компоновальну схему СУП і дозволить зробити її універсальною.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. – К.: МВС, затверджений наказом № 340 від 26.04.2018.
2. Довідник керівника гасіння пожежі. – К.: ДСНС. – 2015. – 358 с.
3. Kent R. Crawford An Estimation of the Pneumatic Gun's Effectiveness / Kent R. Crawford, Nicholas W. Mitiukov, Patrick McSherry// Voennyi Sbornik – 2014, Vol. 4, No. 2, pp. 89-94

**УДК 614.8**

*А.І. Кодрик, к.т.н, УкрНДІЦЗ,  
О.Ф. Нікулін, д.т.н, УкрНДІЦЗ,  
С.А. Виноградов, к.т.н, доцент,заст. нач. каф., НУЦЗУ*

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ОДНОРІДНОСТІ БУЛЬБАШОК КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ ВІД ЗМІНИ ЇЇ КРАТНОСТІ

Технологія використання компресійної піни (далі КП) широко поширена за кордоном і використовується вже протягом декількох десятиріч. На відміну від звичайної піни, вона має особливі, які не характерні для звичайної піни властивості, а саме: підвищену стійкість, посилену адгезію та вогнегасну здатність при одночасному зменшенні витрат води и піноутворювача [1,2]. Це пов'язують зі зменшення діаметрів бульбашок компресійної піни в порівнянні з повітряно-механічною піною та підвищенням однорідності. Відомо, що розміри бульбашок КП та їх однорідність [3,4] залежать від методів їх утворення, типу і концентрації піноутворювача, наявності стабілізуючих речовини, співвідношенням витрат во-

дно розчин ПУ і повітря, зміна яких повинна забезпечувати створення піни, яка має належні властивості для боротьби з горінням певного класу пожеж і залишається стабільною з плином часу.

Для визначення реальних розмірів бульбашок КП було проведено калібрування мікроскопа та цифрової камери в залежності від кратності збільшення. Для калібрування використовувався об'єкт-мікромір, який представляє собою прозоре скло на якому нанесена шкала 1 мм (1000 мкм), з ціною поділки 0,01 мм (10 мкм). Були проведені три серії дослідів для піни різної кратності: Серія №1 - при кратності піни 20; Серія № 2 - при кратності піни 12; Серія № 3 - при кратності піни 6. Результати вимірів та обробки даних наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати вимірів розмірів бульбашок КП

№	Кратність 20			Кратність 12,5			Кратність 5				
	Діапазон діаметрів, мм		Кількість у виборці	Діапазон діаметрів, мм		Кількість у виборці	Діапазон діаметрів, мм		Кількість у виборці		
	min	max		min	max		min	max			
1	У	0,091	3	0,09	0,094	5	0,045	0,06	1		
2	0,091	0,093	1	0,094	0,099	4	0,06	0,075	5		
3	0,093	0,095	9	0,099	0,103	12	0,075	0,09	13		
4	0,095	0,097	11	0,103	0,108	15	0,09	0,105	24		
5	0,097	0,1	23	0,108	0,112	29	0,105	0,12	26		
6	0,1	0,102	20	0,112	0,116	15	0,12	0,135	13		
7	0,102	0,104	21	0,116	0,121	7	0,135	0,15	9		
8	0,104	0,106	7	0,121	0,125	10	0,15	0,165	11		
9	0,106	0,108	10	0,125	0,13	4	0,165	0,18	5		
10	0,108	0,111	2	0,13	0,134	1	0,18	0,196	1		
Всього бульбашок в мм <sup>2</sup> для серії №1			110	Всього бульбашок в мм <sup>2</sup> для серії №2			102	Всього бульбашок в мм <sup>2</sup> для серії №3			108

По результатам проведених досліджень побудовані гістограми вибірок розмірів бульбашок піни в залежності від кратності піни, які наведені на рис. 1.

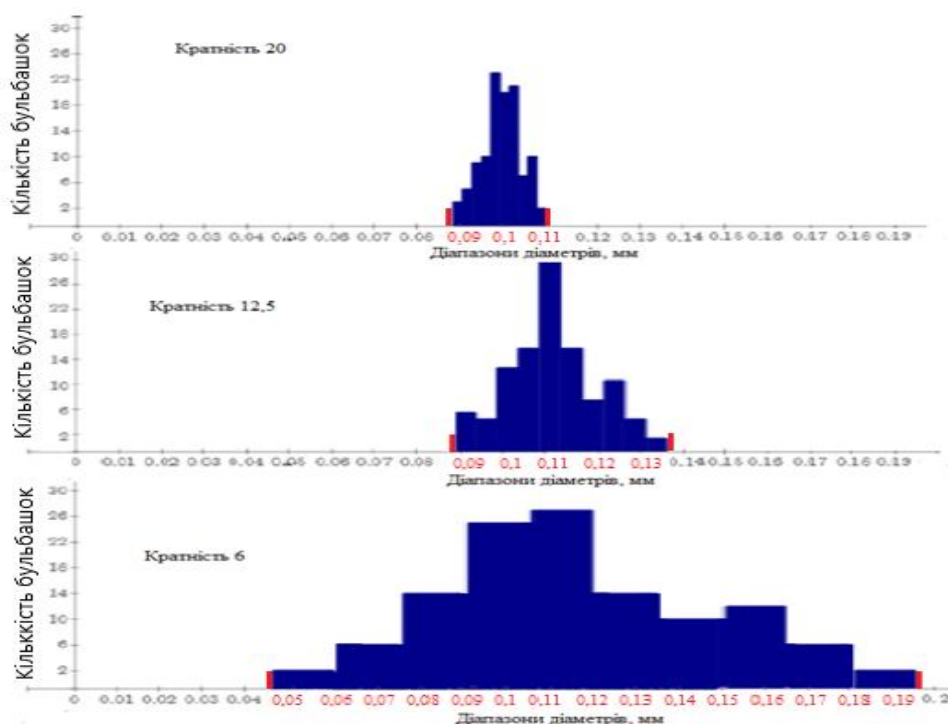


Рис. 1 – Залежність однорідності бульбашок в компресійній піні від її кратності



Однорідність є одним з визначальних і важливих параметрів компресійної піни щодо її вогнегасних здатностей. Аналізуючи графічний матеріал можна зробити висновок, що при збільшенні кратності піни її однорідність зростає, тим самим підвищується її вогнегасна ефективність за рахунок її більшої стійкості.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Robert G. Taylor Technical Report 98: Compressed Air Foam Systems in Limited Staffing Conditions / Robert G. Taylor - Morristown Fire Bureau - Morristown, New Jersey – 1998. - p 75-112.
2. CAFS - Straight answers for the beginner or the experienced user [Electronic resource]—cafsinfo.com,2008. - Mode of access: <http://www.cafsinfo.com/index.html> Date of access : 05.03.2009.
3. Звіт про науково-дослідну роботу « Провести пошукові дослідження з відпрацювання складу вогнегасної речовини у вигляді компресійної піни» /О.Ф. Нікулін, А.І.Кодрик, О.М.Тітенко / УкрНДІЦЗ, ДСНС України.
4. 4.Adamson Arthur W. Physical Chemistry of Surfaces / Arthur W. Adamson, Alice P. Gast. 6th ed. – N.Y. e.a.: A Wiley-Interscience Publication, 1997.

## УДК 614.84

*Б.І. Кривошей, канд. техн. наук, доцент, доцент каф., НУЦЗУ*

### **РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НОВИХ ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРН**

В останній час на озброєння підрозділів ДСНС України стали надходити пожежні автоцистерни на шасі автомобіля МАЗ-5309. Дані пожежні автомобілі (АЦ-4-60 (5309) - 505М, АЦ-4-60 (5309) - 515) суттєво різняться за своїми характеристиками від звичних пожежних автомобілів на шасі ЗИЛ та КамАЗ. Дані автоцистерни спроектували та склали в 2018 році на ТОВ «Промислова компанія «Пожмашина»». Її основа – шасі МАЗ із колісною формулою 4x4.1. Має алюмінієву з прямим профілем пожежну надбудову. Цистерну виготовлено з поліпропілену, води й піноутворювача в ній відповідно 4000 л і 400 л. Усередині цистерни – також надбудова з переднім наскрізним відсіком та закритим насосним відсіком. А ще – насос ПН-60 БА, стаціонарний лафетний ствол із ручним управлінням, лебідка з електроприводом, освітлювальна щогла, електрогенератор, система розгальмування, внутрішнє розташування заправних патрубків. Конструктори також передбачили обігрівачі Webasto, мотопомпу.

При проектуванні даної автоцистерни було враховано деякі побажання практичних працівників, людей які безпосередньо будуть експлуатувати дані автомобілі. Серед основних побажань щодо створення сучасних пожежних автоцистерн можна виділити:

- авто повинно бути на повнорівдному шасі;
- безкапотні комфортні кабіни з додатковим обладнанням (обігрівачем, місцевим освітленням, USB – виходом, місцем для розміщення краг і касок);
- автівка зі стаціонарними сходами з кабіни, широкою платформою для роботи на насосі, оснащення автоцистерн тепловізором, мотопомпою;
- шасі повинно бути від бренду, який має розвинуту мережу сервісних центрів в Україні.

При експлуатації пожежних автоцистерн АЦ-4-60 (5309) - 505М, АЦ-4-60 (5309) - 515 було виявлено деякі конструктивні недоліки які необхідно взяти до уваги при створенні та конструюванні наступних моделей пожежних автоцистерн. Дані моделі пожежних

автоцистерн суттєво відрізняються від пожежних автомобілів на шасі ЗИЛ та КамАЗ особливо за такими параметрами як габаритна висота та повна маса. Так АЦ-4-60 (5309) - 505М має масу 19000 кг, габаритні розміри: висота – 3640 мм, ширина – 2550 мм [1]. Перші проблеми при експлуатації даного автомобіля виникли в підрозділах ДСНС при встановленні автомобіля в гараж пожежної частини. Габаритна висота автомобіля була більша за типову висоту в'їзних воріт пожежної частини. Даний автомобіль в повній мірі не може бути задіяний в міських пожежних частинах в яких район виїзду охоплює стару частину міста (вузька проїзна частина вулиць, низькі по висоті заїзди в внутрішні двори та ін.).

Великі значення габаритної висоти та маси суттєво впливають на стійкість пожежного автомобіля під час його руху на максимальних швидкостях до місця виникнення надзвичайної ситуації. Стійкість автомобіля – це його здатність рухатися без перекидання і бічного заносу. Значення стійкості підвищується при русі в умовах сильно пересічної місцевості, по слизькій дорозі, на крутих закругленнях шляху. Розрізняють поздовжню, поперечну і бічну стійкість автомобіля. Поздовжня стійкість – це здатність пожежного автомобіля зберігати стійкість в поздовжньому напрямку (вздовж дороги) при подоланні підйомів і русі на спусках. Поперечна стійкість – це здатність автомобіля зберігати стійкість в поперечному напрямку (поперек дороги) при русі по дорозі з поперечним ухилом та по косяку. Фактори від яких залежить поперечна стійкість пожежного автомобіля:

1. Колія пожежного автомобіля. Чим ширша колія автомобіля (відстань між колесами) тим стійкість автомобіля більша.

2. Центр ваги пожежного автомобіля. Чим нижче розташовується центр ваги в автомобілі тим стійкість автомобіля більша. Значне підвищення центру ваги внаслідок висоти вантажу знижує поперечну стійкість автомобіля.

3. Кут ухилу дороги. Чим більший кут, тим величини сил які діють на пожежний автомобіль збільшується і коли вони будуть більші за бокове зчеплення коліс з дорогою то автомобіль почне зносити, а при дуже крутому куті можливе і перекидання.

4. Радіус повороту. Чим крутіший поворот по якому рухається пожежний автомобіль тим стійкість автомобіля менша, а якщо поворот відбувається на великих швидкостях то автомобіль втрачає стійкість може виникнути занос або і його перекидання.

5. Розмір, еластичність та стан шин.

6. Розташування пожежно-технічного озброєння в кузові пожежного автомобіля. Стійкість пожежного автомобіля при гальмуванні може бути порушена внаслідок неправильного розміщення ПТО в кузові.

На пожежній автоцистерні використано систему безпечної експлуатації (двигун можна завести лише з місця водія, неможливість руху автоцистерни при включеному пристрою відбору потужності). Це погіршує тактико-технічні характеристики пожежної автоцистерни в цілому, так як при вирішенні деяких оперативних задач необхідно забезпечити роботу відцентрового насоса при русі автомобіля. При роботі з насосного відсіку водій повинен вимкнути зчеплення клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор і утримувати його 10 с, увімкнути пристрій для відбору потужності на роздавальній коробці клавішею на панелі насосного відсіку, при цьому спалахне контрольний індикатор. Увімкнення пристрою відбору потужності на роздавальній коробці можливе лише з затримкою 10 с. В ситуації коли пожежна автоцистерна буде задіяна на пожежогайні і коли кожна секунда має велике значення, цей фактор збільшує час початку подачі вогнегасячих засобів в осередок пожежі.

Проаналізувавши дані фактори можна виділити такі що залежать від правильної організації експлуатації пожежних автомобілів, а саме:

- контролювати закріплення пожежно-технічного озброєння в відсіках пожежної надбудови (особливо металоємких та великогабаритних (переносний лафетний ствол, пожежна колонка)), щоб уникнути штучного підвищення центру ваги автомобіля;

- при прямуванні до місця пожежі та при поверненні в пожежну частину цистерна пожежного автомобіля повинна бути заповнена повністю;

- контролювати тиск повітря в шинах автомобіля та величину протектору;
- зменшувати швидкість руху пожежного автомобіля на крутих поворотах;
- при керуванні пожежним автомобілем водію не слід створювати умов, в яких стійкість автомобіля знижується. Для цього треба уникати різкого зрушення з місця, різкого гальмування, різких поворотів керма, високих швидкостей руху.

Таким чином, з метою покращення тактико-технічних характеристик наступних моделей пожежних автоцистерн необхідно врахувати наступні рекомендації:

- зменшити габаритні розміри (особливо габаритну висоту);
- встановлювати на автомобілі пристрої відбору потужності, що забезпечують одночасний рух автомобіля і роботу відцентрового насосу;
- використовувати дистанційний привід ввімкнення зчеплення, пристрою відбору потужності з меншим часом спрацювання;
- передбачити запуск двигуна пожежної автоцистерни з насосного відсіку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Настанова щодо експлуатації автоцистерни пожежної АЦ-4-60(5309)-505М. URL: <http://pkpm.com.ua/> (дата звернення: 06.12.2018).

УДК 004.89:614.841.4

*В.М. Кришталь, ст. викл., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, НУЦЗУ*

### МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ КРИТЕРІАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМИ КОМПЛЕТУВАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Завдання комплектування аварійно-рятувальної техніки має особливості, до яких належать багатокритеріальність, різномірність значень критеріальних функцій, слабка структурованість. Розглянемо аспекти формування інтегрального критерію (цільової функції), виходячи з відомих методів вирішення завдань багатокритеріальної оптимізації [2]. Зауважимо, що функції можуть як задаватися таблично, так і мати вигляд аналітичних залежностей. У першому випадку необхідно вирішувати завдання їх структурної та параметричної ідентифікації.

Звернемося до наступних методів формування критеріальної функції: метод головного критерію, метод лінійної згортки та методу ідеальної точки.

Використання методу головного критерію пов'язано з вибором критерію, який стає визначальним. Припустимо, що головним критерієм є вартість елемента аварійно-рятувальної техніки. Тоді задача комплектування аварійно-рятувальної техніки зводиться до такого вигляду:

$$F_4(x) \rightarrow \min, x = (x_{i_1}^1, x_{i_2}^2, \dots, x_{i_m}^m), x_{i_j}^m \in C_j,$$

$$x \in D, D = \{x / F_{i_{\min}} < F_i(x), i = \overline{1,3}\}$$

Якщо  $F_{i_{\min}}, i = \overline{1,3}$ , – мінімально можливі значення і-го критерію. Таким чином, отримуємо задачу однокритеріальної оптимізації. Її вирішення у випадку відомих значень  $F_1, F_2, F_3, F_4$  для всіх елементів зводиться до пошуку:

$$x_1^* = \min_{x \in D} F_4(x),$$

де  $D$  – область з обмеженнями. Якщо  $x_1^* \in D$ , то рішення знайдено, якщо ні – шукаємо

$$x_2^* = \max_{\substack{x \in D \\ x \neq x_1^*}} F_3(x)$$

Якщо  $\exists x_i^* : x_i^* = \max_{x \in D} F_3(x), x_i^* \in D$ , то задача має розв'язання, інакше – рішення не існує.

Метод лінійної згортки критерії є одним з найбільш відоміших і поширених методів, що застосовуються для вирішення прикладних багатокритеріальних задач оптимізації. Його сутність полягає у призначенні певним чином не від'ємних коефіцієнтів у лінійній згортці вихідних критеріїв і подальшій екстремізації на всіх можливих варіантах.

Необхідними умовами реалізації зазначеного методу є:

- нормалізація значень критеріальних функцій;
- визначення вагових коефіцієнтів критеріїв.

Інтегральний критерій буде таким:

$$F(x) = \alpha_1 F_1(x) + \alpha_2 F_2(x) + \alpha_3 F_3(x) - \alpha_4 F_4(x) \rightarrow \max,$$

$$\text{де, } \alpha_i > 0, i = \overline{1,4}, \sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1.$$

Якщо відомі значення критеріальних функцій та інтегрального критерію на множині контрольних точок, якими позначені елементи аварійно-рятувальної техніки, то коефіцієнти  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  можуть бути розраховані, наприклад, за методом найменших квадратів. Однак, це не завжди можливо; швидше за все, в масиві початкових даних матиме місце мультиколінеарність факторів, гетероскедастичність, автокореляція факторів і результат буде зміщений. В інших випадках необхідно використовувати техніки обробки експертних оцінок.

Що стосується методу ідеальної точки, то такою називають точку  $(x_1^*, x_2^*, x_3^*)$ , де  $x_i^* = \max_{x \in D} F_i(x), i = \overline{1,4}$ .

Розв'язавши задачі однокритеріальної оптимізації, ідеальну точку буде знайдено. Тоді подальше розв'язання полягатиме в пошуку такої точки:

$$x^* = \text{Arg} \min_{x \in D} \left( \sum_{i=1}^4 (F_i(x) - x_i^*)^2 \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Значення критеріальних функцій повинні бути унормовані і, якщо критеріальні функції мають вагові коефіцієнти, то завдання (13) перепишемо у вигляді

$$x^* = \text{Arg} \min_{x \in D} \left( \sum_{i=1}^4 \alpha_i (F_i(x) - x_i^*)^2 \right)^{\frac{1}{2}},$$

$$\text{де } \alpha_i > 0, i = \overline{1,4}, \sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1.$$

Існують і інші методи вирішення задач багатокритеріальної оптимізації такі, як вибір за кількістю домінуючих критеріїв, метод послідовних поступок, послідовного введення обмежень, бажаної точки, задоволення вимог, векторної релаксації тощо [1], але всі вони вимагають залучення додаткової інформації, якою може і не бути. Тому для вирішення нашої задачі ми зупинилися на вищенаведених трьох методах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Волошин О. Ф. Теория принятия решений / О. Ф. Волошин, С. О. Машенко. – К. : Киевский университет, 2006. – 304 с.
2. Larichev O. I. Teoriya i metodi prinyatiya resheniy / O. I. Larichev. – M. : Logos, 2003. – 392 s.

## УДК 614.841.48

*М.О. Кропива, к.т.н., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, НУЦЗУ,  
А.О. Майборода, к.пед.н., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, НУЦЗУ,  
В. М. Нуянзін, к.т.н., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, НУЦЗУ,  
Д.С. Однороженко, ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, НУЦЗУ,  
А. Ю. Вовк, ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, НУЦЗУ*

## ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ В АВТОМОБІЛІ

На даний час зафіксовано багато випадків виникнення пожеж на автотранспорті. За статистикою 2018 року в Україні на транспортних засобах виникло 4346 пожеж, у порівнянні з 2017 роком відбулося їх збільшення на 3,2 %, що становить 5,5 % від загальної кількості пожеж. Серед транспортних засобів найчастіше горіли легкові (3 209 проти 3 158 пожеж; +1,6 % або 73,8 % від загальної кількості пожеж на транспортних засобах), вантажні автомобілі (462 проти 448 пожеж; +3,1 % або 10,6 %) та автобуси (285 проти 248 пожеж; +14,9% або 6,6 %).

Під час пожеж на транспорті загинуло 22 людини проти 18 людей, 55 людей проти 81 отримали травми. Упродовж 2018 року збільшення кількості пожеж на транспортних засобах в порівнянні з 2017 роком зареєстровано в 15 областях України та місті Києві [1].

Основні причини виникнення пожеж на транспортних засобах розподілились наступним чином:

- несправність електричної системи автомобіля (1742 пожежі; або 40,1 % від кількості пожеж на транспортних засобах);
- підпали (879 проти 971; -9,5 % або пожеж або 20,2 %);
- порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок (705; або 16,2 %);
- розгерметизація паливної (газової) системи автомобіля (264 пожежі або 6,1 %);
- необережне поводження з вогнем (221 проти 264; -16,3 або 5,1 %);
- інші причини (535 проти 515; +3,9 % або 12,3 %).

Тому зрозуміло що питання пожежної безпеки на транспорті є актуальною проблемою вирішення якої дозволить підвищити рівень захисту життя та здоров'ю людей.

Проведено аналіз існуючих автоматичних систем пожежогасіння у підкапотному просторі автомобілів [2], та малогабаритні модулі газового пожежогасіння [3].

Газові вогнегасні системи застосовуються у тих випадках, коли для ефективного гасіння пожежі необхідні вогнегасні речовини, що не пошкоджують обладнання, в даному випадку двигун автомобіля та електронне обладнання, якого багато в сучасних автомобілях. Під час гасіння пожежі порошковими вогнегасними засобами необхідно брати до уваги утворення високої запиленості.

Двоокис вуглецю на відміну від порошку високої запиленості не утворює [4, 5] та має ще ряд переваг:

- після випаровування вуглекислота не пошкоджує агрегатів двигуна;
- має гарні діелектричні властивості;
- не змінює властивості в процесі зберігання;
- висока проникаюча здатність навіть у важкодоступних місцях.

Вуглекислотні вогнегасники також мають і недоліки:

- можливість прояву значних теплових напружень в результаті гасіння (дуже сильно охолоджується розтруб що може привести до опіку рук);
- можливість токсичного впливу вуглекислотних парів на людину.

Але в даному випадку ці недоліки не є актуальними так як гасіння відбувається у підкапотному просторі автомобіля в автоматичному режимі без участі людини.

В разі відсутності автоматичних систем пожежогасіння, гасіння пожежі необхідно починати з палаючого пролитого під автомобілем пального.

Найбільший ефект досягається при одночасному гасінні з використанням декількох вогнегасників.

Облаштувати систему пожежогасіння на автомобілях досить просто. Складатися вона буде з балону з аерозолем, трубок, які розпилюють форсунок і датчиків. Балон надійно кріпиться в підкапотному просторі. Від нього проводяться трубки і форсунки насамперед в моторний відсік, тому що в більшості випадків загоряння відбувається саме там - де знаходиться двигун і топлівопроводні шланги. Там же встановлюються датчики, що реагують на підвищення температури і автоматичні включають розпорошення піни або аерозолу. Як правило, вогнегасна суміш після спрацьовування датчика подається протягом 5-30 секунд. Оптимальним часом вважається 5-10 секунд. Після викиду суміші в повітря починається її інтенсивне згоряння, виділяється аерозоль, що містить велику кількість вуглекислого газу.

Згоряння і рівень викиду CO<sub>2</sub> - настільки швидкий процес, що вогонь гасне в лічені секунди. За цей час практично не встигають постраждати ні дроти, ні двигун, ні шланги. Крім того, при швидкому спрацьовуванні системи, після провітрювання на автомобілі можна продовжувати рух. Ще одна особливість системи в тому, що вона може безперервно працювати навіть при перевертанні автомобіля.

**Висновки.** З огляду на вище викладене, розробка автоматичного модуля пожежогасіння, який працюватиме методом флегматизації з використанням двоокису вуглецю CO<sub>2</sub> і який буде розміщено в підкапотному просторі автомобіля є актуальною задачею. Яка дозволить підвищити основні показники пожежної статистики. В подальшому необхідно розробити універсальну систему пожежогасіння з обґрунтуванням прийнятих конструктивних рішень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж за 12 місяців 2018 року. – Київ:Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, 2019 р.
2. Розроблення засобів гасіння пожежі в підкапотному просторі автомобіля/ А.Г.Ренкас, А. А. Ренкас, Волинський В. І. // Пожежна безпека. 2013. - №23. – С. 139-143.
3. Малогабаритные модули газового пожаротушения «Импульс» - 2 (25-2,2-18)-euroservis.com.ua
4. ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT).
5. Наказ № 25 від 15.01.2018 «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників».

**ПРОБЛЕМИ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ БАГАТОПАЛИВНИХ АЗС**

В Україні внаслідок високої вартості рідкого автомобільного палива економічно вигідним є використання автотранспорту, двигуни якого працюють на скраплених вуглеводневих газах – суміші скраплених (зріджених) газів пропану та бутану (LPG – liquefied petroleum gas). Враховуючі пожежонебезпечні властивості LPG [1, 2], пожежі на багатопаливних автозаправних станціях (БП АЗС) відрізняються значними збитками та складністю гасіння. Однією з резонансних можна вважати пожежу 20 червня 2018 року на БП АЗС "БРСМ-нафта" (траса Київ – Житомир в селі Гуровщина), коли водій забув вийняти заправний пістолет й начав рух, внаслідок чого паливо-роздавальна колонка була зірвана з кріплення, впала й почався витік LPG. Сталося займання та вибух.

На БП АЗС найбільш часто застосовуються газові модулі з надземним або підземним розташуванням резервуарів [3]. Найбільшу пожежну небезпеку уявляються газові модулі з надземним розташуванням резервуару для зберігання LPG.

LPG є сумішшю пропану (до 95%), бутану та інших газів у незначній кількості. За [4] СВГ розділяють на п'ять сортів (А, В, С, D, Е) залежно від мінімального надлишкового тиску насичених парів. Наприклад, у зимовий час рекомендовано застосування LPG сорту А, який має найбільший мінімальний надлишковий тиск насичених парів (та, відповідно, найбільший відсоток пропану у суміші).

Пожежі LPG мають ряд особливостей [5]:

- при аварійному витокі щільність парів LPG у 1,5-2 рази вище щільності повітря, що призводить до швидкого створення вибухонебезпечних концентрацій,
- лінійна швидкість вигорання в три рази перебільшує швидкість вигорання бензину,
- пари спалахують, як правило, від сторонніх джерел запалювання, що призводить до вибухів, які руйнують будівельні конструкції,
- характер витоків газу визначається по кольору полум'я: у паровій фазі – світло-жовте полум'я, у рідкій фазі – яскраво-помаранчеве полум'я з виділення сажі, у парорідкій фазі – горить полум'ям, висота якого періодично змінюється,
- висота полум'я при горінні LPG, що розливається, у 2-2,5 рази більше середнього діаметру площі горіння.

Для гасіння пропану та бутану рекомендується застосування порошку типу ПСБ-3 з інтенсивністю подачі  $4 \text{ кг/м}^2$ . Застосування вуглекислого газу не рекомендується, піни – не припускається. Охолодження водою застосовується для обладнання, розташованого рядом з вогнищем горіння. Інтенсивність подачі –  $0,1 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с)}$  [1].

Згідно [5, 6] при гасінні LPG у резервуарах слід подавати потужні водяні струмені, застосовувати стаціонарні лафетні установки для охолодження ємностей, що горять, та сусідніх ємностей. Особливу увагу слід звертати на захист запірної арматури ємностей. Для гасіння LPG у випадках їх розливу невеличким шаром на поверхні землі застосовуються компактні водяні струмені для змиву рідини, що горить.

У складі газового модуля на БП АЗС звичайно застосовуються резервуари LPG об'ємом до  $10 \text{ м}^3$ . Максимально припустимий рівень наливу складає 85% [3]. Тобто у резервуарі об'ємом  $V=10 \text{ м}^3$  може знаходитися LPG у кількості до  $V_{\text{LPG}} = 0,85 \cdot V = 8,5 \text{ м}^3$ . LPG зберігається під тиском до  $16 \text{ кгс/см}^2$ . Пропан має температуру кипіння  $t_{\text{кип}} = (-42,06)^\circ\text{C}$  [1]. Тому при розгерметизації резервуару зріджений пропан скіпає (стає перегрітою легкозаймистою рідиною) та починає швидко випаровуватися. Якщо припустити, що LPG зберіга-

ється в резервуарі при нормальних умовах, тобто температурі  $+20^{\circ}\text{C}$ , то масу перегрітого пропану можна оцінити за формулою (40) [7]:

$$m_{\text{пер}} = \min\left\{0,8 \cdot m_n; \frac{2 \cdot C_p \cdot (T_a - T_{\text{кип}})}{L_{\text{вип}}} \cdot m_{\text{пер}}\right\} = 2069 \text{ кг},$$

де  $m_n = 0,85 \cdot \rho_{\text{пропан}} \cdot V = 4335 \text{ кг}$  – маса парів пропану, що потрапили до навколишнього середовища;  $\rho_{\text{пропан}} = 510 \text{ кг} / \text{м}^3$  – густина зрідженого пропану;  $m_{\text{пер}} = m_n$  – маса парів перегрітої рідини пропан, що вийшла назовні;  $C_p = 1863 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  – питома теплоємність пропану при температурі перегрівання рідини  $T_a$ ;  $T_a = 293,15 \text{ K}$  – температура перегрітої рідини відповідно до технологічного регламенту в технологічному апараті;  $T_{\text{кип}} = 231,09 \text{ K}$  – нормальна температура кипіння пропану;  $L_{\text{вип}} = 484,5 \cdot 10^3 \text{ Дж} / \text{кг}$  – питома теплота випаровування пропану при температурі перегріву рідини  $T_a$ .

Швидкість розтікання LPG по бетону дорівнює 6 м/хв. [8]. Тому застосування первинних засобів пожежогасіння ускладнено. Гасіння LPG можливо двома способами: поверхневе гасіння порошком або створення умов безпечного вигорання. У першому випадку необхідно застосування автомобіля порошкового гасіння (наприклад АП-5 (53215) (модель 196), що має достатню ємність цистерни для порошку –  $5,5 \text{ м}^3$  (маса порошку до 6300 кг), та лафетний ствол з достатньою пропускною спроможністю 30-50 кг/с (відстань центру зони ефективної частини порошкового струменю – 30 м)). Звичайні пожежно-рятувальні частини, як правило, не укомплектовані такою технікою, і час вільного розвитку пожежі LPG до прибуття автомобіля порошкового гасіння є неприпустимо великим. Тому основним способом гасіння LPG є створення умов для його безпечного вигорання. З тактичних міркувань слід застосовувати водяні стволи для змиву LPG у напрямку наявного паливоуловлювача та охолодження конструктивних елементів газового модулю [6].

## ЛІТЕРАТУРА

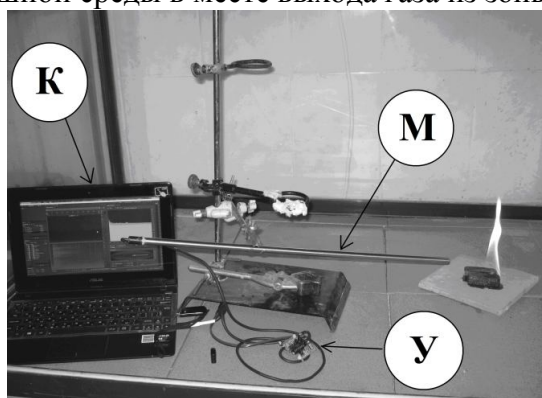
1. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения / [составители А.Н. Баратов и др.]. – Москва: Химия, 1990. – (Справочное издание).
2. Основные свойства сжиженного газа [Электронный ресурс] / Официальный веб-портал предприятия «Академия ГБО» // Режим доступа: <https://academygbo.ru/о-компании/vse-о-gbo/osnovnye-svoystva-szhizhennogo-gaza>
3. Ємності, резервуари, газгольдери для скраплених вуглеводневих газів [Електронний ресурс] / Офіційний веб-портал підприємства «КРАПТ» // Режим доступу: <http://krapt.com.ua/rezervuar-sug>.
4. Палива автомобільні. Газ нафтовий скраплений. Технічні вимоги та методи контролювання: ДСТУ EN 589:2017 (EN 589:2008+A1:2012, IDT). – [Чинний від 2018-02-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 16 с. – (Національний стандарт України).
5. Довідник керівника гасіння пожежі / За загальною редакцією В.С. Кропивницького. Київ: Літера-Друк, 2016. – 317 с.
6. Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. Затверджений Наказом № 340 МВС України від 26.04.2018.
7. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою: ДСТУ Б В.1.1-36:2016. – [Чинний від 2017-01-01]. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 31 с. – (Національний стандарт України).
8. Пожарная безопасность на АЗС [Электронный ресурс] / Веб-портал клуба пожежних та рятувальників Fireman.club // Режим доступу: <http://https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-bezopasnost-na-azs/>.



*А.А. Левтеров, канд. тех. наук, ст. науч. сотр., доцент каф. НУГЗУ,  
В.В. Тютюник, док. тех. наук, ст. науч. сотр., нач. каф. НУГЗУ,  
В.Д. Калугин, док. хим. наук, проф., проф. каф., НУГЗУ*

## ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЭФФЕКТА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ДЛЯ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОЧАГА ПОЖАРА

Целью работы является развитие научных основ создания акустического пожарного извещателя, в основу функционирования которого заложен принцип анализа амплитудно-частотных характеристик акустических колебаний, генерируемых источником возгорания в результате проявления эффекта акустической эмиссии (АЭ) на этапах проявления и развития пожарной опасности. Физико-химическая суть проявления АЭ при горении заключается в том, что в процессе протекания окислительно-восстановительной реакции возникает спектр колебаний, связанных с возникновением и разрушением на молекулярном уровне напряжений в кристаллической решетке материала. При горении жидкой органической фазы происходит динамическое перемещение масс реагентов, газообразных продуктов, приводящих к колебаниям окружающей среды объекта загорания (кавитационные явления). Чем больше молекул вещества задействовано в процессе протекания реакции, тем интенсивнее горение и мощнее излучаемое звуковое колебание. Эффект АЭ имеет место на всех стадиях горения, пока есть деструкция материала и температурный градиент очага горения. При появлении открытого пламени, когда реакция горения переходит в устойчивую стадию, интенсивность звуковых колебаний резко возрастает. Это обусловлено при горении твердых тел усилением эффектов деструкции и деформации материала. Увеличение интенсивности звуковых колебаний при горении жидкофазных материалов связано с переходом в стадию кипения поверхностного слоя на границе пламени. При этом необходимо отметить, что и само пламя вызывает значительные колебания воздуха за счет неравномерности течения реакции горения. Помимо того, выделение газовых составляющих при горении как твердых, так и жидких веществ, также приводит к локальным колебаниям воздушной среды в месте выхода газа из зоны горения.



**Рис.1 – Фото лабораторной установки для исследования условий проявления эффекта АЭ на стадиях горения различных горючих материалов:**

М – микрофон; У – усилитель; К – компьютер

Для проведения лабораторных исследований нами разработана лабораторная установка для исследования условий проявления эффекта АЭ на стадиях горения различных горючих материалов, структурная схема которой представлена на рис. 1.

Обработку результатов (спектров акустических колебаний процесса горения) проводили с помощью специальных компьютерных программ. Спектры фоновых акустических шумов вычитали из суммарного спектра. Обработку спектров АЭ проводили в соответствии с представленным на рис. 2 алгоритмом [1].

На рис. 3 показана гистограмма распределения пиковых амплитуд спектров АЭ для исследованных материалов. Как видно, процесс горения исследованных целлюлозосодержащих материалов характеризуется высокой кучностью максимальных амплитуд в областях частот от 5 до 20 Гц и от 400 Гц до 25 кГц.

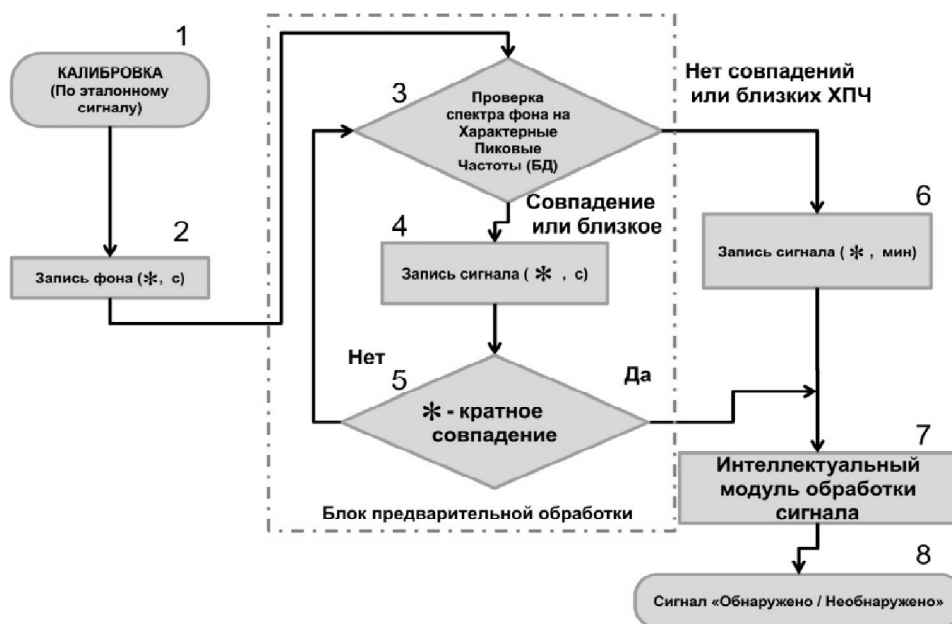


Рис. 2 – Алгоритм обработки спектров АЭ источника загорания

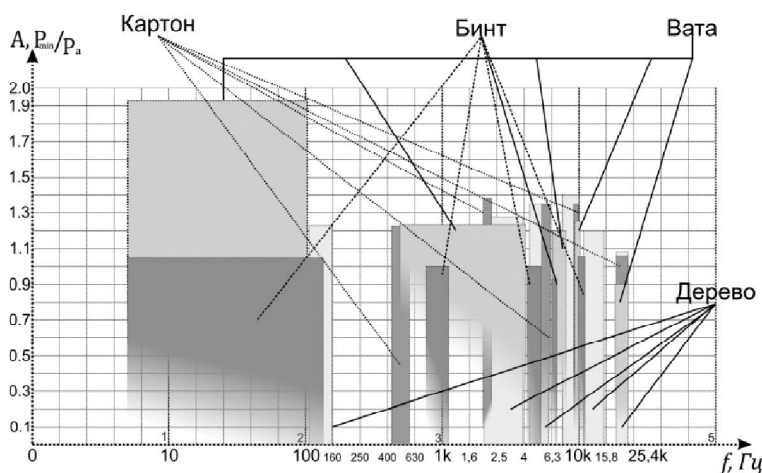


Рис.3 – Распределение характерных пиковых относительных амплитуд спектров АЭ в диапазоне частот 5 Гц ÷ 20,4 кГц

г) предложена схема объектной системы раннего обнаружения очага возгорания на основе эффекта АЭ для раннего обнаружения и предупреждения возникновения пожарной опасности в помещениях. Предложенная схема является подсистемой комплексной универсальной системы мониторинга в Украине.

## ЛИТЕРАТУРА

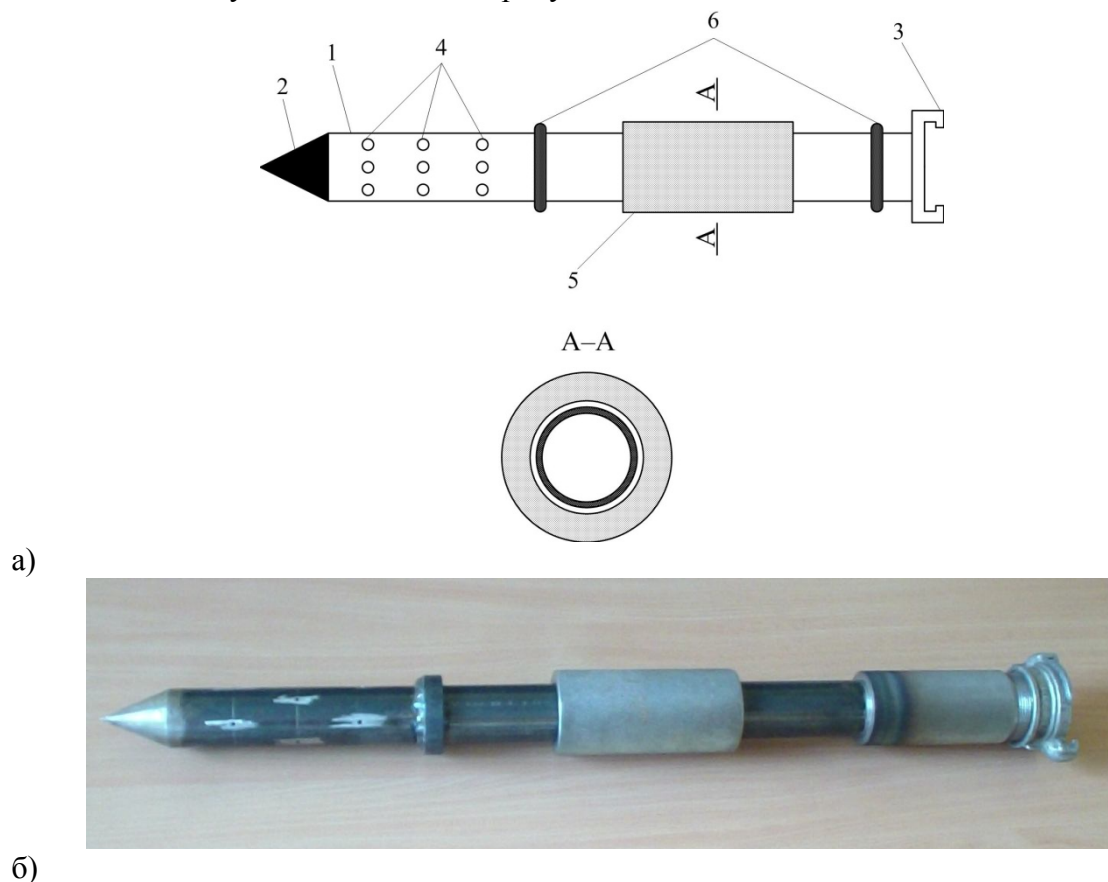
1. Левтеров А.А. Использование эффекта акустической эмиссии при раннем обнаружении возгорания целлюлозосодержащих материалов объектовой подсистемой универсальной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций в Украине. / А.А. Левтеров, В.Д. Калугин, В.В. Тютюник // Прикладная радиоэлектроника. – Харьков: Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Академия наук прикладной радиоэлектроники. – 2017 – Т. 16. – № 1, 2. – С. 23 – 40.

*А.А. Лісняк, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ  
 Д.П. Дубінін, к.т.н., доцент каф., НУЦЗУ  
 О.М. Лисенко, заст. нач. ГУ, ГУ ДСНС України у Полтавській області,  
 К.О. Стороженко, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

### ВИКОРИСТАННЯ СТВОЛА-ПРОБІЙНИКА ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

Проведення оперативних дій на пожежі, в деяких випадках, передбачає виконання спеціальних робіт, а саме: розкриття покрівлі та розбирання конструкцій. Розкриття покрівлі та розбирання конструкцій будівлі проводиться з метою виявлення прихованих осередків пожежі, випуску диму та подачі вогнегасних речовин шляхом застосування ручного (механізованого) інструменту та пожежних стволів. Розбирання конструктивних елементів будівель необхідно здійснювати так, щоб не послабити несучу здатність конструкцій і не спричинити їх обвалення. В окремих випадках розбирання конструкцій може призвести до виникнення небезпечних проявів пожежі, таких як «зворотна тяга», викид полум'я, що, в свою чергу, може призвести до травмування особового складу, погіршення обстановки на пожежі та інших негативних наслідків.

Вирішенням цієї проблеми є застосування ствола-пробійника для гасіння пожеж за рахунок поєднання у стволі-пробійнику функцій ручного (механізованого) інструменту та пожежного ствола, що дозволить з мінімальним (локальним) пошкодженням конструкції здійснювати випуск диму, гасіння прихованих осередків пожежі або гасити пожежі в замкнутому просторі (контейнер, автомобіль тощо). Загальний вигляд ствола-пробійника та приклади його застосування показано на рисунках 1-2.



**Рис. 1 – Ствол-пробійник для гасіння пожеж:**

а) робоче креслення; б) загальний вид.



а)



б)

**Рис. 2 – Застосування ствола-пробійника:**

а) пробиття отвору у гіпсокартону(макет стіни); б) пробиття отвору у металевому профнастилї або металочерепиці (макет покрівлі)

Запропонована конструкція ствола-пробійника для гасіння пожеж, дозволяє поєднати в одному пристрої ствол для гасіння пожежі і подачі вогнегасної речовини, а також ударний механізм, що підвищує ефективність проведення оперативних дій за рахунок скорочення часу з одночасним зменшенням кількості пожежних до одного. Також, крім зменшення кількості залучених до роботи з приладом осіб, значно підвищується рівень захищеності пожежного за рахунок відсутності прямої дії небезпечних чинників пожежі, чого складно досягти під час розбирання конструкцій. Таким чином використання ствола-пробійника можливе (доцільне) в місцях найбільш інтенсивного горіння, в місцях можливого горіння (у випадку прихованого розповсюдження полум'я) що дозволить досягти максимального ефекту в гасінні пожежі.

Використання ствола-пробійника, в певних випадках, дозволяє істотно зменшити час локалізації пожежі, а процес ліквідації пожежі доцільно забезпечувати комбінованими або перфективними стволами.

Таким чином, знання тактичних можливостей підрозділів та тактико-технічних характеристик пожежно-технічного обладнання, дозволить з максимальною ефективністю здійснювати оперативні дії з гасіння пожеж.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. Наказ МВС України № 340 від 26.04.2018 р.
2. Довідник керівника гасіння пожеж / За загальною редакцією В.С. Кропивницького. – К.: ТОВ «Літера-Друк», 2016 . – 320 с.
3. Ствол-пробійник для гасіння пожеж: пат. 136162 Україна: МПК А62С 31/00. № u201901333; заявл. 11.02.2019; опубл. 12.08.2019, Бюл. № 15/2019.
4. Сировой В.В. Основи тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировой, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Деревянко. – Х.:НУЦЗУ, 2015. – 216 с.

*А.В. Максимов, викл. каф., НУЦЗУ,  
В.М. Стрілець, д.т.н., ст. наук. співр., ст. наук. співр. НДЦ, НУЦЗУ,  
О.О. Єрмак, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО ЯКИЙ ВТРАТИВ СВІДОМІСТЬ ПРИ ПЕРЕМІЩЕННІ ПО ВЕРТИКАЛЬНИМ КАНАТАМ**

У випадку, коли потерпілий отримав травму під час руху по вертикальним канатам та зависає на страхувальному пристрої (схоплюючий вузол, зажим типу «шант» та ін.), дії рятувальника мають бути такими. Спуститись до потерпілого по додатковому робочому канату, а при його відсутності – по робочому канату потерпілого. Самостраховка рятувальника здійснюється за страхувальний канат потерпілого. Зупинитись поруч з потерпілим та зафіксувати свій спусковий пристрій. Закріпити потерпілого до свого спускового пристрою за допомогою його страхувального фалу. При цьому необхідно використати додатковий карабін, що надасть свободу дії рятувальнику в подальшому. Зафіксувати спусковий пристрій потерпілого. Зняти страхувальний пристрій потерпілого та перенести його вагу на спусковий пристрій потерпілого. В разі неможливості зняття страхувального пристрою потерпілого (він навантажений вагою тіла потерпілого), перерізати страхувальний фал потерпілого, приєднаний до цього страхувального пристрою. Розфіксувати та зняти спусковий пристрій потерпілого. Розфіксувати свій спусковий пристрій та розпочати спуск разом з потерпілим.

При наявності додаткового оснащення (одного або двох канатів), необхідно забезпечити верхню страховку для рятувальника та потерпілого.

В процесі виконання аварійно-рятувальних робіт, не виключені випадки, коли підняти до потерпілого можна набагато скоріше, чим спуститись зверху. В такому випадку, дії рятувальника мають бути наступними. Використовуючи зажими, рятувальник підіймається до потерпілого одним із засобів підйому по вертикальним канатам. Самостраховка здійснюється за робочий канат потерпілого. Піднявшись до потерпілого, рятувальник закріплює другий страхувальний пристрій вище потерпілого за його несучий канат та знімає нижній страхувальний пристрій. Наступними діями, рятувальник повинен змінити напрямку руху по вертикальним канатам з підйому на спуск. Для цього: нижче зажимів встановити спусковий пристрій та зафіксувати його, зняти зажими та перенести вагу тіла на спусковий пристрій.

Закріпити потерпілого до свого спускового пристрою за допомогою його страхувального фалу. Зняти самостраховку потерпілого зі страхувального канату. Розфіксувати спусковий пристрій потерпілого, при цьому вага тіла потерпілого перенесеться на спусковий пристрій рятувальника. Зняти спусковий пристрій потерпілого з робочого канату. Розблокувати свій спусковий пристрій та спуститись на нульову відмітку разом з потерпілим. При наявності додаткового оснащення, необхідно забезпечити верхню страховку для рятувальника та потерпілого.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Висотно-верхолазна підготовка. Техніка рятувальних робіт на висоті: практ. посіб. / Укладачі: Р.Г. Мелещенко, А.В. Максимов-Х.: НЦЗУ, 2018. с.197-198.
  2. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України : Наказ МНС України № 312 від 7 травня 2007 р. : М-во надзв. сит. України, 2007. – 248 с.
- Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду Наказ 27.03.2007 р. №62 про затвердження правил охорони праці під час виконання робіт на висоті с.155-160.

*А.В. Максимов, викл. каф., НУЦЗУ,  
В.М. Стрілець, д.т.н., ст. наук. співр., ст. наук. співр. НДЦ, НУЦЗУ,  
І.Г. Горбунов, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ОПЕРАТИВНЕ РОЗГОРТАННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЮ ПРИ РЯТУВАННІ ПОСТРАЖДАЛОГО З КОЛЕКТОРУ**

Одним із основних завдань сил цивільного захисту є ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, загрози вибухів, обвалів, зсувів, затоплень, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження, інших небезпечних проявів. Більшість із цих робіт розглянуті в нормативних документах, що регламентують діяльність ДСНС України. Але існують такі роботи, порядок та особливість виконання яких в цих документах не відображено. До таких робіт відноситься оперативне розгортання особового складу аварійно-рятувального автомобілю при рятуванні постраждалого з колектору, з використанням спеціального верхолазного оснащення. Це завдання виконує оперативний розрахунок у складі трьох чоловік: перший номер – керує діями рятувальників та закріплює мотузки за автомобіль або за конструкції, другий номер – спускається в колектор, третій номер – організує поліспаст Мунтера. Для підвищення ефективності виконання даної оперативної роботи необхідно розглянути проміжні роботи та взаємозв'язок між ними.

Дослідження оперативного розгортання проводилися під час занять з пожежно-рятувальної підготовки, під час яких були встановлені мінімальні  $t_{\min i}$  та максимальні  $t_{\max i}$  значення часу виконання окремих дій. Провівши розрахунки параметрів мережевої моделі був визначений критичний час даного процесу. Критичним в імітаційній моделі буде перший шлях – дії першого номера, тобто на ньому буде найбільша затримка часу.

Тому для підвищення ефективності розглянутого оперативного розгортання необхідно по-перше другим номером ставити найбільш підготовленого рятувальника, який досконало вміє працювати з засобами захисту органів дихання та з індивідуальними страхувальними системами; по-друге номеру один та номеру три максимально допомагати другому номеру виконувати його дії.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс. : за станом на 01 липня 2013 р. – К. : Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2013. – 82 с.
2. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби МНС України : Наказ МНС України № 1342 від 16 грудня 2011р. : М-во надзв. сит. України, 2011. – 56 с.
3. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту : Наказ МНС України № 340 від 26 квітня 2018 р. : М-во внут. спр. України, 2018. – 34 с.
4. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України : Наказ МНС України № 312 від 7 травня 2007 р. : М-во надзв. сит. України, 2007. – 248 с.
5. Про затвердження Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті : Наказ державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду №62 від 27.березня 2007 р. : Держ. ком. З пром.безп.,2007. – 69 с.

## ОЦІНКА ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГАЗОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА ПРИ ЗАПОБІГАННІ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ

Зростаюче в останні роки число техногенних надзвичайних ситуацій на газонафтопереробних підприємствах свідчить про те, що існуюча структура нормативної бази в галузі техногенної безпеки не дозволяє достовірно оцінити рівень їх небезпеки. При цьому слід відмітити складність та трудомісткість методик, відсутність статистичних даних, що дають кількісну оцінку рівню вибухонебезпеки технологічного обладнання та методики їх аналізу [1, 2]. Надзвичайні ситуації (НС) на об'єктах газонафтопереробної галузі характеризуються великими об'ємами викидів вибухонебезпечної речовини, утворенням хмар газоповітряної суміші, вибухами та пожежами, які приводять до руйнування або пошкодження будівель, споруд, установок [3, 4]. Тому розробка методики кількісної оцінки вибухонебезпеки технологічних блоків та підприємств у цілому є актуальною науково-практичною задачею.

Проведемо визначення кількісної оцінки вибухонебезпеки технологічного блоку газонафтопереробного підприємства. Припустимо, що технологічний блок, що є об'єктом дослідження, містить  $I$  одиниць технологічного обладнання (апаратів). Приймаємо, що кожна  $i$ -а одиниця технологічного обладнання (апарату) технологічного блоку газонафтопереробного підприємства, що розглядається у даному дослідженні, може бути п'яти типів ( $n = 1, 2, \dots, 5$ ) – колонне ( $n=1$ ), ємнісне ( $n=2$ ), насосне ( $n=3$ ), теплообмінне ( $n=4$ ) та пічне ( $n=5$ ), рівень небезпеки яких є різним. Це обумовлено особливостями технології, кількістю та видом вибухонебезпечної речовини тощо. Вважаємо також, що технологічний блок працює в штатному режимі, якщо усе обладнання справне, а режим НС настає при виході з ладу хоча б одного апарата. В загальному випадку руйнування технологічного апарата супроводжується надзвичайною ситуацією трьох видів: пожежа, вибух, викид. Нехай  $\Lambda_i$  – частковий критерій, що кількісно характеризує рівень вибухонебезпеки  $i$ -го технологічного обладнання (апарата),  $i=1, 2, \dots, I$ . Для його визначення пропонується застосування енергетичного показнику вибухонебезпеки за наступною формулою [3]:

$$\Lambda_i = E^i \cdot Q_{HC}^{in} \cdot Q_B^{in} \cdot q_{iv}, \quad n \in \{1, 2, \dots, 5\}, \quad v \in \{1, 2\}. \quad (1)$$

У цьому випадку ймовірність виникнення надзвичайної ситуації визначається в результаті обробки статистичних даних щодо розподілу аварій вказаного характеру для технологічних апаратів одного типу, які функціонують у приблизно однакових умовах [5]. У Таблиця 1 наведені усереднені дані по надійності технологічного обладнання двох блоків газонафтопереробного підприємства: абсорбційної газофракціонуючої установки (АГФУ) та електрознесолювальної установки (ЕЛЗУ).

У якості прикладу в Таблиця 2 наведено оцінку ймовірності різних сценаріїв розвитку надзвичайної ситуації з викидом стислого вуглеводневого газу при руйнуванні обладнання колонного типу ( $n=1$ ) блоку АГФУ. Останній стовпчик Таблиця 2 містить ймовірності  $q_{iv}$  виникнення при реалізації НС визначених типів того чи іншого сценарію розвитку НС на  $i$ -му обладнанні колонного типу.

Таким чином, для обладнання колонного типу блока АГФУ ймовірність  $Q_{HC}^1$  вибухового перетворення хмари газоповітряної суміші, яка виникла при надзвичайних ситуаціях з викидом стислого вуглеводневого газу, дорівнює  $Q_{HC}^1 = 0.265$ .

Таблиця 1 – Оцінка ймовірності виникнення надзвичайної ситуації з викидом вибухонебезпечної речовини на обладнанні газонафтопереробного підприємства в залежності від типу  $n$

Індекс обладнання, $n$	Тип обладнання	$\cdot Q_{НС}^{in}$ , рік <sup>-1</sup>	
		АГФУ	ЕЛЗУ
1	Теплообмінне	$1.02 \cdot 10^{-4}$	$1.92 \cdot 10^{-4}$
2	Ємнісне	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$1.18 \cdot 10^{-4}$
3	Колонне	$1.3 \cdot 10^{-4}$	$1.23 \cdot 10^{-4}$
4	Пічне	$1.8 \cdot 10^{-4}$	$1.81 \cdot 10^{-4}$
5	Насосне	$1.88 \cdot 10^{-4}$	$2.4 \cdot 10^{-4}$

При цьому, наприклад, ймовірності  $q_{1v}$ , які визначають ймовірність протікання вибуху за детонаційним ( $q_{11}$ ) або дефлаграційним ( $q_{12}$ ) механізмом, дорівнюють 0.0638 та 0.9362 відповідно.

Таблиця 2 – Оцінка ймовірності розвитку надзвичайної ситуації з викидом стислого вуглеводневого газу при руйнуванні обладнання колонного типу блоку АГФУ

Тип розвитку НС з викидом стислого вуглеводневого газу, $k$	Ймовірність розвитку НС по $k$ -му типу, $Q_k^{in}$	Сценарій розвитку НС $k$ -го типу, $v$	Ймовірність $v$ -го сценарію розвитку НС по $k$ -го типу, $q_{ivk}$
Вибух ( $k=1$ )	$Q_1^{i1} = Q_B^{i1} = 0.265$	Детонаційний вибух	0.0638
		Дефлаграційний вибух	0.9362
Пожежа ( $k=2$ )	0.7058	Горіння проливу	0.0407
		Вогняна куля	0.8770
		Факельне горіння	0.0823
Викид ( $k=3$ )	0.0292	Без горіння та вибуху	1.00

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шебеко Ю.Н., Шевчук А.П., Колосов В.А. Оценка индивидуального и социального риска аварий с пожарами и взрывами для наружных технологических установок. Пожаровзрывобезопасность. Уфа. № 1. С. 21 – 29.
2. РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей [Действующий с 26-06-215]. Москва, 2014. 38 с.
3. Чуб І.А., Матухно В.В. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації з вибухом хмари газоповітряної суміші. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків, 2016. Вип. 23. С. 186-191.
4. Чуб І.А., Матухно В.В. Модель задачі мінімізації рівня вибухонебезпеки об'єктів з вибухами хмар газоповітряних сумішей. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків, 2016. Вип. 24. С. 137-142.
5. Попов В.М., Чуб І.А., Новожилова М.В., Моделирование характеристик потока отказов основных производственных фондов объектов повышенной опасности. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харьов, НУЦЗУ. 2015. Вип. 21. С. 64-70.



*О.В. Миргород, к.т.н., с.н.с., доцент, НУЦЗУ,  
А.М. Корогодська, д.т.н., доцент, НТУ «ХП»,  
В.В. Тараненкова, к.т.н., доцент, НТУ «ХП»*

## **СКЛАДИ БЕТОНІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВОГNETРИВКИХ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІСЛЯ ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ**

Застосування в будівництві бетонних і залізобетонних конструкцій з різною термостійкістю та засобів її підвищення ще на стадії проектування має велике значення, оскільки забезпечує підвищення ефективності капітального будівництва, економію матеріалів і витрат праці, скорочення витрат від пожежі. Бетонні та залізобетонні конструкції під час пожежі піддаються високотемпературному нагріву різної інтенсивності та тривалості, в результаті чого знижується їх несуча здатність. Поведінка залізобетону як композиційного матеріалу насамперед визначається поведінкою бетону, оскільки саме в ньому при нагріві протікають складні теплофізичні та механічні процеси.

Обстеження будівель і споруд, що постраждали від пожежі, підтверджує економічну доцільність експлуатації конструкцій після відбудови. При цьому враховують зміни експлуатаційних характеристик конструкцій, кількісна оцінка яких потребує знань про зміну фізико-механічних властивостей бетону і арматури, особливостях їх сумісної роботи в умовах високотемпературного нагріву. Сумісна робота бетону і сталеві арматури в залізобетонних конструкціях визначається появою сил зчеплення, що забезпечують деформаційні, фізико-механічні і реологічні властивості матеріалів в залізобетонних елементах під навантаженням.

На сьогоднішній день найбільш розповсюдженими вогнетривкими матеріалами є глиноземистий та високоглиноземистий цемент, які, однак, не відповідають високим потребам, що висуваються до матеріалів за вогнетривкістю.

Оцінка міцності і деформативності зчеплення арматури з бетоном і їх вплив на граничні стани конструкцій в умовах нагріву, включаючи пряму вогневу дію, визначає можливість подальшої експлуатації залізобетонних конструкцій після пожежі.

Сумісно з кафедрою технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» були розроблені нові склади бетонів з використанням цементів на основі алюмініатів барію та магнезійної шпінелі, що відрізняються високою міцністю, вогнетривкістю та корозійною стійкістю. В якості вихідних сировинних матеріалів для отримання шпінельвмісного цементу використовувались вуглекислий барій технічний, глинозем марки Г00 та природний магнезит.

За результатами фізико-механічних випробувань отриманого цементу встановлено, що він має наступні властивості: водоцементне співвідношення 0,16; терміни тужавіння: початок 3 години 25 хвилин; кінець 6 годин 20 хвилин; межа міцності при стиску у віці 1 доби - 14 МПа, 3 доби - 47 МПа, 7 діб - 62 МПа, 28 діб - 68 МПа.

За результатами розрахунку температура плавлення обраного складу дорівнює 1850 °С. Визначена за методом падіння конусу вогнетривкість визначається температурою 2040 °С. Отриманий цемент є високоміцним, швидкоотужавіючим, швидкоотверднучим в'язучим повітряного твердіння і може бути використаний для розробки вогнетривкого бетону.

У якості заповнювача для вогнетривких бетонів може бути використаний широкий спектр матеріалів, нами було обрано електроплавлений корунд через матричну спорідненість до складу цементу.

*С.Ю. Назаренко, к.т.н., доцент каф., НУЦЗУ,  
Д.А. Лузан, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ ЗРАЗКІВ НАПІРНИХ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ НА РОЗРИВ

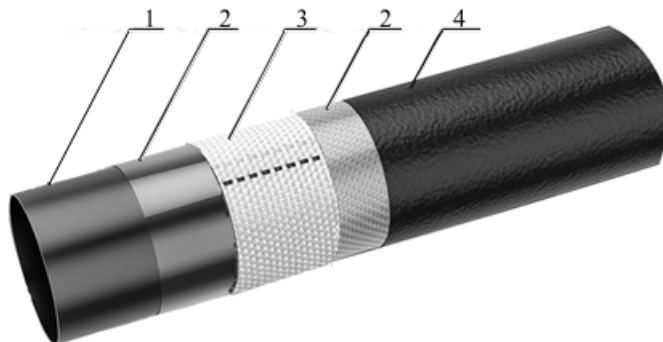
В наш час широке застосування мають композиційні матеріали, що складаються з еластомірної, зокрема гумової, матриці та різноманітного кордного посилення, наприклад, металевого, текстильного, скляного, тощо. Даний вид матеріалів активно застосовується у сучасній техніці, будівництві, апаратах і приладах. Зокрема, широке застосування знайшли спеціальні шланги та напірні рукава, які у якості гнучких трубопроводів (Рис. 1.) здійснюють транспортування під високим тиском різних рідин, газів, пару, пульпи, абразивних сумішей та сипучих матеріалів.



**Рис. 1 – Фотографії типових напірних гумових шлангів**

Основними вимогами, що висуваються до напірних рукавів та шлангів є вимога щодо гнучкості, герметичності, широкого температурного діапазону роботи та, звичайно, вимоги щодо забезпечення їх міцності та довговічності. Зазвичай вони мають композитну багатошарову внутрішню будову, яка характеризується наявністю внутрішнього та, інколи, зовнішнього гумового шару, також наявністю одного або декількох шарів текстильного каркаса. Наявність каркаса дозволяє суттєво підвищити міцність (і, як наслідок, підвищити допустимий в експлуатації тиск), а також забезпечити необхідну стійкість і радіальну жорсткість рукава.

Також дані композитні матеріали застосовуються при виготовленні напірних пожежних рукавів (НПР). Конструкція НПР складається [1] із (рис. 2) силового каркаса (ткацького чохла) (3) [2], внутрішнього пружного гідроізоляційного шару (1) та зовнішнього захисного просочування або пружного покриття (4) [3], яке може бути багатошаровим [4].



**Рис. 2 – Схема конструкції напірного пожежного рукава**

1 – герметизуючий шар; 2 – клейовий шар; 3 – силовий каркас; 4 – захисне покриття.

Пожежні рукава повинні бути герметичними при робочому та випробувальному гідравлічному тиску, зусилля від якого сприймає безшовний текстильний (тканино-в'язаний)

трубчастий силовий каркас, що може виготовлятися із синтетичної (капрон, лавсан) або змішаної сировини.

Тому роботи які спрямовані на вивчення основних характеристик силового каркасу є важливою науково-практичною задачею.

Згідно з [5] періодичні випробування на підприємстві проводять не менше одного разу на рік у кількості 5% від загального об'єму партії. На період планування експерименту для випробування було підготовлено зразки НПР типу «Т» з внутрішнім діаметром 51 мм виробництва AQUASILA, виготовленого за ДСТУ 3810-98. Фрагменти матеріалу рукавів, мали фактичну загальну довжину зразка 120 мм, а робочу зону довжиною  $\ell = 100$  мм (рис. 3), ширину – 50 мм та товщину – 1,0 мм.

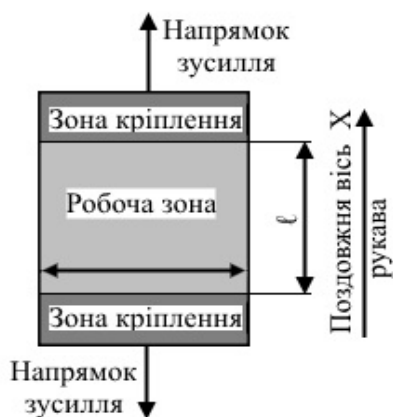


Рис. 3 – Випробувальний зразок пожежного рукава

Для проведення експерименту планується використовувати дослідну установку ДМ – 30 М. Для зручного фіксування НПР в установці запропоновано використати механічні затискачі, в які встановлюється підготовлений зразок рукава. В роботі планується задавати фіксовані значення деформації з подовженням зразка ( $\Delta = 0,5$  мм) при цьому штатним динамометром вимірювались зусилля. Перед застосуванням механічного динамометра йому необхідно провести тарировку з використанням зразкового динамометра. Дані дослідження дозволять визначити деякі механічні характеристики НПР.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять ДСТУ 2273–2006. [Чинний від 2007-04-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — XII, 32 с. — (Національний стандарт України).
2. Пат. 130859 РФ, МПК (2006.01) А62С 33/00. Напорный пожарный рукав / Степанов О.С., Чистобородов Г.И., Шомов П.А.; заявитель и патентообладатель Научно-техн. центр ООО "Промышленная энергетика". - № 2013112316/12, заяв. 19.03.2013; опубл. 10.08.2013 бюл. № 22.
3. Pat. US 5047200 A USA, IPC B29D23/00. Method of making a fire hose / Harcourt R.M.: Angus Fire Armour Limited. - № US08/440,683, appl. 01.05.1986; Pub. Date: 10.09.1991.
4. Pat. US 5593527 USA, IPC B29C47/02. Double jacketed fire hose and a method for making a double jacketed fire hose / Schomaker J.B., Kirjk M., Ruffcorn D.A.: Snap-Tite, Inc. - № US08/440,683, appl. 15.05.1995; Pub. Date: 14.01.1997.
5. Каркасы тканевязанные для пожарных рукавов. Общие технические условия ГОСТ 30135-94. [Дата введения 2001-09-01]. — Минск. : Межгосударственный стандарт, 1994. — XII, 13 с.

*Т.Ю.Оксьом, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ,  
О.А. Петухова, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ*

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖ В ГОТЕЛЯХ ЗА РАХУНОК АСПГ

На сьогодні питання пожежної безпеки готелів займає не останнє місце в забезпеченні безпеки людей. Зазвичай, в готелях рівень пожежної безпеки знаходиться на середньому рівні, але пожежі все ж таки трапляються і виникає досить складна обстановка, що потребує як її ліквідації так і евакуації людей та матеріальних цінностей в безпечну зону.

Причиною масштабної пожежі, яка сталася 17 серпня 2019 року в готелі «Токіо Стар» (м. Одеса), стало коротке замикання через надмірне споживання електроенергії в приміщенні пральні. Крім того, в будівлі готелю була несправна система пожежної сигналізації, відсутня система внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ), облицювання стін було виконане з горючих матеріалів, що негативно позначилося на рівні пожежної безпеки цього об'єкта, а в деяких номерах взагалі були відсутні вікна.

Пожежі й загоряння в цих об'єктах створюють реальну погрозу виникнення паніки й, як наслідок її, нанесення людям травм. Можливі й жертви.

Основною особливістю таких пожеж є велика швидкість поширення диму по сходовій клітці й вище розташованим поверхам, що істотно ускладнює, а в деяких випадках — виключає можливість евакуації по них. Тому питання забезпечення необхідного рівня пожежної безпеки таких об'єктів є актуальним.

Як варіант підвищення рівня пожежної безпеки в будівлях готелів є зменшення часу початку гасіння пожежі. Одним з напрямлень зменшення часу є використання автоматичної системи пожежогасіння (АСПГ). АСПГ повинна забезпечувати: спрацювання протягом часу, який має бути меншим за час початкової стадії розвитку пожежі; локалізацію пожежі протягом часу, необхідного для введення в дію оперативних сил і засобів, або її ліквідацію.

Згідно ДБН В.2.2-20:2008 «Будинки і споруди. Готелі» [1] автоматичними установками пожежогасіння обладнуються будинки готелів з умовною висотою понад 26,5 м. Аби зменшити час на локалізацію пожежі в будівлях готелів з умовною висотою менш 26,5 м, у готелях де кількість перевищує 20 номерів, а категорія починаючи з «\*» необхідно влаштувати АСПГ та автоматичні системи пожежної сигналізації (АСПС). З економічної точки зору, доцільно забезпечити автоматичною спринклерною системою пожежогасіння всі житлові кімнати, приміщення для відпочинку та приміщення з одночасним перебуванням більше ніж 50 осіб. Також влаштувати звукові сповіщувачі про пожежу, а в коридорах встановити світлові покажчики.

Аби переконатись в тому, що ці заходи доцільні, були проведені розрахунки обстановки на пожежі до прибуття пожежних підрозділів в один з готелів міста Харкова. Розміри приміщення, де умовно була створена пожежа, дорівнюють 6×5 м. Загальна площа приміщення 30 м<sup>2</sup>.

До моменту прибуття пожежної охорони, обстановка наступна:

$$\tau_{\text{знах}}=3\text{хв}; V_{\text{л}}=1 \text{ м/хв}; \tau_{\text{вияв}}=3\text{хв}; \tau_{\text{спов}}=1\text{хв},$$

де  $\tau_{\text{знах}}$  — час знаходження пожежно-рятувальної частини від об'єкту,  $V_{\text{л}}$  — лінійна швидкість поширення вогню,  $\tau_{\text{вияв}}$  — час виявлення пожежі,  $\tau_{\text{спов}}$  — час сповіщення про пожежу на пункт зв'язку частини (оперативно-координаційного центру)

Час вільного розвитку пожежі:

$$\tau_{\text{віль}} = \tau_{\text{вияв}} + \tau_{\text{спов}} + \tau_{\text{зб}} + \tau_{\text{прям}} + \tau_{\text{оп.розг.}} = 3+1+1+3+8=16 \text{ хв},$$

де  $\tau_{\text{зб}}$  — час збору та виїзду особового складу за сигналом «Тривога»,  $\tau_{\text{прям}}$  — час прямування підрозділів на пожежу,  $\tau_{\text{оп.розг.}}$  — час оперативного розгортання.

Радіус пожежі на 16-й хвилині:

$R_{\text{пож}} = 5 \cdot V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \cdot (\tau_{\text{віл}} - 10) = 5 \cdot 1 + 1 \cdot (16 - 10) = 11$  м. Це значно перевищує розміри кімнати.

Площа пожежі:

$$S_{\text{пож}} = a \cdot b = 6 \cdot 5 = 30 \text{ м}^2.$$

Кімната буде повністю знищена вогнем, а пожежа продовжить розповсюджуватись по іншим готельним номерам.

При влаштуванні АСПС, час виявлення пожежі буде набагато меншим, а АСПГ локалізує пожежу на самому початку, що також зменшить фактичні витрати води на пожежогашіння та зменшить кількість необхідних сил та засобів на гасіння пожежі.

Висновок: реалізація запропонованих рішень призведе до підвищення рівня пожежної безпеки в будівлях готелів, а також збереження життя та здоров'я людей, матеріальних цінностей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-20:2008 «Будинки і споруди. Готелі». (Державні будівельні норми України).
2. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту».
3. Довідник керівника гасіння пожежі. – Київ 2015.

**УДК 614.84**

*К.М. Остапов, к.т.н., ст. викл., НУЦЗУ  
А.С. Греков, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДІВ ПРИ РІЗНОМАНІТНИХ КУТАХ НАХИЛУ СТВОЛІВ РОЗПИЛЮВАЧІВ УСТАНОВКИ АУГГУС-М

За останнє десятиліття кількість пожеж в Україні не зменшувалась і на сьогодні становить близько 80 тис. пожеж на рік, збитки від яких в 2018 році склали понад 8 млрд. грн. В зв'язку з чим, зазначимо, що з початку 1990-х років у світі із застосуванням води ліквідувалося близько 82% пожеж.

У цьому сенсі слід особливо підкреслити, що незважаючи на всі переваги води, вона має істотний недолік, який полягає у великих її втратах за рахунок стікання з похилих поверхонь, що істотно знижує її вогнегасну ефективність і призводить до додаткових збитків від стікання води на розташовані нижче поверхи.

Суттєво зменшити втрати вогнегасної речовини (ВГР) (в тому числі і води), а також, прямі і побічні збитки, дозволяє застосування гелеутворюючих складів (ГУС), використання яких дозволяє зменшити побічні збитки від проливу води в десятки разів.

Однак специфічні особливості прийомів подачі ГУС, які складаються з двох окремо збережених і роздільно-одночасно поданих компонент на об'єкти пожежогашіння, на даний момент майже не розглядалися, що в принципі не дозволяло досить ефективно і широко використовувати ГУС на практиці.

В процесі дослідження механізму гасіння гелеутворюючими складами, а також оцінки його ефективності, використовувались дослідні установки гасіння АУГГУС и АУГГУС-П [1]. Разом з цим раніше запропоновані технічні рішення та прийоми подавання ГУС фактич-

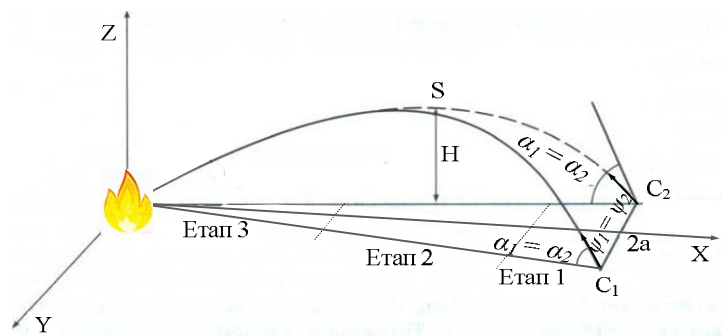
но дозволяли проводити гасіння, з відстані не більше 1-го метра, що з точки зору безпеки особового складу та вимог ДСТУ, щодо мінімальної довжини струменя ВГР - не відповідає вимогам та не дозволяє досить ефективно і широко використовувати ГУС на практиці.

Для забезпечення вимог ДСТУ та безпечної реалізації ГУС була розроблена дослідна установка гасіння гелеутворюючими складами АУГГУС-М, яка дозволяє здійснювати подавання двох компонент ГУС на відстань до 10 метрів, тим самим реалізуючи їх більш безпечно. Однак, дослідження [1] по гасінню модельних вогнищ установкою АУГГУС-М показали, що використання даної установки без відповідного відпрацювання тактико-технічних особливостей подачі, а саме більш детально розгляду траєкторій руху одиночними та бінарними струменями компонент ГУС, не дозволяє використовувати їх максимально ефективно на практиці.

Метою роботи є забезпечення раціонального трасування струменів складових ГУС при подаванні їх на відстань 10 метрів, за рахунок дослідження траєкторій їх руху при різноманітних кутах нахилу стволів розпилювачів установки АУГГУС-М.

Дослідження особливостей роботи пристроїв і установок пожежогасіння здійснюється, як правило, дослідним шляхом і поєднанням його з математичними методами теорій, що базуються на експериментальному матеріалі. Тому на початку експериментальних досліджень вивчалася можливість представлення руху одиночних і бінарних розпилених струменів ГУС до умовних об'єктів пожежогасіння у вигляді ліній, які відтворюють їх осьові траєкторії.

Для отримання фактичного експериментального матеріалу спочатку вирішувалося завдання аналізу руху струменів ВГР з урахуванням Ейлеревих кутів ( $\alpha$  – підвищення відносно горизонту і  $\psi$  – відхилення відносно площини націлювання на об'єкт пожежогасіння), які визначають в просторі координат ( $OXYZ$ ) орієнтацію стволів-розпилювачів (рис. 1), відповідного максимального значення дальності і висоти струменів ВГР в процесі їх подачі.



**Рис. 1 – Схема проведення експериментів з прицілюванням стволів на осередок пожежі, що подавали компоненти ГУС з точок  $C_1$  і  $C_2$ , на епіцентр пожежі;  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  та  $\psi_1$  і  $\psi_2$  – кути орієнтації стволів у просторі  $OXYZ$**

На фото (рис. 2) зображена реальна картина подачі струменя ВГР, де вузловими точками показана траєкторія руху струменя ВГР.



**Рис. 2 – Формування експериментальних даних для аналітичної побудови траєкторій руху струменів, що подаються з установки АУГГУС-М**

В табл. 1, як приклад застосування математичної обробки експериментальних даних, приведені усереднені результатів оцінки середньоарифметичних значень координат точок, що належать лініям, які спрощено відтворюють осьові траєкторії розпилених струменів ВГР.

Таблиця 1 – Усереднені значення координат “реперних” точок розділених за трьома етапами траєкторій руху струменів ВГР

Точка №		1	2	3	4	5	6	7	8
Струмінь №1	X <sub>1</sub> (м)	0,6	1,7	3	4,2	5,6	6,8	8,2	9
	Z <sub>1</sub> (м)	1,2	1,4	1,6	2	2,1	2	1,6	1,7

Як і очікувалося, рух струменів обох компонент ГУС на об’єкт пожежогасіння, здійснювався параболічними траєкторіями (рис. 2). Тому, за допомогою отриманих фото і відео матеріалів, можливо досить точно встановити геометричні параметри траєкторій руху ГУС.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кириченко І.К. Дистанційна подача гелеутворюючих сполук установкою АУГГУС-М / І.К. Кириченко, В.В. Сировой, К.М. Остапов // Проблеми пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2018. – Вып. 43. – С. 64-72. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7841>

**УДК 614.84**

*Ю.А. Отрош, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
О.В. Король, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ОБ’ЄКТІВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

На даний час на території України функціонує більше 1200 хімічно небезпечних об’єктів. Особливу небезпеку для населення та навколишнього природного середовища становлять аміакопроводи, хімічне виробництво, відстійники, сховища небезпечних речовин тощо. У зонах можливого хімічного ураження від цих об’єктів проживає понад 9 млн. осіб. Абсолютна більшість підприємств усіх галузей працює на застарілому обладнанні, яке використовується понад 25 років.

Споживаючи велику кількість природних ресурсів, у тому числі мінеральної сировини, виробництво супроводжується утворенням великої кількості відходів і побічних продуктів, які не утилізуються, а складуються у відвалах, хвостосховищах. У середньому, зі 100 % хімічної сировини, що переробляється на готову продукцію, перетворюється лише 30-40 %.

Аналіз стану хімічної безпеки в державі свідчить, що головними причинами виникнення надзвичайних ситуацій, пов’язаних із небезпечними хімічними речовинами та незадовільною екологічною ситуацією залишаються [1,2]:

1. Застарілі технології та низький рівень застосування прогресивних ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій;
2. Зношення основних фондів підприємств;
3. Повільне впровадження на хімічно небезпечних підприємствах систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення;
4. Високий рівень сировинно- та енергоємного виробництва;
5. Низький рівень культури виробництва та порушення проектних технологічних режимів.

Одним із найбільш ефективних факторів зниження ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру є запровадження сучасних інноваційних технологій, що дозволяють забезпечити в автоматичному режимі інтегровану оцінку небезпеки з урахуванням можливого впливу на інші потенційно небезпечні об'єкти та забезпечити оповіщення керівного складу та населення про загрозу виникнення такої небезпеки.

Надзвичайні ситуації на ХНО, як правило стосуються великих мас населення на великих територіях, де велика імовірність появи великого числа уражених, які потребують екстреної допомоги. В цій ситуації допомозі постраждалим може сприяти тільки комплекс заходів по медичному захисту населення, що включає в себе лікувально-евакуаційні, санітарно-гігієнічні і протиепідемічні заходи.

При цьому ці заходи повинні виконуватися в максимально стислі терміни і спеціальними, професійними підготованими формуваннями, якими і є формування медичної служби. Але окрім цього велику роль в наданні допомоги постраждалим грає саме населення уражених територій, тому зростає необхідність в навчанні населення правилам поведінки в надзвичайних ситуаціях.

Основними хімічними речовинами, які використовуються та зберігаються на цих об'єктах є хлор та аміак, і тому завжди є реальна загроза викиду (виліву) цих речовин і ураження людей. Проблема промислової безпеки значно загострилась з появою великомасштабних хімічних виробництв.

Основу хімічної промисловості склали виробництва безперервного циклу, продуктивність яких не має, по суті, природних обмежень. Постійне зростання продуктивності зумовлене значними економічними перевагами великих настанов. Як слідство, зростає зміст небезпечних речовин в технологічних апаратах, що супроводжується виникненням небезпек катастрофічних пожеж, вибухів, токсичних викидів і інших руйнівних явищ.

Безпека функціонування ХНО залежить від багатьох чинників, а саме фізико-хімічних властивостей сировини, напівпродуктів та продуктів, від характеру технологічного процесу, від конструкції і надійності обладнання, умов зберігання і транспортування хімічних речовин, стану контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації, ефективності засобів протиаварійного захисту і т.д.

Крім того, безпека виробництва, використання, зберігання і перевезень сильнодіючих отруйних речовин (далі «СДОР») в значному ступені залежить від рівня організації профілактичної роботи, своєчасності і якості планово-запобіжних ремонтних робіт, підготовленості і практичних навичок персоналу, системи нагляду за станом технічних засобів протиаварійного захисту.

Наявність такої кількості чинників, від яких залежить безпека функціонування ХНО, робить цю проблему вкрай складною.

Як показує аналіз причин великих аварій, що супроводжуються викидом СДОР, на сьогодні не можна виключити можливість виникнення аварій, що призводять до поразки виробничого персоналу. Аналіз структури підприємств, що виробляють або споживають СДОР, показує, що в їхніх технологічних лініях обертається, як правило, незначна кількість токсичних хімічних продуктів.

Значно більша по обсягу кількість СДОР міститься на складах підприємств. Це призводить до того, що при аваріях в цехах підприємства в більшості випадків має місце локальне зараження повітря, обладнання цехів, території підприємств. При цьому ураження в таких випадках може отримати в основному виробничий персонал.

Крім того, багато СДОР є вибухонебезпечні, а деякі хоча і негорючі, але являють значну небезпеку в пожежонебезпечному відношенні.

Всі ці обставини слід враховувати при можливому виникненні надзвичайних ситуацій на підприємствах хімічної промисловості, в результаті чого може сприяти викиду різноманітних отруйних речовин та привести до отруєння робочого персоналу, населення та відповідної території.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Кочін І.В., Черняков Г.О., Сидоренко П.І. та інші. Охорона праці та життєдіяльності населення у надзвичайних ситуаціях: Навчальний посібник.- К.: Здоров'я, 2005.- 432 с.
2. Дьомін В.Ф., Шевельов Я.В. Розвиток основ аналізу ризику та управління безпекою. М., 1989.

УДК 614.844.2

*О.А. Петухова, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
С.А. Горносталь, к.т.н., ст. викл. Каф., НУЦЗУ*

### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТУ

Одним з елементів протипожежного захисту виробничих будівель є система внутрішнього протипожежного водопостачання (ВПВ). Вона представляє собою комплекс інженерних пристроїв, необхідних для подачі води до осередку пожежі. ВПВ служить для подачі води під певним напором і з потрібною витратою через систему трубопроводів і пристроїв до пожежних кранів будівлі або групи будівель і споруд. Подачу води передбачають від мережі зовнішнього водопроводу підприємства або з іншого джерела води у всіх типах будівель, розміщених в каналізованих районах. Основною умовою вибору місця встановлення пожежного кран-комплекту (ПКК) є відстань від ПКК до будь-якої точки приміщення. Вона повинна бути такою, щоб забезпечити зрошення кожної точки приміщення розрахунковою кількістю компактних струменів з витратою не менш ніж нормативна. Їх кількість та рекомендовані мінімальні витрати води визначають в залежності від характеристик будівлі, що захищається: призначення, поверховості, об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Для підвищення ефективності застосування системи ВПВ запропоновано порядок вибору її елементів з визначеними характеристиками. При виборі керуються міркуваннями, які враховують умови використання (пожежне навантаження, конструктивні особливості приміщень, характеристики водопровідної мережі і т.д.). Завдяки цьому передбачається успішне гасіння пожежі шляхом забезпечення подачі витрат з ПКК не менш нормативних.

Метою роботи є дослідження характеристик елементів ВПВ та розробка способу їх визначення для конкретних умов експлуатації. Це дозволить удосконалити характеристики системи ВПВ і підвищити ефективність гасіння пожеж на виробничих об'єктах. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення наступних завдань:

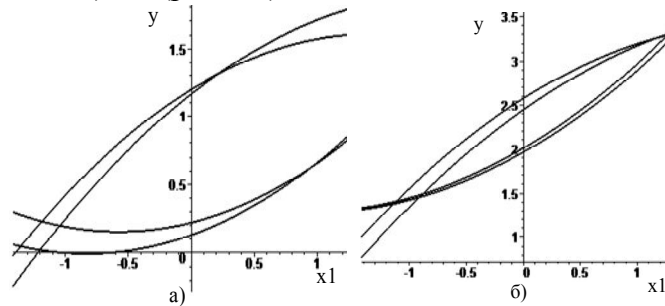
- визначити ступінь впливу змін характеристик елементів, з яких складаються ПКК, на фактичну кількість води, яку можна отримати з них для гасіння пожежі;
- дослідити достатність фактичної кількості води від ПКК для гасіння пожеж на виробничих об'єктах;
- розробити спосіб вибору характеристик ПКК в залежності від їх експлуатації.

Кількість води, яку фактично можна отримати від ПКК, залежить від характеристик водопровідної мережі, до якої він приєднаний. Крім того, на нього впливають характеристики елементів, з якій складається ПКК. За вимогами нормативних документів ПКК повинні комплектуватися напівжорстким рукавом [1, 2]. Але на практиці найчастіше комплектують ПКК плоскозгорнутими рукавами довжиною близько 15 м і розпилювачами з можливістю плавної зміни діаметра випускного отвору. В такому випадку характеристики рукавів і розпилювачів мають різні значення опору. Це, відповідно, впливає на втрати напору в складових ПКК і фактичну кількість води, яку від нього можливо отримати [3-4].

За допомогою теорії планування експерименту проведено дослідження фактичної кількості води від ПКК для всіх можливих варіантів його оснащення. Обробка результатів експерименту дозволила записати моделі витрат води від ПКК. Аналіз моделей показав (рис.1), що фактичні витрати води від ПКК залежать від тиску в мережі та можуть дорівнювати:

– при найменших значеннях ступеню розгортання рукава, діаметра насадка розпорошувача, довжині рукава при мінімальному тиску в мережі -  $0,1 \div 0,4$  л/с; при максимальному тиску в мережі –  $(0,9 \div 1,8)$  л/с (рис.1-а);

– при найбільших значеннях ступеню розгортання рукава, діаметру насадка розпорошувача, довжині рукава при мінімальному тиску в мережі -  $0,8 \div 1,4$  л/с; при максимальному тиску в мережі –  $(3,3 \div 3,5)$  л/с (рис.1-б).



**Рис. 1 – Залежність фактичних витрат води з ПКК (y) від напору в мережі (x1) при мінімальних рівнях ступеню розгортання рукава, діаметра насадка розпорошувача та довжині рукава**

Аналіз отриманих результатів дозволив зробити наступні висновки:

– ПКК, приєднані до ВПВ, здатні забезпечити подачу нормативних витрат води (0,5 л/с) при будь-якій їхній комплектації, але використання розпилувача мінімального діаметра насадка недоцільно;

– при встановленні ПКК в будівлях з незначним пожежним навантаженням (необхідні витрати води, здатні забезпечити успішне гасіння пожежі, не перевищують 0,5 л/с) можливе використання плоско згорнутих та напівжорстких рукавів діаметром 25 або 33 мм та розпилувачів мінімального типорозміру, незалежно від гарантованого тиску в мережі, інерційності системи виявлення пожежі та оповіщення про неї;

– для будівель підвищеної пожежної небезпеки при визначенні характеристик складових ПКК необхідно враховувати фактичний час виявлення пожежі, використовувати обладнання ПКК з мінімальним опором його складових і особливу увагу приділяти забезпеченню надійності роботи насосного обладнання.

Спираючись на отримані результати, запропоновано спосіб визначення витрат води з ПКК. Він дозволяє обґрунтовано вибрати обладнання, яке здатне забезпечити успішне гасіння пожежі шляхом подачі необхідних витрат води. При цьому враховується довжина рукавів, ступінь розгортання, значення тиску в мережі. Практична цінність запропонованого способу полягає в обґрунтованому виборі обладнання для гасіння пожежі на виробничих об'єктах, в результаті чого зменшуються витрати води і знижуються матеріальні втрати.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.5–64:2012. – [Чинний від 01–03–13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 135 с.
2. Пожежна техніка. Кран–комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти пожежні з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги (EN 671–1:2001, MOD): ДСТУ 4401–1–2005. [Чинний від 25–05–05]. – К.: Держспоживстандарту України, 2005. – 22 с.

3. Петухова О.А. Спосіб визначення витрат води с пожежних кран-комплектів висотних житлових будівель / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, С.М. Щербак // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков. – Вып. 43. – 2018. –С. 136-141.

4. Петухова О.А. Визначення характеристик елементів внутрішнього водопроводу для успішного гасіння пожеж. / О.А. Петухова, С.А. Горносталь // Проблемы пожарной безопасности. – Вып. 41. – 2017. – Харьков. – С. 129-136.

**УДК 614.8.084**

*Р.А. Петухов, ад'юнкт ад'юнктури, НУЦЗУ*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПІН ШВИДКОГО ТВЕРДНЕННЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНОГО ІЗОЛЮЮЧОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ З ВИЛИВОМ ТОКСИЧНИХ РІДИН**

Аварійно-рятувальні підрозділи України та світу регулярно зустрічаються з ліквідацією надзвичайних ситуацій техногенного характеру та успішно ліквідують їх. При цьому актуальним та перспективним є вирішення питання ефективності локалізації НС з розливом токсичних рідин.

Основним вражаючим чинником при подібних надзвичайних ситуаціях є вплив на організм людей і тварин високих концентрацій парів таких речовин. За невеликою кількістю виключень небезпечні концентрації парів хімічно небезпечних речовин можуть створювати рідкі речовини. У випадку з виливом НХР у рідкому агрегатному стані першочерговим завданням є запобігання поширенню небезпечної хімічної речовини у просторі.

Першочерговим завданням аварійно-рятувальних підрозділів при ліквідації аварій пов'язаних з розливом летючих токсичних рідин є проведення заходів для запобігання поширенню парів пролитої токсичної рідини у просторі. При локалізації джерела зараження, основним завданням є запобігання формуванню хмари зараженого повітря і недопущення його поширення в атмосфері. Цього можна досягнути шляхом зменшення швидкості її випаровування або поглинання парів різними абсорбентами [1]. У більшості випадків в якості абсорбентів парів рідини використовують воду. Цей метод реалізується постановкою водяних завіс. При відсутності ефективних абсорбентів можна використовувати метод розсіювання парової хмари за допомогою теплових потоків або димососів [1]. В останньому випадку загальна кількість парів токсичної рідини не зменшується, а вони лише розбавляються повітрям. Можна зменшити площу випаровування токсичної рідини шляхом обвалування протоки, збору рідкої фази в приямки-пастки, засипки протоки сипучими сорбентами [3]. Також використовуються методи покриття дзеркала протоки полімерною плівкою, розведення протоки водою або нейтралізуючим розчином, а також введенням в рідку фазу загусників [4].

Найбільш широке поширення отримав метод ізоляції поверхні пролитої токсичної рідини повітряно-механічною піною [1]. Але такий метод не забезпечує ефективного вирішення цієї проблеми.

Аналіз літератури дозволяє констатувати що для усунення перерахованих недоліків повітряно-механічних пін найбільш раціонально в якості ізолюючої системи обрати піни з часом твердіння що можливо регулювати [2]. Такі системи неодноразово були розглянуті в роботах [2,3], як засоби пожежогасіння [2], або як засоби ізоляції поверхні горючих рідин [5, 6, 7].

В попередніх дослідженнях було встановлено декілька перспективних ГУС ( $\text{K}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$  і  $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$ ) які утворюють піни швидкого тверднення Для подальшого дослідження втрати текучості пінами, що твердіють було відібрано системи для яких час гелеутворення знаходився в інтервалі (30 – 60) с.

Після цього було проведено ряд дослідів для вивчення ізолюючих властивостей пін швидкого тверднення де в якості каталізаторів гелеутворення обрано амофос  $((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$  та вуглеамонійну сіль  $(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)$ . В якості гелеутворювача обрано рідке скло, яке представляє собою полісилікат натрію з силікатним модулем 2,5  $(\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,5\text{SiO}_2)$ . В якості токсичної речовини було обрано бензол  $(\text{C}_6\text{H}_6)$ .

Час втрати текучості пінами визначався шляхом зливання розчинів гелеутворювача і каталізатора гелеутворення (по 50 мл кожного), з додаванням концентрату піноутворювача «Морський» в такій кількості щоб його масовий вміст в системі складав 6 %. Розчини зливалися в пластикової ємності об'ємом 1 л з широкою горловиною. Далі розчини перемішували протягом 5 с, після чого відбувалось спінювання шляхом інтенсивного струшування протягом 10 с. Отримана піна виливалась на сітку з бортами 4 см, яка після утворення стійкої піни ставилася на тару з бензолом. Після цього проводилися заміри втрати ваги бензолу та заміри концентрації бензолу над поверхнею піни за допомогою приладу хімічної розвідки DRAGER XAM 7000.

Виходячи з отриманих результатів вдалося встановити наступне:

- шар піни товщиною 4 см уповільнює випаровування бензолу з 6.05 г/год до 1.58 г/год;
- концентрація бензолу над поверхнею піни в 4 рази менша ніж концентрація над вільною поверхнею бензолу;
- час існування пін можна змінювати від декількох годин до декількох діб змінюючи товщини шару;
- експериментально встановлений факт, що час гелеутворення для обраних систем близький до часу втрати текучості пін. Це вказує на те, що додавання піноутворювача мало впливає на процес гелеутворення;
- показано, що піни швидкого тверднення за кількома характеристиками переважають над повітряно-механічними пінами, на що вказують дані отримані під час експерименту

## ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник рятувальника. / За загальною редакцією В. І. Балогі. Львів: СПОЛОМ, 2012. 712 с.
2. Пат. 2590379 Российская Федерация, МПК7 С 01 В 33/16. Вспененный гель кремнезема, применение вспененного геля кремнезема в качестве огнетушащего средства и золь-гель способ его получения / Абдурагимов И.М., Виноградов А.В., Виноградов В.В., Куприн Г.Н., Куприн Д.С., Серебряков Е.А.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «НПО СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»(ООО «НПО»«СОПОТ»). – №2015110625/05; заявл. 26.03.2015; опубл. 10.07.2016, Бюл. №19.
3. Деденко, М.М. Исследование твердеющих пен, предназначенных для ликвидации последствий аварии на ОАО «Сибреактив». [Текст] / М.М. Деденко, А.Я. Машович, О.М. Затдиянов/ Проблемы деятельности правоохранительных органов и Государственной противопожарной службы: Труды Всероссийской науч.-практ. конф. – Иркутск.: ВСИ МВД РФ, 2001. – с. 190-191.
4. Аварії на радіаційно, хімічно та біологічно небезпечних об'єктах. Довідник / Грек А. М., Сакун О. В., Григорєв О. М. та ін. Харків: ФВП НТУ «ХП», 2012. 172 с
5. Киреев А. А. Экспериментальное исследование влияния характеристик гелеобразного слоя на его изолирующие свойства по отношению к парам органических жидкостей//Проблеми надзвичайних ситуацій. 2017. №26. С.43–48.
6. Абрамов Ю. А., Киреев А. А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А. Харьков: НУГЗУ, 2015. 254 с.

7. Дадашов И. Ф., Киреев А. А. Повышение эффективности тушения горючих жидкостей в резервуарах путем использования гелеобразующих средств// Proceedings of Azerbaijan statemarine academy. 2016. №2. С.72–76.

**УДК 378:614.8**

*В.М.Покалюк, канд. пед. наук, доцент, ЧШБ ім. Героїв Чорнобиля, НУЦЗУ*

## **ДЕКОМПОЗИЦІЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ СТРУКТУРНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

Величезне регіональне навантаження території України потужними промисловими та енергетичними об'єктами (згідно з даними Державної служби України з питань праці на території України функціонує 23334 потенційно небезпечних об'єкти та 6035 об'єктів підвищеної небезпеки (з них 460 хімічно небезпечні) посилює ризик аварій, збитки від яких можна порівняти з розміром національного бюджету середньої країни [1]. А наявність значних територій з несприятливим природним впливом та схильністю до проявів небезпечних природних явищ загострює проблему забезпечення техногенної й природної безпеки. Співробітники структурних підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту виконують свої службові обов'язки у напружених, екстремальних умовах. Тому їх діяльності притаманні наступні ознаки:

- дефіцит часу для ухвалення рішення та його реалізації;
- вплив надзвичайно сильних подразників – робота в зонах високих або низьких температур; сильне задимлення; наявність в повітрі аварійно хімічно небезпечних та сильнодіючих отруйних речовин; можливість вибуху; можливість обвалу будівельних конструкцій; робота в замкнутому просторі; робота на висотах (від'ємних висотах); робота в різних кліматичних та погодних умовах; робота в засобах індивідуального захисту органів дихання, зору та шкіри; наявність в небезпечних зонах осіб, які потребують допомоги (рятування) та ін. [5], [6].

Непевненість і навіть розгубленість настають, коли доводиться працювати в умовах темряви та обмеженого простору. Слабка орієнтованість у просторі супроводжується зниженням швидкості реакції, точності рухів [7]. Виховання спеціаліста, готового до дій в умовах ризику, вимагає високого рівня теоретичної, практичної, психологічної підготовки, наявності у нього низки відповідних вольових, моральних і психічних якостей. Він повинен вміти оперативно мислити, приймати правильне рішення, в будь-який момент скоригувати його [7], [2].

В сучасних умовах виникла необхідність здійснювати підготовку фахівців нової генерації, інтелектуалів, а це може забезпечити тільки чітко сформована система навчання, яка базується на принципах єдності, наступності та безперервності. Організація освітнього процесу на різних рівнях (стадіях) підготовки фахівця-професіонала дозволяє поєднувати елементи необхідності і достатності знань, системного аналізу та інформатики, моделювання та оптимізації, використовувати досягнення теорії та практики [8]. Дослідження в галузі підготовки фахівців до дій в екстремальних умовах, залишаються актуальними через складність пошуку закономірностей у цих ситуаціях, а також з огляду на труднощі систематизації дій в умовах невизначеності, непередбачуваності, несподіваності та швидкоплинності.

Педагогічний процес у системі професійної підготовки визначають як цілеспрямовану, свідомо організовану розвиваючу взаємодію педагогів-викладачів, інструкторів, методистів, в ході якої відбувається формування необхідних якостей, становлення спеціаліста. Спрямовуюча роль педагога забезпечує засвоєння слухачами знань, вмінь та навичок, розвиток їх розумових здібностей, відповідної поведінки, готує їх до небезпечних умов діяль-

ності [8]. Професійна підготовка особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту – це організований та цілеспрямований процес оволодіння знаннями, уміннями та навичками, необхідними для виконання професійно-службових завдань [3]. Професійна підготовка особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту включає в себе первинну професійну підготовку, підготовку фахівців з вищою освітою, підготовку наукових та науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації [3]. Первинна професійна підготовка – здобуття професійно-технічної освіти особами рядового і молодшого начальницького складу Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, які раніше не мали робітничої професії, або спеціальності іншого освітнього ступеня, що забезпечує відповідний рівень професійної кваліфікації, необхідний для професійної діяльності. Підготовка фахівців з вищою освітою для забезпечення потреби органів і підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту здійснюється вищими навчальними закладами ДСНС України. Підготовка наукових та науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації з числа осіб начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту здійснюється в ад'юнктурах та докторантурах вищих навчальних закладів ДСНС України. Підготовка може здійснюватися в аспірантурах, ад'юнктурах та докторантурах вищих навчальних закладів інших центральних органів виконавчої влади за відповідними спеціальностями професійного спрямування.

З урахуванням аналізу наукової літератури нами виявлено суперечність між підвищеним рівнем вимог до підготовленості рятувальників в сучасних умовах і традиційною системою їхньої професійної підготовки, що не враховує змін стосовно розширення та ускладнення професійних завдань. Усунення даної суперечності можливе за умови концептуального обґрунтування та розроблення системи підготовки кадрів для підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту до ефективної діяльності в нових складних умовах оперативної обстановки надзвичайних ситуацій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні: Український науково-дослідний інститут цивільного захисту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini.html>
2. Козяр М. М. Теоретичні та методичні засади професійної підготовки особового складу підрозділів з надзвичайних ситуацій: автореф. дис. д-ра пед. наук : 13.00.04. Вінниця, 2005. 37 с.
3. Наказ МНС України від 01.07.2009 № 444 «Про затвердження Настанови з організації професійної підготовки та післядипломної освіти осіб рядового і начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту».
4. Наказ МВС України від 03.07.2014 № 631 «Про затвердження Положення про Оперативно-рятувальну службу цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій».
5. 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».
6. Покалюк В. М. Адаптація курсантів вищого навчального закладу пожежно-технічного профілю до умов професійної діяльності / В. М. Покалюк, А. А. Балицька // Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2008. – Вип. 74. – С. 103–105.
7. Покалюк В. М. Педагогічні засади адаптації до умов професійної діяльності майбутніх фахівців пожежно-рятувальної служби у профільному вищому навчальному закладі: автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.04. Черкаси, 2010. 20 с.

8. Проблеми розвитку педагогіки вищої школи в XXI столітті: теорія і практика: Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. / МВС України, Одеський юридич. ін-т Національного ун-ту внутрішніх справ.- Одеса, 2002.- 247 с.

УДК 614.847

*О.Г. Поліванов, ад'юнкт ад'юнктури, НУЦЗУ*

### АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЗАСТОСУВАННЯ «NOVEC™ 1230»

Американські вчені, які створили речовину, яка виглядає, як вода, тече, як вода, і швидко гасить вогонь, як вода. Однак речовина є абсолютно сухою і не змочує поверхні. Наукова його назва – Novac 1230 (Фторкетон ФК-5-1-12). Хімічна формула –  $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ .

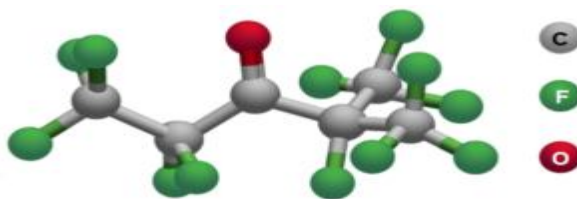


Рис.1 – Структурна формула (3D)

Візуально речовина схоже на чисту воду, але є діелектриком (не проводить електричний струм), слабо змочує і не є розчинником, внаслідок цього отримало назву «суха вода». Речовина в початковому вигляді нетоксична, має вкрай низьку розчинність у воді, слабкі молекулярні зв'язки, розпадається під дією ультрафіолету та важча за воду в 1,6 разів. У неї багато спільного з простою водою. Ця речовина не володіє запахом і смаком. У звичайній воді роль окисника грає кисень. У сухій воді їм є фтор. У Novac 1230 температура кипіння становить 49 С, а замерзання – 180 С. Навіть кипляча суха вода не залишає на тілі людини опіків. Дана речовина відрізняється високою щільністю. «Суша вода» не впливає на працюючу електроніку, не руйнує паперові документи та художні твори.

При звичайних умовах Novac™1230 являє собою безбарвну діелектричну рідину, яка перетворюється в газоподібний стан при випуску через насадки-розпилювачі. Вогнегасна речовина Novac™1230 придушує пожежу за допомогою комбінації фізичних і хімічних властивостей. Вогнегасний механізм базується на ефекті охолодження – абсорбції тепла (відбору теплової енергії у ланцюгової реакції горіння, з незначним зниженням температури в приміщенні, що становить – не більше 2-3°C). При цьому Novac™1230 не знижує вміст кисню в приміщенні, а клінічні випробування показали його нешкідливість для людини)[1]. Потрібно зауважити, що рідини з подібними властивостями були відомі хімікам і раніше. Попередники «сухої води» були токсичні і небезпечні для озонового шару, чого не можна сказати про 3М Novac 1230.

Деякі гази, після змішування з сухою водою, об'єднуються з водою, яка захоплює їх в клітку газового гідрату. Це представляє можливість транспортування вибухових газів, зі зменшеним ризиком випадкової детонації.[3] Суха вода розглядається як агент для захоплення та ізоляції парникових газів в атмосфері.[4] Науковці вважають що суха вода буде корисною в майбутньому для боротьби з глобальним потеплінням, так як суміш може накопичувати в три рази більше вуглекислого газу, аніж звичайна вода.[3] Також суха вода має застосування для перевезення і зберігання небезпечних матеріалів. Інше можливе застосування — середовище для летких речовин, так як матеріали збереженні всередині су-

хої води, можуть бути зведені до порошку і стабілізовані — зменшуючи не тільки леткість речовини, а також вагу при транспортуванні.[5] Також було запропоноване використання сухої води в конструкції паливних комірок для автомобілів через поглинання і стабілізацію великої кількості летких газів і матеріалів.[5] Через свою природу, суха вода класифікується як адсорбний матеріал, і може мати багато використань в галузях з використанням емульсії.[5] Деякі дослідження показали можливість використовувати суху воду для старту реакції або як каталізатор.[6],[7]

Таблиця 1 – Інформація про токсикологічні властивості газових вогнегасних речовин(ГВР)

ГВР	Мінімальна нормативна концентрація	NOAEL*	Коефіцієнт безпеки
Хладон 227ea	7,9%	9%	1,14
Хладон 125	11,2%	7,5%	ні
Novac 1230 (FK-5-1-12)	5,3%	10%	1,89

\* NOAEL – це рівень концентрації ГВР, при якому не спостерігається будь-який шкідливий вплив на людину.

Таблиця 2 – Вогнегасна концентрація ГВР

Назва ГВР	Процентна мінімальна вогнегасна концентрація для гасіння пожеж (%)		
	клас А підклас А2	клас А підклас А1	клас В
FK-5-1-12	5,3	5,6	5,9
HFC 227ea	7,9	8,5	9,0
HFC 125	11,2	11,5	12,1

Novac 1230 зараз застосовують в системах пожежогасіння для серверних приміщень та іншої електроніки, бібліотек, музеїв, архів багатьох країнах світу, але в нашій країні дуже мало таких будівель які обладнані такими установками. Тому є доцільним дослідити питання контейнерної доставки «сухої води» безпосередньо у місце виникнення пожежі, це призведе до зменшення матеріальних збитків та часу гасіння пожеж, а саме головне спасе не одне людське життя.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Інтернет ресурс: <https://firepro.com.ua/uk/napryamki/gazove-pozhezhogasinnya>
2. Інтернет ресурс: [https://www.3m.com/3M/en\\_US/novac-us/applications/fire-suppression/](https://www.3m.com/3M/en_US/novac-us/applications/fire-suppression/)
3. Tim Barribeau (25 серпня 2010). "Dry water" could be the next storage medium for dangerous chemicals Інтернет ресурс: <https://io9.gizmodo.com/dry-water-could-be-the-next-storage-medium-for-danger-5618980>
4. Tiffany Kaiser (30 серпня 2010). Scientists Find New Applications for "Dry Water" Інтернет ресурс:
5. David Gibbs «Dry water' could make commercial» waves» Інтернет ресурс: <https://www.edie.net/news/4/Dry-water-could-make-commercial-waves/18611/>
6. Casey Chan «There Is Such Thing As Dry Water» Інтернет ресурс: <https://gizmodo.com/there-is-such-thing-as-dry-water-5624936>
7. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. Інтернет ресурс: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D1%85%D0%B0\\_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D1%85%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B0)



*Р.В. Пономаренко, к.т.н., с.н.с., заст. нач. каф., НУЦЗУ,  
В.О. Мішина, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ОСОБЛИВОСТІ УТРИМАННЯ ПРИМІЩЕНЬ В ДПРЧ ТА ПОРЯДОК ДОПУСКУ ОСІБ У СЛУЖБОВІ ПРИМІЩЕННЯ**

Кожен керівник підрозділу відповідає за правильне використання будівель і приміщень, за збереження обладнання, інвентарю та меблів. На фасадах будівель підрозділів вивішуються титульні дошки. Усі службові приміщення нумеруються. На зовнішньому боці вхідних дверей приміщення вивішують табличку із зазначенням її номера [1].

Усередині кожного приміщення на стіні вивіщується опис наявного в ньому майна (меблів, інвентарю й обладнання). Меблі, інвентар, обладнання забороняється передавати до іншого підрозділу без відповідного наказу.

У визначених приміщеннях підрозділу на видимому місці вивіщується дошка документації, на якій розміщуються: розпорядок дня підрозділу, розклад занять, табель основних обов'язків номерів оперативного розрахунку, інша оперативно-службова документація та інформація.

Приміщення з постійним перебуванням людей повинні забезпечуватися водою для пиття. Біля зовнішніх входів до будівлі встановлюють пристрої для очищення взуття від бруду. Щоденне прибирання приміщень і території підрозділу проводиться особовим складом чергової зміни (караулу) (крім приміщень керівництва підрозділу). Усі допоміжні технічні та спеціальні приміщення повинні зачинятися на замки.

На пункті зв'язку підрозділу повинен знаходитися комплект запасних ключів від усіх приміщень, будівель. Територія підрозділів огорожується парканом, здійснюється її освітлення в темний період доби.

В'їзні ворота на територію підрозділів зачиняються на замок або перекриваються шлагбаумом. Відповідальність за організацію опалення приміщень покладається на керівників підрозділів.

Початок і кінець опалювального періоду оголошуються наказом (розпорядженням) начальника гарнізону ОРС ЦЗ (підрозділу центрального підпорядкування). За наявності пічного опалення порядок і час опалення приміщень, приймання та видачі палива встановлює керівник підрозділу.

До початку опалювального періоду всі системи центрального опалення, печі та димоходи перевіряються, несправні - ремонтуються.

Системи опалення будинків підрозділів повинні забезпечувати підтримання температури у приміщеннях із перебуванням людей у зимовий час не нижче 18° С, а в приміщеннях збереження спеціальної техніки, обладнання та оснащення - не нижче 10° С. При пічному опаленні на час опалювального періоду наказом начальника підрозділу призначаються відповідальні особи для топлення печі.

Контроль за топленням печей (котлів) покладається на начальника чергової зміни (караулу) або іншу призначену особу.

Забороняється користуватися саморобними електричними обігрівачами, несправними системами опалення, застосовувати для розтоплення печей (котлів) займисті речовини, залишати без нагляду печі на час опалювального періоду.

Після закінчення опалювального сезону всі системи опалення перевіряються, печі і котли опломбовуються.

Освітлення приміщень на території підрозділів повинно бути електричним. Освітлення підрозділів з постійним перебуванням людей (аварійно-рятувальні, пожежно-рятувальні підрозділи, жилі приміщення навчальних закладів) розподіляється на повне і чергове.

У нічний час, з відбою до підйому, в спальних (караульних) приміщеннях, на шляхах руху особового складу за сигналами "ТРИВОГА", "ЗБІР - АВАРІЯ", у місцях стоянки спе-

ціальної техніки, обладнання та оснащення, що знаходяться в оперативному розрахунку, дозволяється залишати чергове освітлення за умови, що є можливість включення повного освітлення одночасно із сигналом тривоги з робочого місця радіотелефоніста. У всіх інших приміщеннях освітлення вимикається.

Лампи чергового освітлення караульного приміщення фарбуються в зелений колір або закриваються плафонами зеленого кольору.

Контроль за використанням освітлення покладається на осіб внутрішнього наряду. На випадок аварії або тимчасового вимкнення електропостачання в підрозділах зберігаються резервні електричні ліхтарі.

Обладнання телекомунікації та інформатизації, зв'язку чергових служб і пунктів зв'язку підрозділів повинно забезпечуватися аварійним (резервним) енергопостачанням. Пункти зв'язку підрозділів повинні обладнуватися пристроями, що дозволяють одночасно із сигналом тривоги вмикати повне освітлення караульного та гаражного приміщень.

Природне провітрювання в службових кабінетах проводиться самостійно особами, які працюють у цих кабінетах.

Після закінчення робочого дня всі вікна, кватирки (фрамуги) зачиняються. Наявні вентиляційні пристрої повинні утримуватися в справному стані. Охорона територій та приміщень покладається на особовий склад, який знаходиться на чергуванні.

Під час виконання службових обов'язків особовий склад має право носити та застосовувати зброю (силу) у порядку, установленому відповідно до чинного законодавства України. Про кожний випадок застосування зброї особовий склад доповідає черговому загонові (підрозділу).

У приміщення чергового караулу підрозділу допускаються особи, що прибули:

- 1) у службових справах;
- 2) для перевірки внутрішньої, гарнізонної та караульної служб;
- 3) для повідомлення про надзвичайні ситуації (події), пожежі;
- 4) з питань, що стосуються діяльності підрозділу;
- 5) у складі делегацій та екскурсій за узгодженням із начальником підрозділу;
- 6) на стажування і навчання, для здійснення посиленого режиму несення караульної служби.

2. У всіх осіб, які прибули в службові приміщення підрозділу, начальник караулу з'ясовує мету прибуття і за необхідності супроводжує прибулих до начальника підрозділу або інших посадових осіб.

3. Особам, які прибули для перевірки караулу та яких начальник караулу знає особисто, доповідається за формою: "ПАНЕ МАЙОРЕ! ЧЕРГУЄ ПЕРШИЙ КАРАУЛ, ОСОБОВИЙ СКЛАД ЗАЙНЯТИЙ (доповідає, чим зайнятий). НАЧАЛЬНИК КАРАУЛУ ЛЕЙТЕНАНТ САВЧЕНКО".

4. Під час доповіді начальника караулу присутній особовий склад за командою "СТРУНКО" приймає стройове положення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Порядку організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах управління і підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Наказ МВС України №1032 від 17.10.2014 р.

*Р.В. Пономаренко, к.т.н., с.н.с., заст. нач. каф., НУЦЗУ,  
Д.О. Стадник, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ СЛУЖБИ В ПІДРОЗДІЛАХ ГАРНІЗОНУ ОРС ЦЗ, ЩО ОХОРОНЯЮТЬ ОБ'ЄКТИ НА ДОГОВІРНИХ ЗАСАДАХ**

У кожному підрозділі для цілодобового нагляду за станом пожежної безпеки об'єкта, що обслуговується на договірних засадах, з урахуванням особливостей його роботи визначається порядок організації служби на ділянках, у секторах, на постах і в дозорах відповідно до дислокації, який затверджується начальником гарнізону ОРС ЦЗ та узгоджується з керівником об'єкта, що обслуговується на договірних засадах. Для контролю за станом пожежної безпеки окремих будівель і споруд, а також місць проведення пожежонебезпечних робіт, планово-попереджувальних ремонтів у вечірній та нічний час, вихідні і святкові дні залучається необхідна кількість особового складу за заздалегідь складеним графіком.

Черговий диспетчер (радіотелефоніст) у період несення служби зобов'язаний підтримувати зв'язок із черговим по об'єкту, спеціальними службами і через них уточнювати обстановку (кожні чотири години). У разі ускладнення обстановки черговий диспетчер (радіотелефоніст) негайно доповідає начальнику караулу та керівнику підрозділу. Перебуваючи на об'єкті, начальник чергового караулу, постові і дозорні повинні підтримувати постійний зв'язок із пунктом зв'язку підрозділу. Якщо відстань від будівель і споруд об'єкта, що обслуговується на договірних засадах, до підрозділу більше ніж кілометр, у нічний час висилається на маршрут дозору відділення на пожежно-рятувальному автомобілі з підтриманням постійного та безперебійного зв'язку з черговим диспетчером (радіотелефоністом).

Особовий склад чергового караулу підрозділу несе службу в повсякденній (поза строем) формі одягу або в спеціальному одязі за профілем підприємства. Увесь особовий склад підрозділу, який несе службу з охорони об'єктів, у повному обсязі забезпечується спеціальним захисним одягом, спорядженням, ЗІЗОД, засобами телекомунікації та інформатизації.

З метою забезпечення необхідного контролю за станом пожежної безпеки об'єкта, що обслуговується на договірних засадах, перевірки несення служби постовими та дозорними начальник караулу повинен під час чергування не менше чотирьох годин перебувати на території об'єкта, з яких дві години - у нічний час. У разі відсутності штатного начальника караулу виконання його обов'язків покладається на заступника начальника підрозділу (начальника підрозділу). Інженерно-інспекторський склад підрозділів, що обслуговують об'єкти на договірних засадах, відповідає за проведення профілактичної роботи на об'єкті.

Інженерно-інспекторський склад підрозділів, що обслуговують об'єкти на договірних засадах, повинен:

- 1) знати технологічний процес виробництва і стан пожежної безпеки об'єкта;
- 2) доповідати черговому диспетчеру (начальнику підрозділу, черговому начальнику зміни (караулу), оперативному черговому, старшому зміни) про стан пожежної безпеки на об'єкті не рідше ніж через кожні дві години та негайно у разі зміни стану пожежної безпеки об'єкта, систем водопостачання, зв'язку, утримання доріг, проїздів, установок пожежогасіння, про вжиті заходи;
- 3) перевіряти наявність і справність первинних засобів пожежогасіння та установок протипожежного захисту на об'єкті;
- 4) здійснювати узагальнення й аналіз роботи з визначеного напрямку діяльності відповідно до спеціалізації;
- 5) брати участь у навчанні членів добровільної пожежної дружини;
- 6) перевіряти стан пожежної безпеки цехів, відділень, ділянок і складів перед їх закриттям після закінчення роботи відповідно до встановленого переліку;

7) знати місця проведення вогнебезпечних робіт і контролювати дотримання стану пожежної безпеки під час їх проведення;

8) перевіряти наявність і справність засобів пожежогасіння;

9) роз'яснювати вимоги правил пожежної безпеки, порядок використання засобів пожежогасіння, зв'язку та оповіщення;

10) підтримувати зв'язок з підрозділами ДПД, здійснювати заходи щодо підвищення готовності, одержувати від них інформацію про порушення протипожежного режиму і спільно вживати заходів для усунення цих порушень;

11) доповідати начальнику відділення (групи) цивільного захисту і начальнику чергової зміни (караулу) про зміни стану пожежної безпеки закріпленого сектору, у системах водопостачання, зв'язку та оповіщення, в утриманні установок пожежогасіння, доріг, проїздів;

12) негайно інформувати начальника зміни і доповідати начальнику чергової зміни (караулу), якщо на приладах контрольно-виміральної апаратури реєструється аварійний режим роботи обладнання, агрегатів.

Інженерно-інспекторському складу підрозділів, що обслуговують об'єкти на договірних засадах, забороняється залишати ділянку (сектор) без нагляду та проводити роботи, не пов'язані з виконанням службових обов'язків. Виставлення постових здійснюється з метою контролю за виконанням вимог пожежної безпеки, своєчасного виявлення і повідомлення про пожежу, аварію та вжиття заходів щодо гасіння пожежі до прибуття особового складу на спеціальній техніці. Рішення про виставлення поста (постів) приймає начальник підрозділу. Дислокація постів, характеристика пожежної небезпеки на ділянках постів, перелік оснащення і засобів телекомунікації та інформатизації, зв'язку та оповіщення, а також обов'язки постових вказуються в таблиці постів [1]. При цьому враховуються можливості постових постійно спостерігати за дорученими ділянками. За рахунок загальної штатної чисельності пости виставляються:

1) у місцях, де в процесі виробництва, під час проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт або під час ліквідації виробничої аварії створюється небезпека виникнення надзвичайної ситуації або пожежі;

2) у будинках, де проводяться заходи з масовим перебуванням людей.

Табель постів розробляється начальником підрозділу і погоджується з керівником об'єкта (якщо пост виставляється на строк, не більший за добу, узгодження не потрібне). Закріплення особового складу караулу за постами проводиться начальником караулу на строк тривалістю не більше місяця залежно від складності і шкідливості технологічного процесу виробництва на ділянках постів.

Виходячи з оперативної обстановки, начальник підрозділу виставляє пости на спеціальній техніці на строк не більше трьох діб. Порядок залучення постових під час виїзду чергового караулу на надзвичайну ситуацію (подію) або пожежу визначається табелем постів. Постовим призначається старший пожежний (пожежний), рятувальник зі складу чергового караулу підрозділу (у разі ускладнення оперативної обстановки - інші особи за рішенням керівництва підрозділу).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Порядку організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах управління і підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Наказ МВС України №1032 від 17.10.2014 р.

*І.І. Попов, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
І.О. Толкунов, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ*

## **ДО ПИТАННЯ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНКИ НАСЛІДКІВ МАСОВИХ ПОЖЕЖ**

Масові пожежі характерні для великих відкритих площ, включаючи природну місцевість та відрізняються високою швидкістю розповсюдження, можуть охоплювати цілі населенні пункти. В цих районах створюються великі зони вогневого впливу, що може призвести до значних втрат особового складу та значно ускладнює умови виконання ними покладених завдань за призначенням стосовно проведення рятувальних робіт та локалізацію і гасіння пожеж, що набувають масового характеру. В цих випадках прогнозування та оцінка можливих втрат особового складу, цивільного населення, які підпадають під вогневий вплив, проводиться з метою одержання даних для визначення обсягу та можливості виконання завдань і ступеня боєздатності підрозділів ДСНС України в осередках масових пожеж. Це обумовлює необхідність удосконалення методичного забезпечення заходів, що спрямовані на недопущення (мінімізацію) втрат особового складу підрозділів та цивільного населення в осередках масових пожеж, зокрема, ефективності існуючих методик, за допомогою яких здійснюються визначання кількісних характеристик масових пожеж та оцінка їх наслідків в районах можливого розповсюдження. Так методики, які використовуються, повинні забезпечувати оперативність розрахунків, вірогідності та повноту результатів, що отримані за допомогою методики. При цьому оперативність застосування методики прогнозування поширення та оцінки наслідків масових пожеж буде визначатися часом циклу проведення розрахунків, а під достовірністю та повнотою результатів, що отримані за методикою, розуміється достатньо точне відображення вагомості факторів, що притаманні осередку пожежі, способу врахування та кількості показників кожного фактору.

Аналіз існуючих методик, за допомогою яких здійснюються оцінка наслідків і прогнозування масштабів розвитку масових пожеж, дозволив зробити висновок, що вони мають низку істотних недоліків і не повною мірою відповідають вимогам, щодо прогнозу та оцінки обстановки. Існуючі методики розрізняються по кількості оцінюваних показників, щодо пожежної обстановки, умов розповсюдження масової пожежі та типам об'єктів, що уражаються її вогневим впливом [1,2]. Одним із таких недоліків є те, що ці методики враховують лише вогневий вплив масових пожеж на елементи об'єктів, які підпадають під ураження, і не враховують того, що рослинний покрив у районах розміщення цих об'єктів і самі об'єкти уявляють собою горючі матеріали. Ці матеріали мають властивість займатися, тривалий час горіти і, таким чином, безпосередньо впливати як на особовий склад, так і на технічні засоби. Це значно ускладнює умови виконання покладених завдань, захист особового складу, проведення рятувальних робіт та локалізацію і гасіння пожеж, що набувають масового характеру. Мета роботи – розробка рекомендацій для удосконалення методичного забезпечення прогнозування та оцінки наслідків масових пожеж на основі визначення їх кількісних характеристик та оцінки стану об'єктів, що знаходяться у районах їх вогневого впливу. Основними характеристиками масової пожежі, що виникає, є такі: швидкість поширення вогню, площа на час, що минув від моменту її виникнення, та периметр крайки пожежі, час злиття осередків окремих пожеж у суцільну пожежу, час, за який пожежа після злиття осередків охопить задану площу. У всіх випадках поширення пожежі вглиб, по флангам, в тил відбувається з урахуванням напрямку та швидкості вітру.

Математичний апарат, який має бути покладений в основу методики прогнозування та оцінки наслідків масових пожеж, повинен давати можливість визначити [3,4]:

- на заданий час або по заданій площі основні просторово-часові характеристики процесу виникнення і поширення пожежі від одного джерела займання;

- площі пожежі як функції часу залежно від швидкості поширення вогню у напрямку вітру;
- значення математичного очікування втрат особового складу від вогневого впливу масової пожежі;
- кількість осередків займання, яка необхідна для ураження та блокування об'єктів вогнем масових пожеж.

У всіх випадках поширення пожежі вглиб, по флангам та в тил відбуватиметься з урахуванням напрямку та швидкості вітру. Час підходу крайки пожежі до визначеного рубежу залежатиме від сили і напрямку вітру у приземному шарі та відносної вологості повітря, рельєфу місцевості, запасу горючого матеріалу та його вологості. Вогонь пожежі, як правило, на початковому етапі розвитку у безвітряну погоду та на рівнинній місцевості поширюється рівномірно. У подальшому внаслідок поширення вогню на флангах, а також з урахуванням природних перешкод, рельєфу місцевості та вітру форма розповсюдження масової пожежі буде змінюватися. Просторово-часові характеристики процесу виникнення і поширення пожежі від одного джерела займання визначаються як відстані (у метрах), які вогонь пройде з моменту виникнення пожежі за визначений час у різних напрямках. Головною просторовою характеристикою масових пожеж є площа на час її виникнення, що є функцією швидкості поширення вогню пожежі та часу розвитку пожежі. Площа пожежі як функції часу залежно від швидкості поширення вогню у напрямку вітру визначається площею, що буде охоплена вогнем за визначений час (у метрах квадратних), та складається із суми площ: площі району знаходження осередків займання, площі, що утворилася внаслідок фронтального поширення пожежі, площ, що утворилися внаслідок поширення пожежі по флангах та в тил. Наведений вище математичний апарат дає можливість визначати втрати особового складу від запальної дії та вогневого впливу масових пожеж, що виникають, кількість осередків займання для ураження та блокування об'єктів вогнем масових пожеж у районах виконання завдань частинами та підрозділами ДСНС України. Реалізація запропонованих рекомендацій дозволить підвищити якість методичного забезпечення щодо визначення кількісних характеристик масових пожеж, а також дасть можливість визначати втрати та ступінь боєздатності особового складу і техніки частин та підрозділів від запальної дії та вогневого впливу масових пожеж у районах НС.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Коротинський П. Захист природних екосистем України від пожеж. Деякі аспекти організації гасіння пожеж. // Агенція інформації з міжнародного співробітництва та розвитку. – К.: 2002. – Вип. №3. – С.48-51.
2. Кириченко І.А., Гишко Г.Б. Порядок визначення кількісних характеристик масових пожеж та оцінки стану об'єктів у районах виконання завдань частинами внутрішніх військ. // Честь і закон: Науково-практичний журнал МВС України. – Х.: ВІВВ МВС України, 2005.
3. Гишко Г.Б., Толкунов І.О. Визначення кількісних характеристик масових пожеж у районах виконання завдань підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій. // Пожежна безпека. Збірник наукових праць НУЦЗ України. – Х.: НУЦЗ України, 2014. – Вип. 36. – С.70-76.
4. Гишко Г.Б., Попов І.І. Визначення втрат серед цивільного населення та особового складу підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій від впливу масових пожеж. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Збірник наукових праць НУЦЗ України. – Х.: НУЦЗ України, 2015. – Вип. 21. – С. 18 – 22.

*Д.В. Рубан, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ,  
Н.О. Виноградова, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ,  
О.А. Петухова, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
С.А. Горносталь, к.т.н., ст. викл. каф., НУЦЗУ*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ (ПКК)**

Згідно зі статистикою, кількість пожеж за сім місяців 2019 року невпинно зростає. Аналіз масиву карток обліку пожежі дозволяє порівняти кількість пожеж у громадських спорудах, а саме в закладах вищої освіти. Їх кількість зменшилась на 5,66% у порівнянні з попереднім роком, однак ця величина залишається достатньо високою (близько 550 пожеж на рік), що свідчить про недостатній рівень пожежної безпеки таких об'єктів.

Причиною масштабної пожежі, яка сталася 3 серпня 2018 року в Українській інженерно-педагогічній академії (м. Харків), стало порушення правил пожежної безпеки при проведенні вогневих робіт. Крім того, в будівлі академії була відсутня система пожежної сигналізації, несправна система внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ) та облицювання стін було виконане з горючих матеріалів, що негативно позначилося на рівні пожежної безпеки цього об'єкта.

Зниження загального стану пожежної безпеки закладів вищої освіти, неможливість безпечної евакуації людей і перешкоджання успішному гасінню пожежі обумовлюється скупченням людей і наявністю порушень вимог нормативних документів. Тому питання забезпечення необхідного рівня пожежної безпеки таких об'єктів є актуальним.

Одним з варіантів підвищення рівня пожежної безпеки закладів вищої освіти є установка пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм або 33 мм в шафах ПКК діаметром 50 мм або 65 мм відповідно до [1].

Визначення необхідних характеристики ПКК діаметром 25 мм або 33 мм (довжина і тип рукава, діаметр насадка ствола) в значній мірі залежить від напору у водопровідній мережі, необхідної кількості води і віддаленості вогнища пожежі від місця установки ПКК (ступеня розгортання рукава). Було проведено ряд експериментів по визначенню фактичної кількості води з ПКК при зміні всіх величин, що впливають на її значення. В результаті отримані моделі, що їх зв'язують [2]. Однак, при використанні отриманих моделей для проектування ВПВ існує низка додаткових операцій, які доцільно автоматизувати.

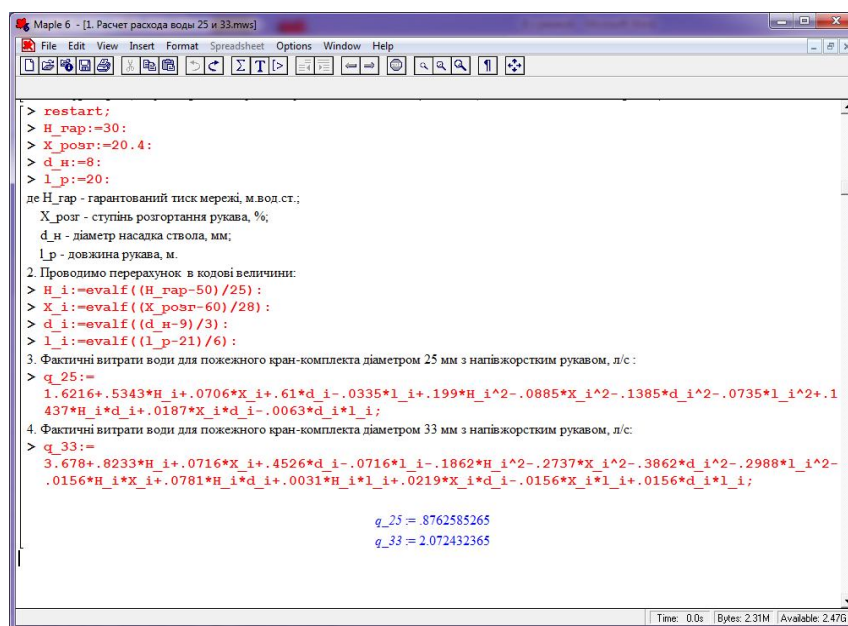
Для проведення розрахунків характеристик елементів пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм і 33 мм обираємо програму Maple. Вона є найвідомішою серед систем символічної математики і до цього часу залишається одним з лідерів серед універсальних систем символічних обчислень.

Автоматизований алгоритм розроблений для п'яти випадків:

- розрахунок фактичних витрат води з ПКК діаметром 25 мм або 33 мм;
- розрахунок необхідного тиску в мережі при заданих фактичних витратах води для пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм або 33 мм;
- розрахунок ступеня розгортання рукава при заданих фактичних витратах води для ПКК діаметром 25 мм або 33 мм;
- розрахунок діаметра насадка ствола при заданих фактичних витратах води для пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм або 33 мм;
- розрахунок необхідної довжини рукава при заданих фактичних витратах води для ПКК діаметром 25 мм або 33 мм.

Приклад робочого вікна реалізації алгоритму для розрахунку фактичних витрат води з ПКК діаметром 25 мм або 33 мм наведений на рисунку 1. Текстом прописано назви дій, а

також в дужках є деякі пояснення щодо використання програми. Після всіх розрахунків на екран виведено тільки два значення фактичних витрат води для ПКК 25 мм і для ПКК 33 мм.



```
Maple 6 - [1. Расчет расхода воды 25 и 33 мм.wms]
File Edit View Insert Format Spreadsheet Options Window Help
[Icons]
> restart;
> H_rap:=30;
> X_posp:=20.4;
> d_n:=8;
> l_p:=20;
де H_rap - гарантований тиск мережі, м вод.ст.;
X_posp - ступінь розгортання рукава, %;
d_n - діаметр насадка ствола, мм;
l_p - довжина рукава, м.
2. Проводимо перерахунок в кодовій величині:
> H_i:=evalf((H_rap-50)/25);
> X_i:=evalf((X_posp-60)/28);
> d_i:=evalf((d_n-9)/3);
> l_i:=evalf((l_p-21)/6);
3. Фактичні витрати води для пожежного кран-комплекта діаметром 25 мм з напівжорстким рукавом, л/с:
> q_25:=
1.6216+.5343*H_i+.0706*X_i+.61*d_i-.0335*l_i+.199*H_i^2-.0885*X_i^2-.1385*d_i^2-.0735*l_i^2+.1
437*H_i*d_i+.0187*X_i*d_i-.0063*d_i*l_i;
4. Фактичні витрати води для пожежного кран-комплекта діаметром 33 мм з напівжорстким рукавом, л/с:
> q_33:=
3.678+.8233*H_i+.0716*X_i+.4526*d_i-.0716*l_i-.1862*H_i^2-.2737*X_i^2-.3862*d_i^2-.2988*l_i^2-
.0156*H_i*X_i+.0781*H_i*d_i+.0031*H_i*l_i+.0219*X_i*d_i-.0156*X_i*l_i+.0156*d_i*l_i;

q_25 := .8762585265
q_33 := 2.072432365

Time: 0.0s Bytes: 2.31M Available: 2.47G
```

Рис. 1 – Приклад робочого вікна реалізації алгоритму для розрахунку фактичних витрат води з ПКК діаметром 25 мм або 33 мм

Усі інші алгоритми відрізняються від попереднього тим, що поділяються на два блока, які мають однакову структуру, але відрізняються вихідним значенням витрат води. На екран виводяться значення шуканих параметрів у кодовій величині, два корені рівняння і остаточне рішення прийняте програмою.

Для перевірки точності роботи автоматизованих алгоритмів були реалізовані всі запропоновані програми для однакових вихідних даних. Результати розрахунків показали наступне: при тиску в мережі 30 м вод.ст., ступені розгортання рукава 20,4 %, діаметрі насадка ствола 8 мм та довжині рукава 20 м фактичні витрати води для пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм становлять 0,876 л/с, а для ПКК діаметром 33 мм - 2,07 л/с. При аналогічних вихідних даних результати розрахунку алгоритмів дали ті ж самі значення, але з невеликими похибками вимірювання.

Оскільки всі вихідні та розраховані параметри мають одні і ті ж самі значення, можна зробити висновок, що автоматизовані алгоритми для визначення характеристик пожежних кран-комплектів є вірними та можуть використовуватись для розрахунків.

Висновок: розроблено пакет автоматизованих алгоритмів розрахунку параметрів ПКК діаметром 25 мм та 33 мм. Їх використання дозволить спростити виконання операцій з проектування ВПВ з характеристиками ПКК, які забезпечать успішне гасіння пожежі, та зменшення часу на виконання даних операцій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.5–64:2012. – [Чинний від 01–03–13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 135 с. (Державні будівельні норми України)
2. Петухова О.А. Дослідження фактичних витрат води з пожежних кран-комплектів. / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, О.О. Шаповалова, С.М. Щербак // Проблеми пожежної безпеки. – Вып. 39. – 2016. – Харьков. – С. 190-195.



## **ЗАСТОСУВАННЯ БІНАРНИХ ВОГНЕГАСНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ГАСІННЯ ЛАНДШАФТНИХ ПОЖЕЖ**

Одним з найбільш небезпечних видів лісових пожеж є великі верхові пожежі, для гасіння яких з-за великої інтенсивності теплового випромінювання поблизу фронту лісової пожежі використовується непрямий (попереджуючий) метод гасіння, що передбачає створення перешкоди для поширення полум'я і подальше утримання створених рубежів [1]. Для створення загороджувальних смуг і смуг, від яких здійснюється відпал, було запропоновано використовувати гелеутворюючі вогнегасні і вогнезахисні склади (ГОС), а саме добре зарекомендувала себе при захисті деревини ГОС  $\text{Na}_2\text{O} \cdot (2,7-2,95) \text{SiO}_2 + \text{CaCl}_2$  [2].

Значними перевагами в проникаючих властивості мають піноутворюючі системи із зовнішнім піноутворенням (ПОС) [3]. У таких системах здійснюється подача двох рідких компонентів в розпиленому вигляді які змішуються при попаданні на тверду поверхню і утворюють піну. ПОС дозволяють забезпечити утворення піни на зовнішній поверхні матеріалу, так і всередині проникного для рідин матеріалу, шляхом послідовної подачі, утворюючи піну в нижніх шарах ЛП. Для вивчення процесу проникнення ОР у матеріал ЛП були використані лісова підстилка із сухого ялинового опаду, шишок і дрібних сухих гілок товщиною 10 див і ПОС  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaHCO}_3 + \text{TЭAC}$ . В ході реакції виділяється вуглекислий газ який забезпечує спінювання піноутворювача і утворюється аморфний осад гідроксиду алюмінію, який стабілізує піну і забезпечує утримання води. При подачі компонентів ПОС послідовно (часу між подачею компонентів 10-15 с) на поверхню ЛП, піна утворювалася в нижній частині підстилки. Лісова підстилка формувалася на водонепроникній поверхні. Вона поступово, по мірі протікання газогенеруючої реакції, піднімалася вгору. Висота підняття піни при подачі компонентів ПОС у кількості 3 кг/м<sup>2</sup> становила (4-5) див. При цьому гідратований аморфний осад гідроксиду алюмінію проникав на висоту всього (1-1,5) див. При цьому на верхній частині підстилки утворювалася невелика кількість піни, яка швидко руйнувалася. Тому верхня частина підстилки при такому способі подачі утримувала невелика кількість рідини.

Аналогічні дослідження були проведені з подачі ГОС на лісову підстилку. У разі одночасної подачі ГОС на поверхню підстилки гель практично не проникав у глибину. При послідовній подачі компонентів ГОС гель утворювався в нижній частині підстилки. Верхня і середня частина підстилки утримували лише невелика кількість рідини.

Таким чином, експериментальне вивчення глибинних властивостей ГОС і ПОС дозволило встановити, що С на відміну від ГОС забезпечують більш рівномірне проникнення вогнегасної речовини в такий лісовий горючий матеріал як хвойна підстилка.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Валендик Э.Н. Борьба с крупными лесными пожарами / Э.Н. Валендик. – Новосибирск: Наука. 1990. –193 с.
2. Сумцов Ю.А. Использование гелеобразующих составов для борьбы с верховыми лесными пожарами / Ю.А. Сумцов, А.А. Киреев, А.В. Александров // Проблемы пожарной безопасности. – 2008.– Вып.23.– С.180-185.
3. Киреев А.А. Пути повышения эффективности пенного пожаротушения / А.А. Киреев, А.Н. Коленов // Проблемы пожарной безопасности.– 2008.– вып.24.– С.50-53.

*Д.І. Савельєв, викл. каф., НУГЗУ,  
Д.Р. Бондарєв, здоб. вищ. осв., НУГЗУ*

## **ШЛЯХИ ОБЛАШТУВАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ХІМІЧНИХ СМУГ ДЛЯ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ**

Лісові пожежі високої інтенсивності гасять непрямими методами (протипожежні бар'єри, мінералізовані смуги та ін.). Загороджувальні смуги, створені із застосуванням хімічних вогнегасних речовин (ретардантів, піноутворювачів і змочувачів) - опорні хімічні смуги. З метою швидкого створення протипожежних бар'єрів (загороджувальних і опорних смуг) пропонуємо використання гелеутворюючих (ГУС) або піноутворюючих (ПУС) систем, які зберігають свої вогнеперешкоджуючі властивості протягом певного часу. Гелеутворюючі шари, що утворюються на поверхнях лісових горючих матеріалів (ЛГМ), при обробці їх ГУС, мають високі вогнезахисні властивості. Як показали досліди з вогнезахисту ЛГМ, багато матеріалів втрачають здатність до горіння після їх обробки. Це дозволяє використовувати ГУС для облаштування протипожежних бар'єрів.

Високими проникними властивостями володіє ПУС із зовнішнім піноутворенням. Склад розчинів підібраний так, що при їх змішуванні утворюється піна. ПУС дозволяють забезпечити утворення піни як на зовнішній поверхні матеріалу з великою кількістю важкодоступних і прихованих поверхонь, так і всередину матеріалу. В останньому випадку компоненти ПОС подаються послідовно, що забезпечує протікання процесу утворення піни в нижніх шарах водонепроникної матеріалу [1]. Вплив гелеутворюючих і піноутворюючих вогнезахисних смуг на поширення стійкого низової пожежі були розглянуті в лабораторних випробуваннях за поширенням полум'я підстилки, що складається з ялинового осаду, шишок і дрібних сухих гілок [2,3].

Аналіз результатів експерименту дозволив зробити висновок, що за допомогою ГУС можливо створювати вогнезахисні смуги на хвойній підстилці завтовшки 5 см (питома пожежна завантаження 2,5 кг/м<sup>2</sup>) у разі послідовно-роздільної подачі компонентів. Для визначення ефективності вогнеперешкоджуючої властивості ПУС перед водою були вивчені лісові підстилки, оброблені різними ПУС з піноутворювачами (6%) які подавалися двома способами: окремо-одночасно і окремо-послідовно. Аналіз результатів експерименту дозволяє зробити висновок, що ПОС має значно кращі показники проникнення в глиб лісової підстилки в порівнянні з ГУС. Таким чином, в результаті проведених лабораторних експериментів вдалося з'ясувати, що ГУС та ПУС мають перевагу перед водою та іншими оперативними засобами.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кіреєв А.А. Вибір ефективних вогнегасних засобів для гасіння лісових пожеж / А.А.Кіреєв, Д.І.Савельєв, К.В.Жерноклев // Проблеми пожежної безпеки: Зб. науч. тр. НУЦЗ України. - 2015. - Вип. 38. - С. 77-82.
2. Савельєв Д.І. Підвищення ефективності використання гелеобразуючих складів при боротьбі з низовими лісовими пожежами / Д.І.Савельєв, А.А.Кіреєв, К.В.Жерноклев // Проблеми пожежної безпеки: Зб. науч. тр. НУЦЗ України. - 2016. - Вип. 39. - С. 237-242.
3. Савельєв Д.І. Експериментальне дослідження огнепреграждаючих властивостей лісової підстилки, обробленої піноутворювальний складами / Д.І.Савельєв А.А.Кіреєв, К.В.Жерноклев // Проблеми пожежної безпеки: Зб. науч. тр. НУЦЗ України. - 2016. - Вип. 40. - С. 169-173.

*О.В. Савченко, к.т.н., ст. наук. співр., заст.нач.каф, НУЦЗУ,  
Д.М. Баштова, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ,  
Д.О. Ідаєтов, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІНАРНИХ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СИСТЕМ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ НА НАФТОНАЛИВНИХ СУДНАХ**

Щороку танкери перевозять половину нафти, що видобувається у світі (1,5 млрд. т). П'ята частина цього обсягу видобувається в морських родовищах. Усе це приводить до зростання тоннажу нафтоналивних суден - на сьогодні вони є найбільшими суднами.

Велику небезпеку для довкілля, становлять аварії на танкерах, що перевозять нафту й скраплений газ. Особливо з огляду на їхні величезні розміри та відповідно десятки й сотні тисяч тонн небезпечного вантажу. Хоча загальна ймовірність аварій танкерів становить лише 0,4 на 1000 рейсів, а ймовірність розливу нафти залежно від обставин — від 0,05 до 0,25, кожен такий нещасний випадок завдає величезної шкоди людям, тваринам, птахам, екології планети загалом. Перше серйозне забруднення океану нафтою сталося внаслідок загибелі біля берегів Великої Британії супертанкера *Toprey Canyon* у 1967-му. В результаті вибуху та пожежі на двох суднах під прапором Танзанії в Керченській протоці 21 січня 2019 загинули 20 людей, пожежа тривала майже півтора місяці. Таких прикладів є ще чимало, тому розробка нових вогнегасних і вогнезахисних речовин, пристроїв і прийомів подачі, які дозволяють скоротити час ліквідації пожеж за таких обставин, є актуальною проблемою.

Щоб суттєво зменшити втрати вогнегасної речовини при гасінні пожежі дозволяє застосування гелеутворюючих систем (ГУС). Один з компонентів ГУС являє собою розчин гелеутворюючого компонента - сульфату лужного металу. Другий компонент – розчин силікату. При одночасній подачі двох складів вони змішуються на поверхнях, що горять або захищаються. Гель утворює на поверхні нетекучий вогнезахисний шар. Цей шар міцно закріплюється на вертикальних і похилих поверхнях. Порівняно з рідкими речовинами пожежогашіння ГУС практично на 100% залишається на поверхні. До цього ще й товщину гелевої плівки при необхідності можна регулювати, збільшуючи її в особливо небезпечних місцях. Для визначення наслідків використання ГУС для охолодження резервуарів з вуглеводнями було проаналізовано корозійну дію ГУС і її компонентів. Було зроблено висновок, що показник корозійної активності гелю і сертифікованого піноутворювача ППЛВ (Універсал) - 106м близькі. Отже корозійний вплив ГОС та його компонентів на сталеві елементи резервуарів для нафтопродуктів можна порівняти. Перспективність використання ГУС для охолодження стінок резервуарів також підтверджують результати досліджень, які свідчать про ефективність гелевих покриттів протидіяти поширенню вогню по поверхні ТГМ. Використання ГУС з витратою, достатньою для утворення 2 мм шару гелевої плівки, дозволяє припинити розповсюдження вогню по поверхні ТГМ. За результатами експериментів було встановлено, що морська вода може використовуватись в якості каталізатора гелеутворювання для бінарних гелеутворюючих систем. Пропонується метод гасіння пожеж на танкерах з використанням ГОС для оперативної вогнезахисту, у яких в якості каталізатора використовується морська вода. Запровадження удосконалених методів гасіння пожеж на танкерах з використанням гелеутворюючої системи, як основної вогнегасної речовини, а також захист сусідніх резервуарів у танкері від теплового впливу пожежі дозволить:

- розширити спектр методів і тактичних прийомів ліквідації пожеж на танкерах;
- скоротити необхідної кількості сил і засобів;
- скоротити час ліквідації пожежі;
- зменшити екологічну шкоду.

*М.А. Самбор, к.ю.н., Прилуцький РВ ГУНП в Чернігівській області,  
О.Д. Гудович, к.т.н., с.н.с, доцент, ІДУЦЗ*

## **ПРАВОВІ ЗАСАДИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ОХОРОНИ ПУБЛІЧНОГО (ГРОМАДСЬКОГО) ПОРЯДКУ ЄДСЦЗ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Процес розбудови ЄДС ЦЗ [1] до цього часу не завершено через відсутність повного нормативно-правового забезпечення функціонування складових ЄДСЦЗ, недостатнього розкриття їх структури, координації та взаємодії органів управління та сил ЦЗ.

Так за даними ДСНС [2] з 24 функціональних підсистем на цей час погоджено 15, з яких 12 затверджено наказами відповідних центральних органів:

Мінекономрозвитку, Міненерго вугілля, Мінінфраструктури, Мінрегіону; МОН; Міноборони, ДСНС.

Центральними органами виконавчої влади не завершено процедуру створення наступних функціональних підсистем ЄДСЦЗ та не подавались до ДСНС на розгляд та погодження:

- Мінприроди: підсистема моніторингу навколишнього природного середовища;
- Держатомрегулювання:
- підсистема безпеки об'єктів ядерної енергетики
- Мінагрополітики: захисту
- охорони і захисту лісів (через Держлісагентство);
- запобігання і реагування на надзвичайні ситуації у сфері рибного господарства (через Держрибагентство);
- Мін'юст: запобігання надзвичайним ситуаціям в установах виконання покарань та слідчих ізоляторах;
- Держатомрегулювання: ядерної та радіаційної безпеки.
- МВС: підсистема забезпечення публічної (громадської) безпеки і порядку, безпеки дорожнього руху

Згідно з додатками 1 та 2 до Положення про єдину державну систему цивільного захисту, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 09.01. 2014 р. №11 забезпечення публічного (громадського) порядку та безпеки в зонах НС покладаються на функціональну підсистему забезпечення публічної (громадської) безпеки і порядку, безпеки дорожнього руху через Національну поліцію і Національну гвардію та їх відповідні спеціалізовані служби, які, як правило, формуються на базі підрозділів Національної поліції МВС України та Національної гвардії України.

Саме ця підсистема є однією з ключових підсистем ЄДСЦЗ, органами управління, силами і засобами якої здійснюється забезпечення, координація заходів ЦЗ та взаємодія під час реагування та ліквідації наслідків НС з іншими суб'єктами, складової ЄДСЦЗ, що виконують завдання ЦЗ.

На сьогодні існує нагальна необхідність затвердження МВС нової редакції Положення про підсистему забезпечення публічної (громадської) безпеки і порядку та Положення про спеціалізовану службу охорони публічного (громадського) порядку Національною поліцією.

Наказ МВС від 05.03.2009 №118, яким було затверджено «Положення про функціональну підсистему забезпечення охорони громадського порядку та безпеки дорожнього руху єдиної державної системи запобігання і реагування на НС техногенного та природного характеру» втратив чинність, оскільки в нормативно-правовій базі у сфері ЦЗ [3] та структурі МВС [4] відбулися значні зміни.

Аналізуючі основні завдання та функції, покладені на органи управління, сили і засоби функціональної системи забезпечення громадської безпеки і порядку, безпеки дорожнього руху в сфері ЦЗ, які викладено в редакції наказу №118, можна константувати, що вони не зазнали суттєвих змін і не протирічать чинному законодавству у сфері ЦЗ, а саме полягають у:

- забезпеченні охорони громадського порядку, ведення боротьби із злочинністю, безпеки дорожнього руху, охорони матеріальних і культурних цінностей у разі виникнення НС;
- наданні допомоги ОВВ, ОМС, посадовим особам у проведенні відселення людей з місць, небезпечних для проживання;
- забезпеченні участі сил та засобів (у межах їх тактико-технічних можливостей) у проведенні АРНР у районах виникнення НС;
- забезпеченні охорони режимно-обмежувальних і карантинних зон в осередках РХБЗ та під час їх ліквідації;
- організації регулювання дорожнім рухом на маршрутах евакуації;
- розробці і здійсненні заходів щодо забезпечення безпеки дорожнього руху, охорони матеріальних і культурних цінностей у разі проведення евакуації;
- організації охорони громадського порядку на збірних і приймальних евакуаційних пунктах, пунктах посадки (висадки), на маршрутах евакуації та в районах (пунктах) розміщення евакуйованого населення;
- межах компетенції, забезпечення дотримання режиму перевезень автомобільними дорогами та допуск до зон НС.
- обмеженні допуску населення до небезпечних зон тощо.

Отже зміни та корегування Положення в основному стосуються нормативно-правових аспектів та структури органів управління Національної поліції і Національної гвардії.

Стосовно функціонування спеціалізованої служби охорони публічного (громадського) характеру нами в [5] проаналізовано низка правових аспектів, вирішення яких певною мірою доповнює умови здійснення повноважень підрозділів органів Національної поліції щодо забезпечення публічного порядку та безпеки у складі спеціалізованої служби ЦЗ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету Міністрів від 9 січня 2014 р. № 11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту»
2. Чорноморець В.А. Аналіз виконання заходів цивільного захисту в центральних органах виконавчої влади. 27.11.2018 р.
3. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 5403-VI
4. Закон України від 02.07.2015 № 580-VIII «Про Національну поліцію»
5. Самбор М.А. Гудович О.Д. Правові основи функціонування спеціалізованої служби охорони публічного (громадського) порядку ЦЗ в умовах НС. Матер. ІХ Міжнар. наук. –практ. конф. «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій» –ЧІПБ НУЦЗ. – 2018– С. 246-248

*Ю.Ю. Дендаренко, к.т.н., доцент, ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, НУЦЗУ,  
Ю.М. Сенчихін, к.т.н., професор, професор каф., НУЦЗУ,  
В.А. Краснов, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## РАЦІОНАЛЬНІ СХЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІАЛЬНИХ ВОДЯНИХ СТРУМЕНІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ СУСІДНІХ З ПАЛАЮЧИМ РВС-3000 ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ

Для визначення ефективності радіальних водяних струменів під час здійснення операцій захисту сусідніх РВС від теплового впливу факела полум'я палаючого необхідно провести порівняльні розрахунки сил і засобів (СіЗ) за двома схемами: 1) традиційна методика охолодження сусідніх з палаючим РВС-3000 з використанням компактних водяних струменів за допомогою ручних пожежних стволів РС-70 та переносних пожежних лафетних стволів ПЛС-20П; 2) захист РВС лафетними стволами з насадками для створення радіальних водяних струменів. За еталон оберемо резервуарну групу з чотирьох РВС-3000: один РВС – палаючий, решта – сусідні.

Зауважимо, що згідно з [1] охолодження напівпериметра кожного сусіднього резервуара необхідно здійснювати за допомогою не менше двох стволів з насадками для створення компактних водяних струменів, навіть якщо розрахунками встановлено, що ця кількість не перевищує одного ствола. Охолодження може бути здійснено як за допомогою ручних пожежних стволів РС-70 з насадками діаметром 19 мм, так і за допомогою переносних пожежних лафетних стволів ПЛС-20П з насадками переважно діаметром 25 мм. Причому витрата води кожного ствола РС-70 при напорі на ньому  $H_{\text{ств}} = 40$  м дорівнює 7,4 л/с, а ПЛС-20П при напорі  $H_{\text{ств}} = 60$  м – 16,7 л/с; витрата ПЛС-20П, що обладнаний насадком для створення радіального водяного струменя при напорі  $H_{\text{ств}} = 70$  м складає  $\leq 11$  л/с.

Лафетні стволи ПЛС-20П з насадками для створення радіальних водяних струменів, враховуючи конструктивні параметри РВС-3000, мають бути встановлені під кутом  $43,5^\circ$ , на відстані 6,3 м від резервуару та висоті 2,5 м. Висоту встановлення ПЛС-20П на вказаній висоті обрано з розрахунку, коли, в залежності від обстановки на пожежі, є можливість всередині обвалування встановити пожежний автомобіль зі стаціонарним лафетним стволом, насадок якого для створення компактного водяного струменя замінюється на НРС (висота встановлення стаціонарного лафетного ствола над рівнем землі в такому разі  $\approx 2,5$  м). У разі, коли така можливість відсутня, ПЛС-20П з НРС (насадком на лафетний ствол для створення радіальних водяних струменів-екранів) має бути встановлено на спеціально виготовленому пристрою (щоглі) на висоті 2,5 м за схемами розташування СіЗ пожежно-рятувальних підрозділів, після чого пожежна техніка (автоцистерна, пожежна насосна станція тощо) розвиває напір на насосі з таким розрахунком, щоб напір на ПЛС-20П дорівнював  $H_{\text{ств}} \geq 70$  м.

Сумарна витрата води під час захисту РВС-3000 за допомогою радіальних водяних струменів при напорі на ПЛС-20П  $H_{\text{ств}} = 70$  м не перебільшуватиме

$$\sum Q = q_1^{\text{ств}} + q_2^{\text{ств}} = 11 + 11 = 22 \text{ л/с}, \quad (1)$$

де  $q_1^{\text{ств}}$ ;  $q_2^{\text{ств}}$  – витрати води зі стволів з НРС, л/с при напорі на стволі  $H_{\text{ств}} = 70$  м.

Особовий склад, що має забезпечити роботу ПЛС-20П з НРС на оперативних позиціях, діятиме в межах обвалування тільки під час їх встановлення на щоглах (як підтвердив експеримент, для встановлення на оперативну позицію кожного ПЛС-20П з НРС необхідно не більше 2 чоловік із числа особового складу пожежно-рятувальних підрозділів). Після цього особовий склад відводиться у безпечне місце для здійснення контролю за роботою насосно-рукавних систем і, таким чином, не буде діяти під впливом НФП.

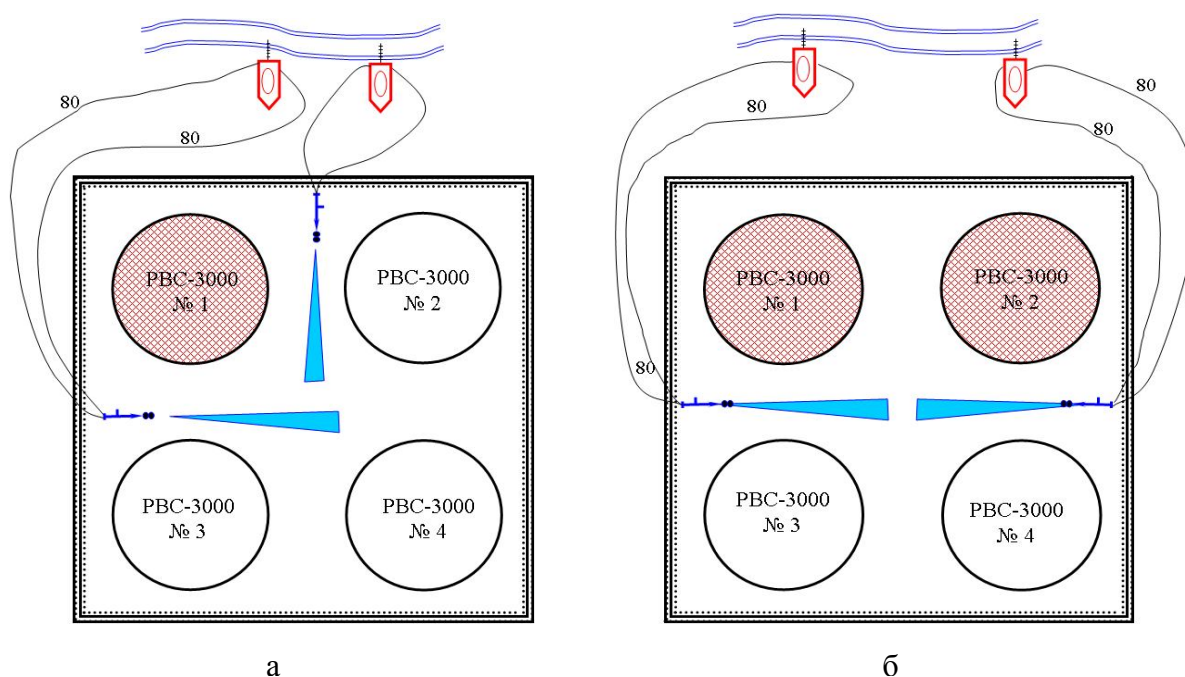
Отже, для встановлення двох ПЛС-20П з НРС на оперативні позиції необхідно задіяти кількість особового складу

$$N_{\text{ос}} = N_{\text{ств}}^{\text{зах}} \cdot N_{\text{ств}}^{\text{о/с}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ особи,} \quad (2)$$

де  $N_{\text{ств}}^{\text{зах}}$  – кількість стволів, що подаються на захист сусідніх РВС-3000.  
Кількість оперативних відділень пожежної техніки основного призначення

$$N_{\text{відд}} = \frac{N_{\text{ос}}}{4} = \frac{4}{4} = 1 \text{ відд.} \quad (3)$$

На рис.1 показані можливі схеми розташування СіЗ під час пожежі у резервуарній групі з чотирьох РВС-3000. Розрахунки СіЗ для організації захисту РВС-3000 у групі з шести резервуарів повинні вестися аналогічно показаним вище.



**Рис. 1 – Схеми розташування СіЗ під час пожежі у резервуарній групі з чотирьох РВС-3000:**

а - розташування СіЗ по захисту двох РВС при одному палаючому; б - розташування СіЗ по захисту двох РВС при двох палаючих

Порівнюючи розрахунки СіЗ, зазначимо, що використання НРС для захисту сусідніх з палаючим РВС-3000, на відміну від традиційної методики, дає змогу скоротити кількість особового складу в середньому в 4,5 разу або на 77%, а витрати води відповідно – в 4,6 разу або на 78%, що, безперечно, доводить ефективність застосування раціональних схем захисту РВС під час пожеж в резервуарних парках для зберігання нафти і нафтопродуктів за допомогою радіальних водяних струменів.

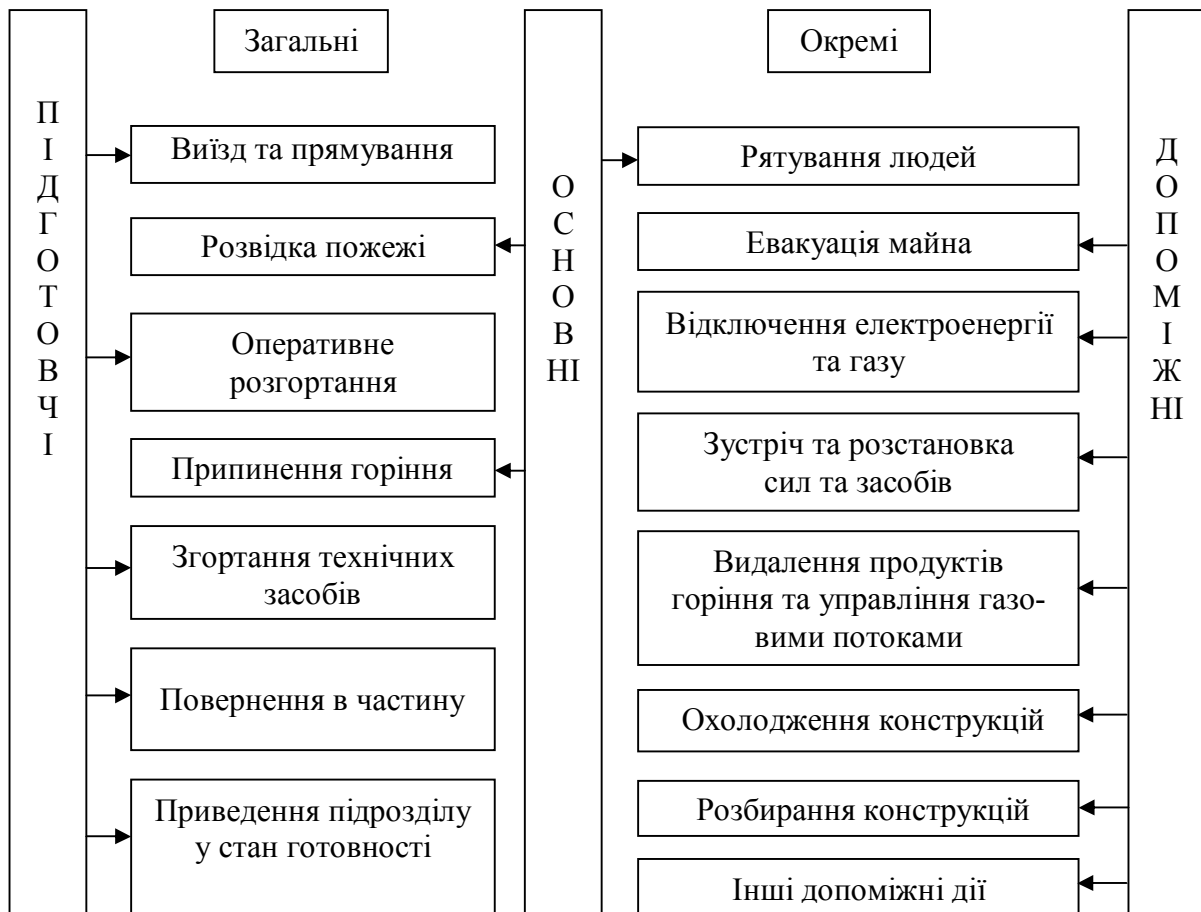
## ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник керівника гасіння пожежі. – Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016. – 320 с.

*В.В. Сировий, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
С.С. Агашков, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

### КЛАСИФІКАЦІЯ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ ТА ВИЇЗД І ПРЯМУВАННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОГО ПІДРОЗДІЛУ ДО МІСЦЯ ПОЖЕЖІ

Дії пожежно-рятувальних підрозділів, що спрямовані на виконання основного оперативного завдання на пожежі, називають оперативними діями і вони проводяться: вдень і вночі, за високих і низьких температур, у задимленому та отруєному середовищі, на висотах і у підвалах, в умовах вибухів, обвалень, виробничих аварій, землетрусів та інших видів стихійного лиха. Усі оперативні дії з гасіння пожеж та рятування людей особовий склад пожежно-рятувальних повинен вести з повним напруженням моральних та фізичних сил, виявляти мужність, стійкість, сміливість, незважаючи ні на які труднощі. Класифікація оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів наведена на рис. 1



**Рис. 1 – Класифікація оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів**

Прибуття пожежно-рятувального підрозділу до місця пожежі в найкоротший час забезпечується :

– точним прийомом інформації про виникнення пожежі, правильним та швидкими діями диспетчера (радіотелефоніста) щодо спрямування пожежно-рятувальних підрозділів для її гасіння.

– швидким збором і виїздом пожежно-рятувального підрозділу за сигналом «Тривога» та його прямування до місця пожежі найкоротшим і безпечним маршрутом ( з ураху-



ванням небезпечної загазованості повітря, радіаційної забрудненості місцевості, напрямку вітру тощо)

– максимально можливою, але безпечною швидкістю руху пожежно-рятувальних автомобілів з увімкненими проблісковими маячками та спеціальним звуковим сигналом з дотриманням Правил дорожнього руху.

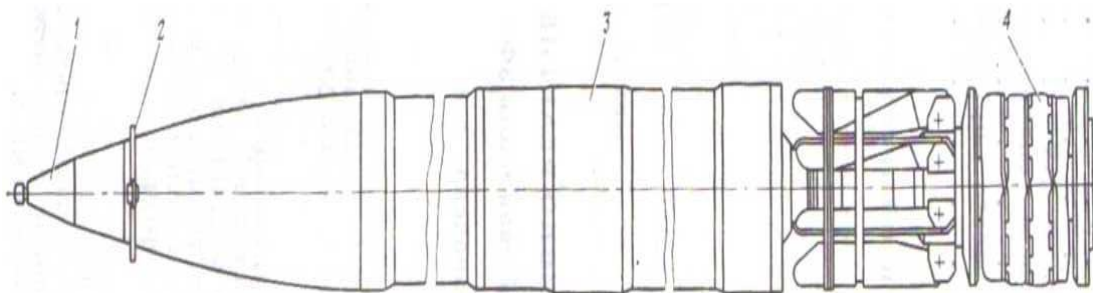
Шлях прямування пожежно-рятувальних автомобілів одного караулу має бути один, щоб вони одночасно прибули до місця виклику. Прямування відділень караулу за різними маршрутами дозволяється лише у тих випадках, коли є спеціальний дозвіл начальника, який очолює цей караул, або такий порядок прямування на окремі об'єкти запроваджено заздалегідь. Під час прямування начальник підрозділу повинен постійно підтримувати радіозв'язок із пунктом зв'язку пожежно-рятувальної частини або з оперативно-координаційним центром та уточнити дані оперативно-тактичної характеристики об'єкта, на який викликано караул, шляхом вивчення та аналізу оперативної документації (оперативні плани та картки пожежогасіння, довідники і планшети водопостачання). У разі виявлення на шляху прямування до місця пожежі іншої пожежі старша за посадою особа, яка очолює пожежно-рятувальний підрозділ, зобов'язана залишити частину сил і засобів для її гасіння і негайно повідомити пункт зв'язку пожежно-рятувальної або оперативно координаційний центр про місце виявленої пожежі та прийняте рішення. Якщо така ситуація виникла під час слідування до місця пожежі одного відділення, рішення гасіння виявленої пожежі приймає старша за посадою особа виходячи із ситуації на цій пожежі та наявної інформації про обстановку на пожежі, на яку прямувало відділення за дорожнім листом. Про прийняте рішення повідомляється ПЗЧ або ОКЦ, які за потреби направляють додаткові сили і засоби згідно з розкладом виїзду (планом залучення сил і засобів). У разі вимушеної зупинки першого автомобіля всі інші відділення караулу зупиняються і продовжують прямування за вказівкою старшої за посадою особи. У разі вимушеної зупинки другого чи наступних за ним пожежно-рятувальних автомобілів решта, не зупиняючись, продовжує прямування до місця виклику з доповіддю до оперативно – координаційного центру. Якщо на шляху прямування начальник підрозділу одержав відомості про ліквідування пожежі або її відсутність, він зобов'язаний прибути до місця пожежі, за винятком тих випадків, коли він одержав наказ відносно повернення від старшого начальника, керівника гасіння пожежі або начальника чергової зміни (старшого диспетчера) оперативно – координаційного центру. А якщо виявили пожежу при поверненні підрозділу з місця роботи необхідно повідомити ОКЦ і розпочати гасіння особисто. Якщо під час прямування трапилася дорожньо-транспортна пригода, водій керується правилами дорожнього руху, а начальник караулу доповідає до оперативно координаційного центру. У всіх випадках про вимушену зупинку пожежно-рятувального автомобіля інформується пункт зв'язку частини або оперативно – координаційний центр, а старша за посадою особа, яка очолює пожежно-рятувальний підрозділ, вживає заходів щодо доставки особового складу та пожежно-технічного оснащення до місця пожежі. Під час прямування пожежно-рятувальних підрозділів до місця оперативних дій залізничним, водним або повітряним транспортом старший начальник повинен забезпечити розміщення, харчування, відпочинок особового складу та збереження пожежно-рятувальної техніки й обладнання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж Наказ МВС України від 26 квітня 2018 року № 340.
2. Основи тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировий, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Дерев'яно. Х.: НУЦЗУ, 2015. – 216 с. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/senchihi/osnovy-taktik.pdf>.

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ТА ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ УТИЛІЗАЦІЇ 240 ММ МІНОМЕТНИХ ПОСТРІЛІВ ЗВФ2 З АРМ ЗФ2

Пропоную конкретну технологію розряджання 240 мм мінометних пострілів індексу ЗВФ2 з активно-реактивною міною (АРМ) індексу ЗФ2 до СМУ 2С4 «Тюльпан» (2Б8) та М-240, а саме шляхом їх розбирання на елементи. ЗВФ2 особливо недоцільно утилізувати методом підриву (рис. 1).



**Рис. 1. – 240-мм постріл ЗВФ2:**

1 – підричник М-17 = 0,41 кг; 2 – гальмівний пристрій ЗЧ20; 3 – активно-реактивна міна Ф2 з ГЧ Ф3 та РД ЗМ15; 4 – металевий заряд 4БН56 з 4Г17 = 10,9 кг

Технологія та розроблений комплект документів визначає порядок організації і проведення робіт з розбирання ЗВФ2 з закінченим гарантійним терміном зберігання на ділянці, обладнаній у виробничому приміщенні цеху. Перед початком роботи місце по розбиранню ЗВФ2 має бути оснащено справним інструментом, засобами пожежогасіння й індивідуального захисту.

Таблиця 1 – Перелік елементів, що отримуються під час розбирання 240 мм АРМ ЗВФ2 (БЧ Ф3) до СМУ 2С4 «Тюльпан» (2Б8) та М-240

№ з/п	Найменування елементів		АРМ ЗВФ2 за кресленням
1	2		3
1	Індекс мінометного пострілу	індекс	ЗВФ2
2	Індекс міни	індекс	Ф2 (Гагара)
3	Вага з ящиком (брутто), 1 шт.	Вага (кг)	348
4	Вага ящика (дерев'яні ґрати) ЗЯ38	Вага (кг)	109
5	Вага пострілу у зак./спорядж. з М-17 та 4БН56	Вага (кг)	239,0
6	Вага пострілу у зак./спорядж. з М-17 без 4БН56	Вага (кг)	228,1
7	Вага пострілу у незак./спорядж з 4БН56	Вага (кг)	238,59
8	Вага пострілу у незак./спорядж без 4БН56	Вага (кг)	227,69
9	Вага пострілу у незак./спорядж без 4БН56, після роботи РД	Вага (кг)	185,1
10	Вага М-17 (ЗВ23) із втулкою ЗВ23-1	Вага (кг)	1,35
11	Вага М-17(ЗВ23) без втулки ЗВ23-1	Вага (кг)	0,41
12	БЧ фугасна Ф3:		Вага (кг)
	– корпус снаряда Ст.45Х	Вага (кг)	65,0
	– головка з канавкою Ст.5	Вага (кг)	3,77
	– шашка проміжного детонатора Тетрил (2 шт.)	Вага (кг)	0,12

1	2	3	
	– розривний заряд ТГАФ-5М	Вага (кг)	46,38
	– алюмінієва прокладка (Д16Т)	Вага (кг)	0,8
	– тормозний пристрій Ст.3 (два на півкільця з фіксатором, вісь) (ЗЧ20)	Вага (кг)	1,25
13	РЧ 3М15:	Вага (кг)	110,34
	– корпус РЧ (Ст.43Х) з ТЗП	Вага (кг)	67,29
	– обтюратор, дно, стопорні гвинти, діафрагма, пружина, центруючі тарелі, опорна діафрагма, сопловий блок із стабілізатором (6-ть лопатей), гумові прокладки (2 шт.), кільця, заглушка, дерев'яні сухарі (6 шт.), прокладки	марка	Ст.25
	– заглушка (молібден)	Вага (кг)	0,206
	– 4БН54 – індекс заряду реактивного двигуна 3М15 (одноканальна з трьома радіальними отворами броньована шашка), марка – ВИК-2Д	Вага (кг)	42,28
	– МЗУ-6 механічний сповільнючий пристрій (6 сек) – індекс 3В24	Вага (кг)	0,35
	– ВАГ-100 запалючий пристрій у алюмінієвому футлярі з ДРП-1 – індекс 4В5	Вага (кг)	0,1
14	Зарядний пристрій – індекс 4Г17	Вага (кг)	10,9

Враховуючи особливість конструкції мінометних пострілів, представляю перелік операцій, під час розбирання 240 мм активно-реактивних мінометних пострілів індексу 3ВФ2:

**Операція № 1.** Подача ящиків із АРМ ВФ2 з автомобілю до цеху, та укладання на технологічний стіл (візок).

**Операція № 2.** Видалення мінометних пострілів ВФ2 з ящика.

**Операція № 3.** Контроль ящиків ЗЯ38 на повноту вилучення пострілів.

**Операція № 4.** Контроль мінометних пострілів по партіям (номенклатурам) на придатність до розбирання на елементи.

**Операція № 5.** Закріплення АРМ ВФ2 у пристосуванні, вигвинчування М-17.

**Операція № 6.** Вигвинчування втулки та вилучення детонатора (тетрилової шашки).

**Операція № 7.** Від'єднання зарядного пристрою 4Г17.

**Операція № 8.** Розбирання зарядного пристрою 4Г17 на елементи.

**Операція № 9.** Вигвинчування БЧ Ф3 та від'єднання БЧ від ракетного двигуна М15.

**Операція № 10.** Вигвинчування головки з канавкою, вилучення прокладок та укладання їх у зборки.

**Операція № 11.** Установка корпусів головних частин у пароводяну ванну, нагрів до 80°C та виймання з ванни.

**Операція № 12.** Вилучення з корпусів головних частин пресованих шашок вибухової речовини ТГАФ-5, укладання шашок у зборку.

**Операція № 13.** Контроль видалення вибухової речовини з корпусів головних частин.

**Операція № 14.** Вигвинчування стопорних гвинтів, дна; вилучення: кришки, МУЗ-6, прокладок, запалювача ВАГ-100, діафрагми, шашки з п/м ВИК-2Д, сухарів, опорної діафрагми.

**Операція № 15.** Пакування у пристосовані ящики: підривників М-17; КВ-4; пресованих шашок вибухової речовини Тетрилові і ТГАФ-5; запалювачів ВАГ-100, сповільнювачів МУЗ-6, шашки з порошу марки ВИК-2Д; запалюючого і додаткового зарядів з порошу марки НБПл 240-100 зарядного пристрою 4Г17.

**Операція № 16.** Пакування елементів після розбирання мін у штатні ящики. Закривання, пломбування та маркування ящиків з елементами.

**Операція № 17.** Знищення спеціального маркування на елементах виробу.

**Операція № 18.** Оформлення документації на розбирання ВФ2. Знищення супровідної документації (формуляру).

**Операція № 19.** Контроль пакування елементів у ящиках. Видача елементів у пристосованих ящиках до місця зберігання.

**Операція № 20.** Допоміжні операції: Різання паперу і просочення її парафіном.

Під час проведення робіт по розбиранню ЗВФ2 потоковим способом всього залучають лаборантів цеху – 33 чол.

Під час розбирання 100 одиниць ЗВФ2(Ф2) загальною вагою 23,9 т отримаємо:

- 1) Д16Т = 0,08 т – 4 ящика по 20 кг;
- 2) Чорний метал вид 501 (Ст.45Х, Ст.5, Ст.25) = 14,5385 т – 3 контейнера;
- 3) А-ІХ-2 = 4,638 т – 155 ящиків по 30 кг;
- 4) Тетрил = 0,012 т – 2 пенали;
- 5) Картон = 0,0114 т – 1 ящик;
- 6) ДРП-2 = 0,0011 т – 1 пенали ЯК43;
- 7) ВАГ-100 = 1000 од. (0,01 т) – 2 ящика по 500 од.;
- 8) КВ-4 = 1000 од. (0,0069 т) – 4 ящика;
- 9) М-17 = 1000 од. (0,041 т) – 25 ящиків по 40 од.;
- 10) ВИК-2Д = 4,228 т – 52 ящика по 80 кг;
- 11) Молібден = 0,0206 т – 2 ящика;
- 12) Гума – 0,003 т – 1 ящик;
- 13) НБл-120, НБПл 240-100 = (3,45+0,415) = 0,3865 т – 3 коробка;
- 14) МУЗ-6 = 1000 од. (0,035 т) – 2 ящика.

Таким, чином, утилізація АРМ ЗВФ2 способом розбирання на елементи представляє собою процес послідовного виконання операцій (№1–№20). Особливо небезпечні операції – № 5, 6, 11–13 та 15. Операції, де лаборанти працюють з вибуховою речовиною у відкритому виді – є особливо шкідливими. Усі інші операції згідно процесу небезпечні.

**Висновки.** Розроблений порядок виконання операцій під час розбирання ЗВФ2, які зберігаються на арсеналах, базах і складах з закінченим терміном зберігання. При використанні відповідної технології орієнтовна продуктивність розрядження АРМ ЗВФ2 складає 10 шт. у зміну.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова КМ України від 7.06.06 р. № 812 в редакції постанови КМ України від 16.06.10 р. № 469 «Порядок утилізації ракет, боєприпасів і вибухових речовин». – К.: 2010 р. – 13 с.
2. Изделие 2С4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Книга 1. Том первый. Второе издание. – М.: ВИ, 1978. – 141 с.

*В.М. Стрілець, д.т.н., ст. наук. співр., ст. наук. співр. НДЛ, НУЦЗУ,  
Є.І. Стецюк, ст.викл. каф., НУЦЗУ*

## МОДЕЛЮВАННЯ ВИБУХІВ РУЙНУВАННЯ ЦЕГЛЯНИХ СПОРУД

Відповідно до проведеного аналізу надзвичайних ситуацій техногенного характеру в Україні витікає проблемне питання, яким чином вирішувати надзвичайні ситуації пов'язані з раптовим руйнуванням будівель та споруд. Захист будівель від надзвичайних ситуацій (НС) спрямовано на зниження збитків і залежить від можливих наслідків НС. Можна виділити три основні напрями для зниження збитків при позапроектних надзвичайних ситуаціях. Перше – попередження антропогенних позапроектних НС, прогнозування природних НС та своєчасне вживання заходів для зниження збитків. Друге – запобігання або зменшення величини і швидкості руйнувань несучих конструкцій будівель за допомогою посилення цих конструкцій або іншими спеціальними конструктивними методами. Третім і основним напрямом захисту будівель є запобігання прогресуючого обвалення будівель і споруд. Отже запобігання виникнення НС, є самим оптимальним заходом, але існують кілька способів, за допомогою яких відбувається демонтаж різних будівель і споруд. Вибір того чи іншого способу залежить від складності конструкції, її розмірів та інших факторів. Було розглянуто способи демонтажу та руйнування аварійних цегляних будівель та споруд, а саме вибуховий спосіб, який в свою чергу є найефективнішим за певних умов, одна з яких це напружено-деформований стан несучої здатності цегляних стін будинків та споруд. Цегла є одним з традиційних будівельних матеріалів. У період підйому великопанельного будівництва в 50-80 роки інтерес дослідників до конструкцій з цегли впав, і основну увагу було зосереджено на дослідженні залізобетонних конструкцій. Останнім часом підхід в цивільному будівництві до широкого використання традиційних будівельних матеріалів, в тому числі і цегли, створює необхідність поглиблених досліджень фізико-механічних властивостей цегляної кладки і конструкції з неї. Велика кількість аварійних цегляних будівель непридатних до подальшої експлуатації, створює необхідність поглиблених досліджень фізико-механічних властивостей цегляної кладки і конструкції з неї з метою послідовного прийняття рішення щодо обрушення вибуховим способом. Під час використання вибухового способу, щодо руйнування аварійних цегляних будівель та споруд виникають питання безпеки будівель та споруд що можуть потрапити у небезпечну зону дії такого фактору вибуху як повітряна ударна хвиля. Тому є необхідність моделювання вибухів, та дія небезпечних факторів вибуху на навколишні об'єкти.

Моделювання вибухів засноване на закономірностях подібності, в основу яких може бути покладений принцип «кубічного кореня», сформульований вперше в 1915 р. Хопкінсоном і незалежно від нього Кранцем в 1926 р. Цей принцип полягає в тому, що якщо два заряди однієї і тієї ж вибухової речовини (ВР) однакової форми, але різного розміру вибухають в одній і тій же атмосфері, то подібні вибухові хвилі будуть спостерігатися при однаковому значенні параметрів відстані:

$$K = R / E^{1/3} \quad (1)$$

де  $R$  - відстань від центру заряду;  $E$  - повна енергія вибуху.

Є інші визначення принципу «кубічного кореня», наприклад: «подібні ударні хвилі утворюються на тотожно рівних наведених відстанях у тих випадках, коли два заряди однієї і тієї ж ВР подібної геометрії, але різного розміру детонують в однаковій атмосфері». Таке визначення може виражатися формулою:

$$K = R / W^{1/3} \quad (2)$$

де  $R$  - приведений відстань,  $W$  - маса заряду.

Аналогічно масштабуються надлишковий тиск у хвилі що проходить, швидкість поширення ударної хвилі, тривалість і імпульс. На рівних наведених відстанях надлишкові тиски будуть рівні, а імпульс і тривалість хвилі пропорційні. Відповідно до закону подібності Хопкінсона для будь-якого конкретного вибуху тривалість і, отже, імпульс встановлюються для заданого рівня надлишкового тиску. Практичним підтвердженням цього принципу є результати досліджень реальних руйнувань цегляних будівель при вибухах бомб під час другої світової війни в Англії. На підставі цих досліджень виведена формула, що встановлює залежність маси заряду ВР (еквівалента енергії вибуху  $E$ ) від відстані до об'єкту з відповідним рівнем руйнування від місця вибуху  $R$ :

$$R = KW^{1/3} / [1 + (7 \cdot 10^3)^2]^{1/16} \quad (3)$$

де  $K$  — константа відповідного рівня руйнування.

Така залежність застосовується в США при виборі безпечних відстаней від складів ВР. Для цього визначають критерій, що зв'язує безпечну відстань  $R$  з масою заряду  $W$ :

$$R / W^{1/8} = A \quad (4)$$

де  $A$  - константа, що є функцією типу будівлі або технологічного процесу.

Уточнена на базі реальних ушкоджень типових будівель і промислових споруд, викликаних ударними хвилями при вибухах ВР, формула подібності широко використовується у світовій практиці, має вигляд

$$R = KW^{1/3} / [1 + (3180 / W)^2]^{1/6} \quad (5)$$

Ця формула у Великобританії в даний час служить основним критерієм при виборі безпечних відстаней від місця вибуху.

В офіційних рекомендаціях, виділяється п'ять зон небезпеки, які відповідають таким значенням константи  $K$  у формулі (5):

- 1)  $K = 3,8$  - повне руйнування "будівель";
- 2)  $K = 5,6$  - 50% руйнування будівель;
- 3)  $K = 9,6$  - руйнування будівель без обвалень;
- 4)  $K = 28$  - помірне руйнування будівель з руйнуванням дверей, віконних плетінь, покрівлі, внутрішніх перегородок;
- 5)  $K = 56$  - малі пошкодження з руйнуванням  $\approx 10\%$  скління. Більш точно руйнуючу здатність вибухів можна характеризувати надмірним тиском, що впливає на об'єкт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бейкер У., Кокс П., Уестайн П и др.. Взрывные явления. Оценка и последствия / Под ред. академика Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда. – М.: Мир, 1986. – 532 с.
2. Бесчанов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. – М.: Химия, 1991. – 432 с.
3. Саметов А.М. Деформирование и разрушение конструкций при термосиловых воздействиях. – М.: Стройиздат, 1989. -432с.

О.М. Тітенко, к.т.н, УкрНДІЦЗ,  
С.М. Шахов, ад'юнкт адюнктури, НУЦЗУ

### МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ГЕНЕРАЦІЇ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ

На даний час в США, Європі та інших провідних країнах поширені системи подачі компресійної піни. Особливість даних установок, на відміну від повітряно-механічних систем, полягають в можливості генерації піни за рахунок одночасної подачі в спеціальну камеру змішування повітря під тиском і водяного розчину піноутворювача, а не генерації розчину за допомогою ежектуючого повітря. Для проектування експериментальної конструкції системи для подачі компресійної піни було проведено моделювання блоку подачі газу, блоку подачі суміші води та піноутворювача, блоку піногенеруючої вставки, блоку вихідного сопла. За допомогою цих блоків здійснюється загальна задача моделювання процесу утворення піни для подальших розрахунків геометричних параметрів установки в залежності від кратності піни.

Потік газу через сопло, буде обчислюватися за формулою:

$$G_a = \frac{\pi \cdot d_{air}^2 \cdot m_{const} \cdot p_{comp} \cdot \left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{1}{k-1}} \cdot \lambda \cdot \left(1 - \frac{k-1}{k+1} \cdot \lambda^2\right)^{\frac{1}{k-1}}}{4 \cdot \sqrt{T}}, \text{ кг/с,}$$

Потік суміші води з піноутворювачем можна обчислити за формулою:

$$G_w = \frac{\pi}{4} \cdot v_w \cdot \rho_w \cdot d_w^2, \text{ кг/с}$$

Блок піногенеруючої вставки, розраховувався за наступною формулою:

$$G_{por} = \left( \frac{1}{H} \cdot 0.113 \cdot d_{ch}^{\frac{1}{4}} \cdot D_{gr}^{\frac{1}{2}} \cdot \varepsilon^{\frac{1}{4}} \cdot \left( \rho_{air\_NC} + \frac{\rho_w}{k_m - 1} \right) \times \right)^{\frac{4}{7}} \times \int_{p_{ex}}^{p_{mix}} \frac{1}{\frac{p_a}{p} + \frac{1}{k_m - 1}} \cdot \left( \frac{1 + k_m \cdot \left(\frac{p_a}{p}\right)}{\mu_a \cdot k_m \cdot \left(\frac{p_a}{p}\right) + \mu_w} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot dp, \text{ кг/с,}$$

Величина потоку газо-рідинної суміші через отвір вихідного сопла:

$$G_{jet} = \left( \frac{\left( -k \cdot p_a^{\frac{1}{k}} \cdot (k_m - 1) \cdot p_{ex}^{\frac{k-1}{k}} + (k_m \cdot p_a - p_{ex}) \cdot k + p_{ex} - p_a \right)}{(k-1) \cdot \left( k_m^2 \cdot F_{ex}^2 - \left( F_{atm} \cdot (k_m - 1) \cdot \left(\frac{p_a}{p_{ex}}\right)^{\frac{1}{k}} + F_{atm} \right)^2 \right)} \times \right)^{\frac{1}{2}} \times \left( \rho_{air\_NC} \cdot k_m + \rho_w - \rho_{air\_NC} \right) \cdot F_{ex} \cdot F_{atm}, \text{ кг/с,}$$

Підсумкова формула, за якою обчислюється кратність піни:

$$k_m = \frac{V_f}{V_w + V_c}$$

За допомогою математичного моделювання процесу утворення компресійної піни стає можливим проектування геометричних параметрів установок в залежності від кратності піни, яку необхідно отримати.

**УДК 623.674:629.7:614.83**

*І.О. Толкунов, к.т.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ,  
О.О. Метьолкін, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБІТ З РОЗМІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

На теперішній час в світі утворилася дуже складна і багатогранна мінна проблема. За оцінками ООН, загальна кількість мінних пристроїв, які до сих пір поховані під землею в 60 країнах світу, може досягати 110 мільйонів. В 2015 році у всьому світі від мін та саморобних вибухових пристроїв (СВП) загинуло та стали інвалідами близько 20000 чоловік. З відкритих джерел з'ясовано, що 79% вбитих чи поранених від мін та СВП це цивільні люди, третина з яких діти, 18% це військові та 3% сапери. Вважається, що найбільша кількість мін та СВП – у Афганістані, Камбоджі, Лаосі, Боснії, Анголі, М'янмі, Лівії та Сирії. Нажаль до цих країн у зв'язку з веденням бойових дій на Донбасі додалась і Україна. Так, за даними Landmine Monitor, у 2016 році Україна опинилась на п'ятому місці у світі за кількістю жертв від мін та СВП [1] та на першому по даним Женевського центру гуманітарного розмінування (GICHD) по підриву на протivotранспортних мінах. За даними Міністерства оборони України, з початком бойових дій на територіях Донецької та Луганської областей в наслідок підриву на мінах та СВП постраждали 2600 чоловік, з них біля 500 чоловік загинули. За попередніми підрахунками фахівців, територія, яку слід очистити від мін, становить близько 700 тисяч гектарів, що за оцінками спеціалістів потребує від 15 до 20 років розмінування та приблизно біля 1 мільярда доларів. З початку бойових дій на Донбасі підрозділами МВС, ЗСУ, МНС було знешкоджено біля 373 тисяч вибухонебезпечних предметів. На даний час на Донбасі працюють біля 300 саперів.

На даний час в світі починає оберти направлення, щодо розмінування мінних полів за допомогою безпілотних літальних апаратів (дронів, роботів) (рис. 1) [2].

Подібні засоби можуть працювати в 20 разів швидше, ніж сучасні саперні апарати. До того ж, основний акцент робиться на дешевизні: в середньому знешкодження однієї міни коштує від \$300 до \$1000, в той час як сам по собі дрон обійдеться в \$1000-2000 і зможе повністю розмінувати кілька мінних полів. Системи сучасних дронів, що використовуються для розмінування місцевості, можуть виконувати ряд важливих завдань, де на сьогоднішній день, в основному, використовується ручний труд сапера. Для сканування місцевості вони оснащуються 3D-камерою, GPS-навігатором і комп'ютером, що обробляє карту місцевості і перетворює її в координатну сітку. Детектор оснащений розсувним металошукачем, здатним засікати метал в землі на відстані 5-7 см над землею, а також створювати геотеги мінних полів. Для дистанційного знищення СВП можуть використовуватися невеликі заряди вибухової речовини з дистанційним підривником, які дрон розміщує в районі кож-



ної знайденої міни. Завдяки цьому саперам не доводиться ризикувати своїми життями під час виконання складних і небезпечних завдань [3]. В одних випадках таку техніку використовують для того, щоб просто оглянути вибуховий пристрій, а в інших – робот має функціональні можливості по безпосередньому розмінуванню за участю оператора. Їх застосовують не тільки для знешкодження різних вибухових пристроїв, а й інших об'єктів, які можуть детонувати: міни різного типу та боеприпаси, що не вибухнули. Також дрони можна використовувати для отримання та візуалізації непрямих ознак присутності вибухівки. Через кілька років знаходження в землі міни, СВУ та боеприпаси заростають зеленню та починають підтікати і назовні потрапляють різні хімічні речовини. Коли вони досягають коренів рослин, з'являються аномалії, які можна використовувати, аналізуючи дані аерофотозйомки з безпілотної розглядаючи їх зображення в інфрачервоному спектрі. Вироби подібного типу укомплектовані устаткуванням, що використовується при пошуку слідів тих чи інших хімічних речовин. У складі цього комплекту є кілька оптико-електронних пристроїв, оснащених власними лазерними випромінювачами. Останні генерують випромінювання з різними довжинами хвиль. Також в складі детектора є лазерний далекомір і відеокамера високої роздільної здатності. Для обробки сигналів, що надходять з різних компонентів, детектор оснащується системою управління, яка працює за спеціальними алгоритмами. Наявність певних особливостей відбитого світла свідчить про присутність в повітрі тих чи інших речовин. Заявлена можливість виявлення речовин, що знаходяться в твердому, порошкоподібному або аерозольному стані.



**Рис. 1 – Використання дрону для виконання робіт з очищення місцевості від вибухонебезпечних предметів**

Сучасні безпілотики мають максимально автоматизовану систему управління, здатну самостійно і без участі оператора здійснювати різні операції. Так, отримавши програму дій, дрон може самостійно здійснити зліт, вийти в заданий район або почати патрулювання за вказаним маршрутом. За рахунок автоматизації також поліпшуються можливості апарату при тривалій роботі. Для визначення власного положення апарат використовує супутникову навігацію. Точність визначення координат, за даними розробника, досягає 1 см.

Отже, сучасні безпілотні літальні апарати можуть працювати в 20 разів швидше, ніж наявні в саперних підрозділах технічні засоби, при цьому собівартість їх роботи та продуктивність набагато вищі, а саме головне – вони дозволяють виключити (принаймні звести до мінімуму) безпосередній контакт сапера із боеприпасами при розмінуванні місцевості.

## ЛІТЕРАТУРА

1. The NATO Science for Peace and Security (SPS) Programme. Support to Humanitarian Demining in Ukraine. – [Електронний ресурс]. Режим доступу – [https://www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/pdf\\_2017\\_08/20170808\\_Support-Humanitarian-Demining-Ukraine.pdf](https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_2017_08/20170808_Support-Humanitarian-Demining-Ukraine.pdf).

2. Беспилотник научили искать противопехотные мины. – [Электронный ресурс]. Режим доступа – [https://life.ru/t/наука/401262/biespilotnik\\_nauchili\\_iskat\\_protivopiekhotnyie\\_miny](https://life.ru/t/наука/401262/biespilotnik_nauchili_iskat_protivopiekhotnyie_miny).

3. Дрон-сапёр избавит людей от наземных мин. – [Электронный ресурс]. Режим доступа – [https://www.youtube.com/watch?v=5rjYNOF\\_eY&app=desktop](https://www.youtube.com/watch?v=5rjYNOF_eY&app=desktop).

## УДК 614.8

*Д.Г. Трегубов, к.т.н, доцент, доцент каф., НУЦЗУ,*

*О.О. Кіреєв, д.т.н., доцент, проф. каф., НУЦЗУ*

### МОЖЛИВІСТЬ ГАСІННЯ ПОЛЯРНИХ РІДИН ЗЕРНИСТИМ ПІНОСКЛОМ

Аварійний розлив полярних рідин можливий на підприємствах з їх переробки, зберігання, транспортування або використання. До полярних рідин можна віднести й сумішеві палива, у складі яких присутні спирти. Значні кількості рідин знаходяться у резервуарному парку виробництва, об'єм яких визначається необхідним запасом для забезпечення стабільної роботи технологічного циклу або іншими потребами. Зазвичай мінімальні запаси хімічних продуктів на підприємствах створюють на три доби роботи, для деяких виробництв до 10-15 діб. Таким чином, на великих хімічних підприємствах, складах у ланцюзі транспортування, можуть знаходитись тисячі тон пожежонебезпечних полярних рідин.

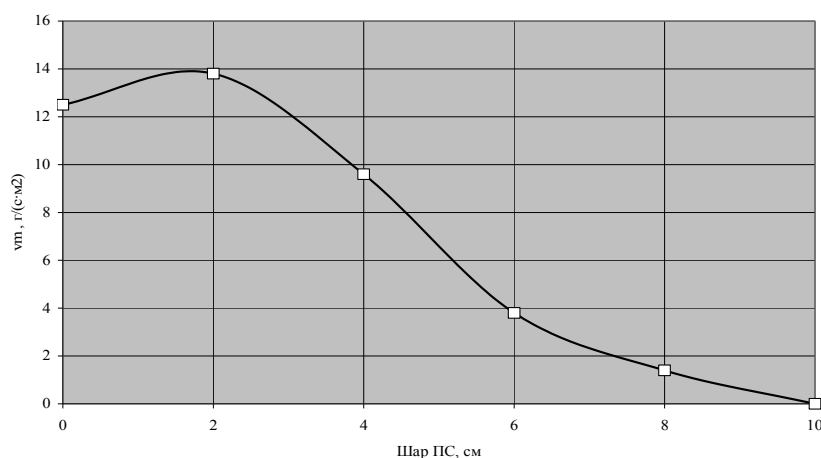
У разі розгерметизації резервуарів утворюється вибухонебезпечна зона загазованості. Масштаби аварії збільшуються за наявності вітру. Це викликає необхідність ізоляції поверхні аварійного розливу рідини. У разі виникнення джерела запалювання в області зони загазованості виникає пожежа гасіння якої вкрай ускладнено внаслідок відсутності у гарнізонах стандартної вогнегасної речовини для таких випадків – піноутворювачів з вмістом полісахаридів, наприклад піноутворювач ThunderStorm FC-601A (призначений для гасіння пожеж класу В2 стандартного палива та пожеж класу В полярного палива) [1]. Оскільки сучасні палива на основі нафтопродуктів містять спирти, то для можливості їх гасіння у склад піноутворювачів додають високомолекулярні з'єднання (наприклад, полісахариди), які забезпечують стійкість піни до руйнування при контакті з полярними рідинами. Для гасіння нафтопродуктів із вмістом полярних компонентів пропонують застосовувати поліперфторалкілзаміщені композиції у складі піноутворювачів вогнегасного призначення, які після подачі піни на поверхню рідини «зверху» осаджуються на полярному розчиннику та утворюють плівку, нерозчинну в ньому, що захищає піну від руйнування [2, 3].

Але стійкість пін на багатьох рідинах дуже низька. Значним недоліком сучасних ефективних пін є також те, що вони містять перфторовані сполуки. А використання галогеноорганіки, за загальноприйнятим визнанням дослідників, є найгіршим варіантом впливу техногенної сфери на життя на Землі. Також, суттєвим недоліком використання пін для гасіння будь-яких рідин є їх забруднення піною, що робить неможливим подальше використання без додаткової обробки.

Тому нами запропоновано використовувати у якості базової речовини для гасіння будь-яких горючих рідин плавучий негорючий матеріал – піноскло [4]. Для завершення гасіння – у якості одного з варіантів запропоновано застосовувати гелеутворюючі склади [5]. Але для полярних рідин це виявилось неефективним, оскільки гель, як водовмісний склад сприяв дифузії полярних рідин крізь ізолюючий шар. Тобто завершення гасіння полярних рідин у такому разі можна здійснювати стандартними пінами загального призначення або іншими засобами.

Піноскло створює плавучий шар, який гальмує випаровування горючих рідин за рахунок дифузійних ускладнень, що добре зарекомендувало себе при гасінні нафтопродуктів. Нами досліджено ізолюючі властивості піноскла по відношенню до випаровування аварійного розливу технічних полярних рідин на прикладі денатурату (технічний спирт) на

лабораторному осередку. На рис. 1 показано зміну масової швидкості вигорання денатурату за умови нанесення послідовних шарів піноскла. Значення «0» для вогнегасного шару показує масову швидкість вигорання з вільної поверхні, значення «0» для масової швидкості вигорання показує можливість пожежогасіння на лабораторному осередку за рахунок лише подачі піноскла без додаткових заходів.



**Рис. 1 – Масова швидкість вигорання денатурату за різної товщини шару піноскла**

Як показують дані графічної залежності, шар піноскла до 3 см збільшує масову швидкість вигорання, що можна пояснити ефектом змочування денатуратом поверхні піноскла з відповідним збільшенням поверхні випаровування. Однак далі спостерігається інтенсивне зменшення швидкості вигорання і шар піноскла товщиною 10 см дозволяє припинити горіння. Після гасіння піноскло можна відокремити від полярної рідини шляхом її зливання. При цьому рідина виявляється не забрудненою, а піноскло після висушування – здатним до наступного гасіння.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Піноутворювач спеціального призначення для гасіння пожеж ThunderStorm FC-601A ATC AR-AFFF 6% розчину. 2018. Режим доступу: <http://talan.net.ua/ua/product/21/penoobrazovatel-spezialjnogo-naznacheniya-AFFF>
2. Pat. 4303534 US, IPC 62D 1/04. Foam fire-extinguishing composition and preparation and use thereof / I. Hisamoto, Ch. Maeda, T. Esaka, M. Nishiwaki. – Original Assignee: Daikin Industries Ltd. - US06084541, 14.10.1978, International Publication Date: 12.01.1981.
3. Pat. 2014/153122 WO, IPC A61D 1/02, C08L 79/02, C08G 73/02. Polyperfluoroalkyl substituted polyethyleneimine foam stabilizers and film formers / Yuan Xie. - Original Assignee: Tyco fire products LP, - US61/785963, 14.03.2013, International Publication Date: 25.09.2014.
4. Дадашов І.Ф., Трегубов Д.Г., Сенчихін Ю.М., Кіреєв О.О. Напрямки вдосконалення гасіння пожеж нафтопродуктів // Науковий вісник будівництва. 2018. Т. 94, № 4. С. 238-249.
5. Дадашов И.Ф., Киреев А.А., Трегубов Д.Г. и др.. Экспериментальное исследование влияния скорости ветра на изолирующие свойства гелеобразного слоя по отношению к парам токсичных и горючих жидкостей / Проблемы НС. -Х.: НУЦЗУ, 2018. № 27. С. 17-24.

*Д.Г. Трезубов, к.т.н, доцент, доцент каф., НУЦЗУ,  
О.О. Кіреєв, д.т.н., доцент, проф. каф., НУЦЗУ,  
І.Ф. Дадашов, к.т.н, доцент, начальник каф., АМНС Азерб. Республіки*

### ГАСІННЯ ПОЖЕЖ КЛАСУ В ЗМОЧЕНИМ ЗЕРНИСТИМ ПІНОСКЛОМ

Пожежі рідин характеризуються тривалістю та складними умовами гасіння. Гасіння в багатьох випадках потребує застосування нових плівкоутворюючих піноутворювачів. Тим не менш загальні недоліки пінного пожежогасіння зберігаються: швидко руйнується піна в процесі подачі під дією факторів пожежі та при контакті з полярними рідинами, відноситься піна конвекційними потоками, малий час працездатності пін після припинення горіння, мала охолоджуюча дія, низькі екологічні та економічні показники застосування [1]. Досліджено новий засіб пожежогасіння на основі негорючих пористих матеріалів (піноскло - ПС) та гелеутворюючих систем (ГУС), який дозволяє усунути вказані недоліки [2]. Піноскло не руйнується під впливом полум'я та має достатню плавучість на більшості рідин для утримання шару гелю [3]. Також, застосування ПС для пожежогасіння перспективне й за екологічними та економічними параметрами. Шар гелю доповнює ізолюючі властивості ПС. Охолоджуючі властивості ПС можна підвищити за рахунок його зволоження [4]. Але змочене ПС має меншу плавучість у рідинах ніж сухе, що зменшує ізолюючу дію шару ПС. В доповіді нами проведено дослідне встановлення вогнегасних властивостей змоченого піноскла. Досліджено гасіння рідин (температура спалаху): бензин (-35 °С), уайт-спірит (-8 °С), октан (14 °С), гас (28 °С), декан (47 °С), дизельне пальне (64 °С), до декан (77 °С), машинне масло І-20 (175 °С). Змочене ПС утримує до 50% води від своєї маси. Встановлено, що для досліджених горючих рідин (крім бензину та уайт-спіриту) додаткове використання ГУС дозволяє зменшити товщину шару ПС для гасіння, на 1-2 см. При цьому чим більша температура спалаху рідини, тим менша товщина вогнегасного шару як сухого, так і змоченого ПС; змочене ПС має більші вогнегасні властивості порівняно з сухим для рідин з температурою спалаху не менше 14°С; перевага змоченого ПС у порівнянні з сухим ПС за товщиною вогнегасного шару становить 1-2 см, що становить 25 % для менш горючих рідин (машинне масло); перевага змоченого ПС за умови завершення гасіння шаром ГУС з витратою 0,2 г/см<sup>2</sup> у порівнянні з сухим ПС за товщиною вогнегасного шару ПС становить 3-4 см. Встановлено, що бензин та уайт-спірит на лабораторному вогнищі пожежі класу «В» неможливо загасити лише гранульованим ПС без наступної подачі ГУС. Для цього недостатня висота вільного борта модельних вогнищ. Тому досліди з гасіння рідин продовжили на модифікованому модельному вогнищі пожежі «2В» з нарощеними бортами [5]. Експеримент показав, що для гасіння бензину необхідна загальна товщина шару змоченого ПС – 65,5 см, а сухого ПС – 50 см; для уайт-спіриту відповідні товщини шару ПС – 32 см та 24 см. Для прогнозу вогнегасних товщин шару ПС в залежності від температури спалаху рідин та способу використання ПС запропоновано залежність:

$$h_{\text{зар}} = h_0 \left( \frac{273}{T_{\text{сп}}} \right)^k + h_b, \text{ м}; \quad (1)$$

де  $k$  – коефіцієнт охолоджуючої та ізолюючої дії ПС;  $T_{\text{сп}}$  – температура спалаху рідини, К;

$h_b$  – базовий шар ПС, м;  $h_0$  – нормувальний коефіцієнт, який показує значення додаткового шару ПС для гасіння рідини з  $T_{\text{сп}} = 273 \text{ К}$ , м;

Таблиця 1 – Коефіцієнти рівняння (1) для різних варіантів гасіння

Вогнегасна речовина	Коефіцієнти рівняння (1)					
	Лабораторне вогнище			Модельне вогнище 2В		
	k	$h_b, \text{ м}$	$h_o, \text{ м}$	k	$h_b, \text{ м}$	$h_o, \text{ м}$
сухе ПС	6	0,034	0,115	6	0,045	0,2
вологе ПС	6	0,025	0,1	7	0,03	0,27
змочене ПС + ГУС з витратою 0,2 г/см <sup>2</sup>	6	0,017	0,08	-	-	-

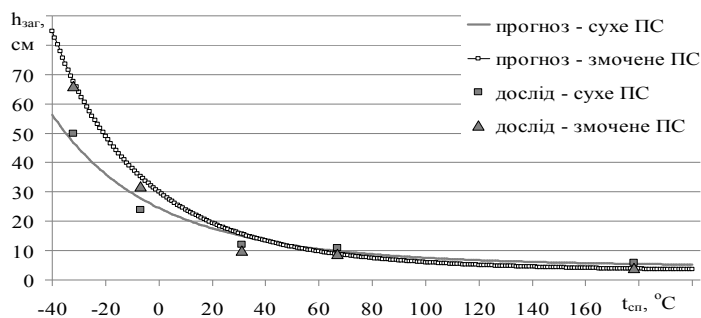


Рис. 1 – Залежність вогнегасного шару сухого та змоченого піноскла від температури спалаху рідин ряду алканів при гасінні модельного вогнища «2В»

Таким чином, рідини з низькою  $t_{\text{сп}}$  краще гасити сухим ПС; при цьому основний внесок у вогнегасні властивості даної вогнегасної системи вносять ізолюючі властивості шару ПС. Змочене ПС має меншу плавучість в горючих рідинах ніж сухе, тому його шар над рідиною й ізолююча здатність будуть меншими. Але при цьому збільшується його охолоджуюча дія на поверхневий шар рідини внаслідок наявності води та більшої зануреної маси ПС. За даними рис. 1 гасіння легкозаймистих рідин з  $t_{\text{сп}} < 30 \text{ }^\circ\text{C}$  ефективно здійснювати не вологим ПС, а сухим. Зменшити загальну товщину шару сухого ПС за умови гасіння таких легкозаймистих рідин можна за рахунок подавання ГУС з поверхневою витратою 0,2 г/см<sup>2</sup> при нанесенні на несучий шар ПС товщиною 11-13 см. За таких умов гасіння бензину на модельному вогнищі «2В» реалізується за товщини шару сухого ПС зменшеної на 38 см (тобто на 76 %), для гасіння уайт-спіриту цей параметр зменшується на 12 см (на 50 %). Прогноз вогнегасного шару за формулою (1) дозволяє прогнозувати товщину вогнегасного шару піноскла за різних умов використання для гасіння вуглеводнів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Olkowska E. Analytics of surfactants in the environment: problems and challenges / E. Olkowska, Ż. Polkowska, J. Namieśnik // Chem. Rev. 2011. Vol. 111, № 9. P. 5667-5700.
2. Пат. № 123563 UA. Спосіб гасіння резервуарів з горючими та легкозаймистими рідинами / І.Ф. Дадашов, О.О. Киреев, Д.В. Тарадуда. – заяв.: НУЦЗУ.– u201710836, 06.11.2017; опубл. 26.02.2018, Бюл. №4. 4 с.
3. Дадашов І.Ф. Експериментальне дослідження охолодження горючої рідини гранулами піноскла / Пожежна безпека. 2018. № 33. С. 48-52.
4. Дадашов І.Ф., Трегубов Д.Г., Киреев А.А., Тарахно Е.В. Исследование влияния толщины слоя пеностекла на горение жидких углеводородов / Вестник КТИ. №4(32). 2018. С.47-54.
5. Дадашов І.Ф., Трегубов Д.Г., Киреев О.О., Сенчихін Ю.М. Напрямки вдосконалення гасіння пожеж нафтопродуктів / Науковий вісник будівництва. т. 94. №4. 2018. С. 238-249.

*В.В. Тютюник, док. тех. наук, ст. науч. сотр., нач. каф., НУГЗУ,  
В.Д. Калугин, док. хим. наук, профессор, проф. каф., НУГЗУ,  
Х. Агазаде*

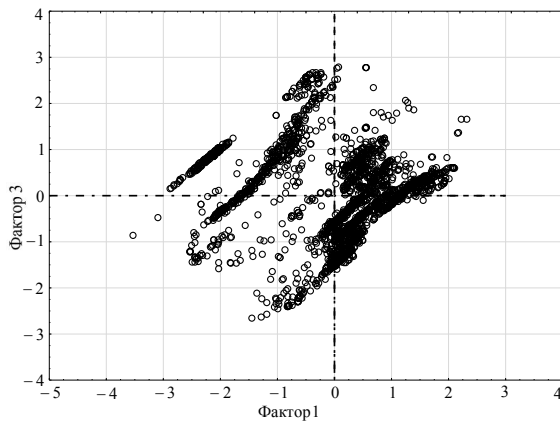
## **РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕКТОНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Создание комплексной четырехуровневой (с учетом взаимосвязей между объектовым, городским, региональным и государственным уровнями) автоматизированной системы мониторинга ЧС [1], с подсистемой раннего выявления очагов сейсмической активности и прогнозирования сейсмической опасности по Земному шару, является необходимым условием для установления соответствующего уровня сейсмической безопасности функционирования контролируемой локальной территории. Основой подсистемы раннего обнаружения очагов сейсмической активности и прогнозирования сейсмической опасности на контролируемой локальной территории является классический контур управления, обеспечивающий сбор, обработку и анализ информации, а также моделирование развития сейсмической опасности по Земному шару [2].

Так, при разработке системного подхода для прогнозирования процессов возникновения ЧС тектонического происхождения обоснован механизм энергетического влияния сезонных колебаний ядра Земного шара на: вариации скорости осевого вращения Земного шара; интенсивность естественного импульсного электромагнитного поля Земли; уровень сейсмической активности Земного шара. На основе анализа вариации скорости осевого вращения Земли и эксцентричного равномерного поступательно-вращательного динамического движения внутреннего ядра Земного шара рассмотрена возможность установления периодической осцилляции сейсмического состояния планеты. На основе полученных результатов помесечной вариации скорости осевого вращения Земли и сейсмической активности по поверхности Земного шара относительно трассы движения ее внутреннего ядра установлено сезонное перераспределение энергетического влияния внутреннего ядра на скорость осевого вращения Земли, а также уровень сейсмической активности сейсмически нестабильных территорий Земного шара. На основе анализа результатов обработки количества землетрясений по поверхности Земного шара установлено наличие асимметричного распределения ЧС тектонического происхождения по поверхности Земли [3, 4].

На основе проведенного в работе факторного анализа выявлены скрытые (латентные) факторы, отвечающие за наличие линейных статистических связей между основными параметрами движения Земного шара в системе Солнце–Земля–Луна и основными параметрами тектонической опасности сейсмически активных локальных территорий Земного шара. Вследствие объединения в каждом факторе переменных, сильно коррелирующих между собой, наблюдаются эффекты изменения длительности суток и удаленности внутреннего ядра Земли от центра планеты. Показатели как группирующих переменных характеризуют уровень динамических процессов, протекающих в системе Солнце–Земля–Луна и влияющих на уровень тектонической опасности сейсмически активных локальных территорий Земного шара. На основе проведенного анализа главных компонент, выполненного на основе данных матриц корреляции и ковариации, установлено наличие жесткой взаимосвязи между группирующими переменными (показателями изменения длительности суток и удаленности внутреннего ядра Земли от центра планеты) и основными параметрами тектонической опасности сейсмически активных локальных территорий Земного шара.

Выявленная, на основе методов факторного анализа и анализа главных компонент, достаточно выражена зависимость между показателями изменения длительности суток



**Рис. 1 – График проекции наблюдений группированных переменных ( $LOD(t)$  или  $\Omega(t)$ ) на факторную плоскость**

являются основой дальнейшего проведения комплексной оценки взаимосвязей между основными параметрами движения Земного шара в системе Солнце–Земля–Луна и основными параметрами тектонической опасности сейсмически активных локальных территорий Земного шара, которая формируется с помощью основных многомерных статистических методов анализа – кластерного, дискриминантного, канонического и дерева классификации.

( $LOD(t)$ ) и удаленности внутреннего ядра Земли от центра планеты ( $\Omega(t)$ ), а также переменными, определяющими в системе географических координат долготу и широту сейсмически активных локальных территорий Земного шара, позволила провести предварительный классификационный анализ по уровню тектонической опасности территории планеты, путем проецирования на факторную ось 2659 наблюдений возникновения по территории планеты землетрясений с магнитудой  $M \geq 5$  за период 2004 – 2017 гг. с шагом наблюдения – один год (рис. 1).

Полученные в работе результаты

## ЛИТЕРАТУРА

1. Калугін В.Д. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Системи обробки інформації. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2013. – Вип. 9(116). – С. 204 – 216.
2. Андронов В.А. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні: Монографія / В.А. Андронов, М.М. Дівізінюк, В.Д. Калугін, В.В. Тютюник. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2016. – 319 с.
3. Тютюник В.В. Оценка влияния энергетических эффектов в системе Солнце–Земля–Луна на уровень сейсмической активности территории земного шара / В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугин, Т.Х. Агазаде // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2017. – Вип. 6(46). – С. 238 – 246.
4. Тютюник В.В. Оценка динамических и энергетических эффектов на планете Земля и влияние их на соотношение между уровнями сейсмической активности полушарий земного шара / В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугин, Т.Х. Агазаде // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека – Київ: Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, 2017. – № 2(4) – С. 101 – 117.

*В.В. Тютюник, док. тех. наук, ст. наук. спів., нач. каф. НУЦЗУ,  
В.Д. Калугін, док. хім. наук, професор, проф.каф., НУЦЗУ,  
Ю.В. Захарченко*

## ОСОБЛИВОСТІ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО МОНІТОРИНГУ ЛОКАЛЬНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Метою роботи є розвиток науково-технічних основ для реалізації оперативного моніторингу за зміною меж зони надзвичайної ситуації (НС), рівнем небезпеки в ній та прогнозування виникнення нових ризиків, за рахунок об'єднаного застосування безпілотних автоматизованих повітряних засобів та наземних пристроїв контролю факторів небезпеки НС, де доставка наземних пристроїв контролю у зону НС виконується безпілотними літальними апаратами (БПЛА) [1, 2].

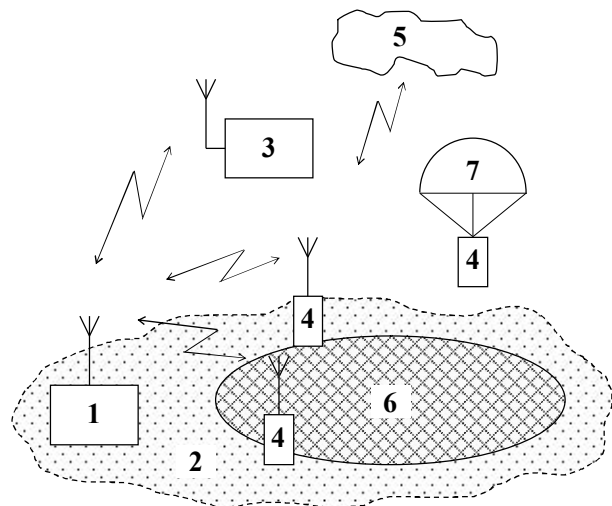
Функціональну схему цієї системи оперативного моніторингу за зміною меж зони НС, рівнем небезпеки в ній та прогнозування виникнення нових ризиків представлено на рис. 1, де: 1 – наземний рухомий центр моніторингу; 2 – територія, на якій виникла НС; 3 – БПЛА; 4 – наземний автоматизований пристрій контролю небезпечних факторів НС; 5 – супутникові засоби GPS навігації; 6 – зона враження НС; 7 – парашути для спускання n-ї кількості пристроїв контролю.

Наземний автоматизований пристрій контролю 4, схему якого представлено на рис. 2, а, включає: 4.1 – контрольно-вимірний блок, який в залежності від НС змінюється на необхідний комплект, з відповідними датчиками контролю; 4.2 – блок відеоспостереження; 4.3 – блок встановлення місця знаходження; 4.4 – блок корегування місця положення мобільного пристрою на поверхні Землі; 4.5 – блок ручного корегування роботою мобільного пристрою; 4.6 – блок зберігання інформації; 4.7 – блок індикації; 4.8 – блок контролю; 4.9 – блок живлення; 4.10 – блок радіозв'язку; 4.11 – антена.

Наземний рухомий центр моніторингу 1, схему якого представлено на рис. 2, б, включає: 1.1 –

комп'ютеризовану аналітичну систему прогнозу границь зони НС, рівня небезпеки в ній та можливості виникнення нових НС на об'єктах, які можуть потрапити під вплив небезпечних факторів від НС, що виникла; 1.2 – контрольно-вимірний блок; 1.3 – блок метеорологічного контролю; 1.4 – блок встановлення місця знаходження наземного рухомого центру моніторингу; 1.5 – блок керування рухом БПЛА; 1.6 – блок отримання й аналізу інформації від наземних мобільних пристроїв про рівень небезпеки у зоні НС; 1.7 – блок збереження інформації; 1.8 – блок старту БПЛА; 1.9 – блок радіозв'язку; 1.10 – антена.

Представлений на рис. 3 електромеханічний пристрій для скидання з БПЛА (3) у зону НС (6) автоматизованих засобів контролю небезпечних факторів (4) містить [3, 4]: 3.1 – корпус пристрою для скидання з БПЛА автоматизованих засобів контролю небезпечних факторів; 3.2 – блок управління процесом скидання. В середині корпусу 3.1 знаходяться:



**Рис. 1 – Комплексна функціональна схема геоінформаційної системи моніторингу за локальними НС безпілотними літальними апаратами**



3.1.1 – елементи кріплення електромеханічного пристрою до корпусу БПЛА; 3.1.2 – металеві пластини з зазором між ними (на них монтується електромеханічні елементи пристрою); 3.1.3 – прокладка ущільнювача; 3.1.4 – металевий стержень для утримання автоматизованого засобу контролю небезпечних факторів; 3.1.5 – корпус котушки індуктивності для її кріплення до металевих пластин 3.1.2; 3.1.6 – елементи кріплення котушки індуктивності до металевих пластин 3.1.2; 3.1.7 – котушка індуктивності; 3.1.8 – зворотна пружина.

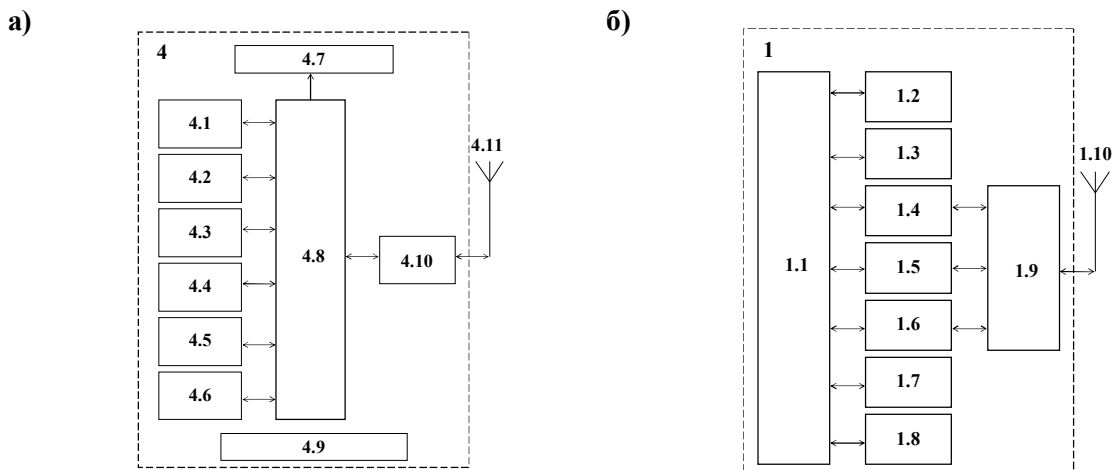


Рис. 2 – Функціональні схеми: а) наземного автоматизованого пристрою контролю небезпечних факторів НС; б) наземного рухомого центру моніторингу

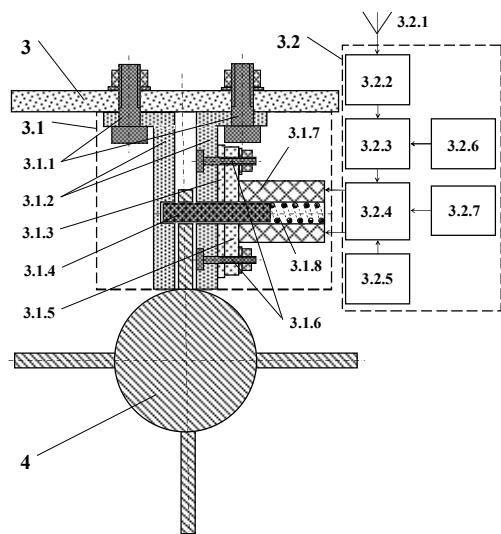


Рис. 3 – Електромеханічний пристрій для скидання з БПЛА у зону НС автоматизованих засобів контролю небезпечних факторів

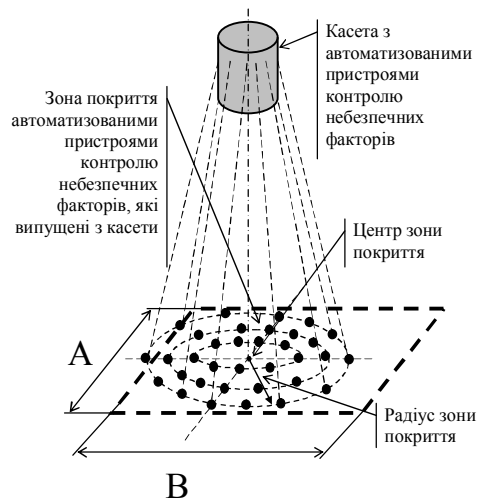


Рис. 4 – Схема покриття зони НС касетним виробом, оснащеним автоматизованими пристроями контролю небезпечних факторів

Авторами розроблено та представлено підхід і принцип оцінки ефективності покриття території зони НС автоматизованими пристроями контролю небезпечних факторів, за умов їх доставки в зону небезпеки завислими, над точкою скидання, БПЛА та використання способів одиночного та касетного (див. рис. 4) скидання вантажу. Отримані аналітичні вирази для розрахунку відносного середнього виграшу у часі для касетного, у порівнянні з одиночним способом доставки, автоматизованих пристроїв контролю небезпечних факторів у зону НС [5, 6].

Таким чином, у роботі розроблено науково-технічні основи створення комплексної функціональної схеми системи моніторингу за зміною меж зони НС, рівнем небезпеки в

ній та прогнозування виникнення нових ризиків, яка характеризується тим, що для підвищення оперативності моніторингу та прогнозування виникнення нових ризиків сумісно застосовуються безпілотні автоматизовані повітряні засоби та наземні пристрої контролю небезпечних факторів НС. Розроблена система моніторингу дозволяє проводити доставку в зону НС наземних автоматизованих пристроїв контролю повітряними рухомими платформами (безпілотний літак або вертоліт). Запропонована система моніторингу передбачає розташування диспетчерського пункту отримання й обробки інформації та обладнання для старту БПЛА на наземній рухомій платформі (штабний автомобіль; пожежно-рятувальний автомобіль; автомобіль радіаційної, хімічної та біологічної розвідки; бронетранспортер; машина військової розвідки; тягач тощо).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андронов В.А. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні: Монографія / В.А. Андронов, М.М. Дівізінюк, В.Д. Калугін, В.В. Тютюник. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2016. – 319 с.

2. Тютюник В.В. Розробка науково-технічних основ системи моніторингу зони надзвичайної ситуації, яка включає доставку автоматизованих пристроїв контролю повітряними безпілотними засобами / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2014. – № 3 (16). – С. 41 – 44.

3. Пат. 105339 Україна, МПК(2016.01) B64D1/08 (2006.01), G08B19/00, G08B25/00, G08B26/00. Пристрій для скидання автоматизованих засобів контролю факторів безпеки та вантажів для постраждалих з безпілотного літального апарату / Андронов В.А., Калугін В.Д., Тютюник В.В., Тютюник Ю.В.; Власник патенту: Національний університет цивільного захисту України. – № u201510075; заявл. 15.10.2015; опубл. 10.03.2016, бюл. № 5.

4. Пат. 114393 Україна, МПК(2017.01) B64D1/02 (2006.01), G08B19/00, G08B17/00, G08B21/00. Пристрій для скидання автоматизованих засобів контролю небезпечних факторів надзвичайних ситуацій з безпілотного літального апарату / Андронов В.А., Калугін В.Д., Левтеров О.А., Тютюник В.В., Тютюник Ю.В.; Власник патенту: Національний університет цивільного захисту України. – № u201608736; заявл. 11.08.2016; опубл. 10.03.2017, бюл. № 5.

5. Тютюник В.В. Оцінка ефективності покриття території надзвичайної ситуації за допомогою автоматизованих пристроїв контролю небезпечних факторів при їх розкиданні із зависаючого над точкою скидання безпілотного літального апарату / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін, Г.В. Іванець, М.Г. Іванець, Ю.В. Захарченко // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – Київ: Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України, 2016. – Вип. 10. – С. 34 – 43.

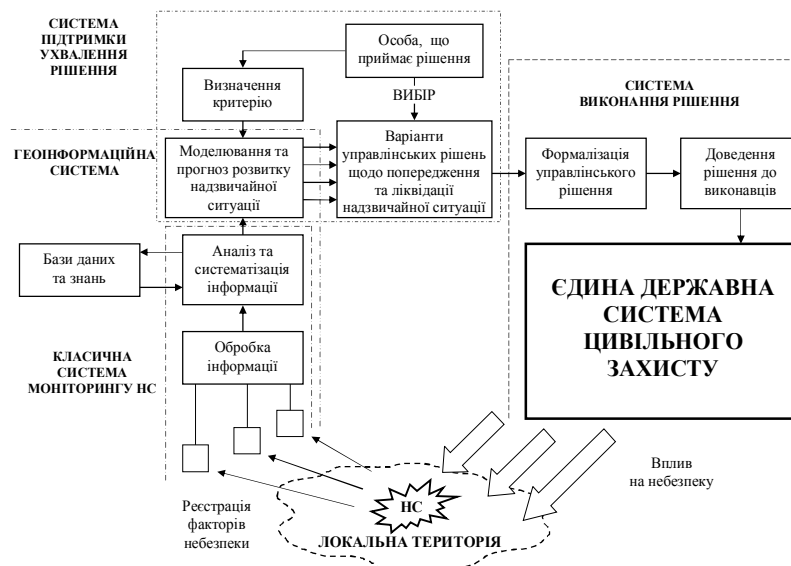
6. Іванець Г.В. Алгоритм оцінки ефективності покриття території надзвичайної ситуації автоматизованими пристроями контролю небезпечних факторів при їх розкиданні з безпілотного літального апарату в умовах нестабільностей повітряного середовища / Г.В. Іванець, В.В. Тютюник, В.Д. Калугін, Б.Б. Поспелов, Ю.В. Захарченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2017. – Вип. 25. – С. 45 – 56.

*В.В. Тютюник, док. тех. наук, ст. наук. спів., НУЦЗУ,  
В.Д. Калугін, док. хім. наук, професор, НУЦЗУ,  
О.О. Пискалова, канд. тех. наук, доцент, ХНЕУ ім. Семе́на Кузне́ця*

## ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ У ЄДИНІЙ ДЕРЖАВНІЙ СИСТЕМІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ ПІДСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ Й ЛОКАЛІЗАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

В Україні для забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту функціонує Єдина державна система цивільного захисту (ЄДСЦЗ), яка складається з функціональних і територіальних підсистем та повинна забезпечувати необхідний рівень безпеки життєдіяльності в умовах надзвичайних ситуацій різної природи. Існуюча ЄДСЦЗ спрямована на розв'язання питань забезпечення необхідного рівня безпеки життєдіяльності території держави лише в умовах, коли виникла надзвичайна ситуація (НС). При цьому, цілковито відкритими для держави залишаються проблемні питання реалізації в системі ЄДСЦЗ функції моніторингу та розробки ефективних управлінських рішень, спрямованих на попередження та локалізацію НС, в умовах зародження джерел небезпек різної природи. Це вказує на необхідність термінового розв'язання питань включення до складу ЄДСЦЗ інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків НС.

При цьому ураховується, що основу ЄДСЦЗ, у відповідності до рис. 1, повинен становити класичний контур управління, який забезпечить: 1) збір, обробку та аналіз інформації; 2) моделювання розвитку обстановки на об'єкті управління та розвитку НС на території міста, регіону, держави; 3) розробку та ухвалення управлінських рішень щодо попередження та ліквідації НС, а також мінімізації їх наслідків; 4) виконання рішень щодо попередження та ліквідації НС, а також мінімізації їх наслідків [1].

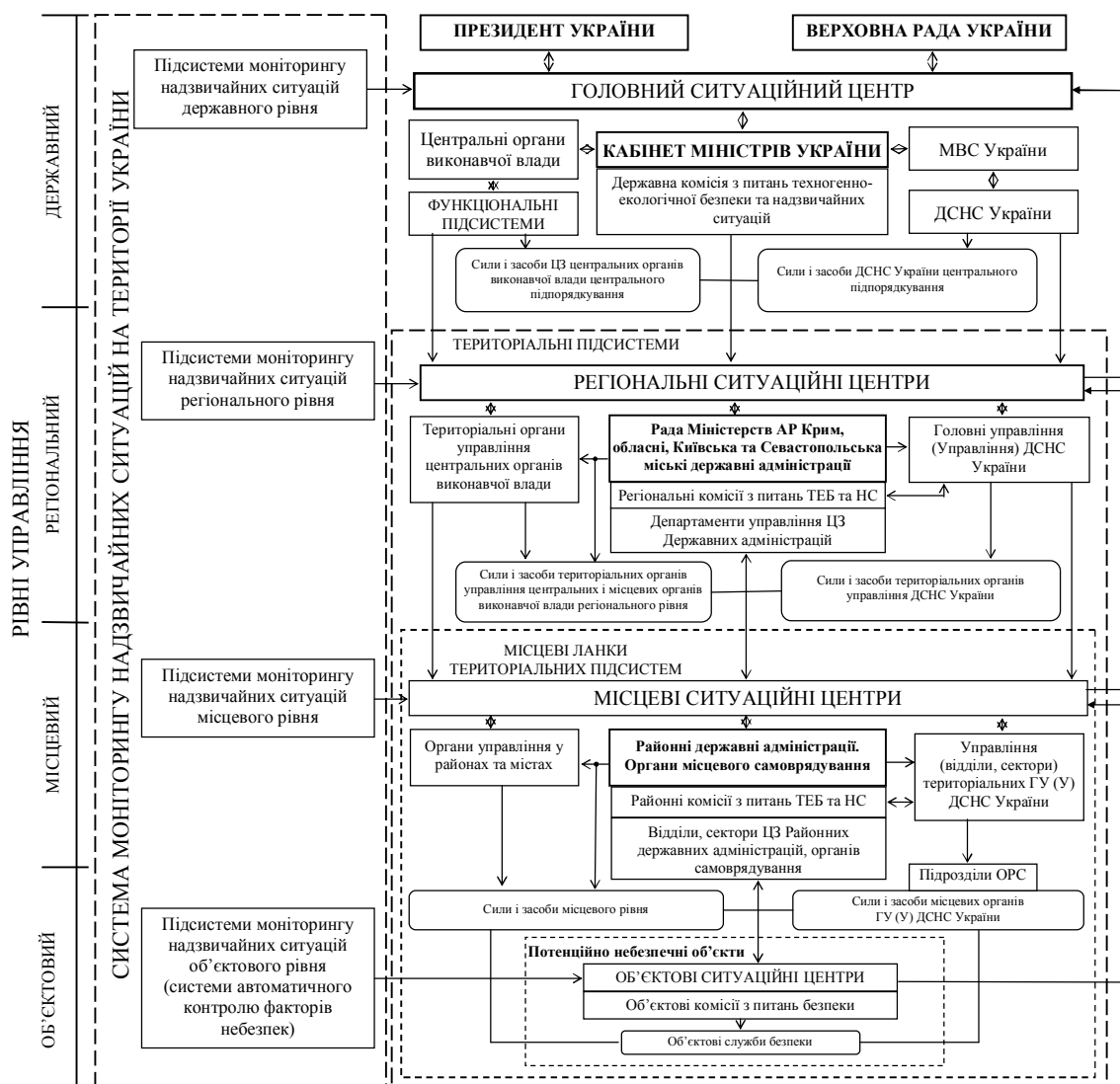


**Рис. 1 – Схема класичного контуру управління, щодо реалізації функцій моніторингу, попередження та ліквідації НС, а також місце існуючої ЄДСЦЗ в цьому контурі**

Згідно стратегії реформування ДСНС України [2], серед актуальних напрямків удосконалення функціонування ЄДСЦЗ необхідно визначити низку проблемних питань науково-інформаційно-технологічного характеру, які стосуються оптимального управління

процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій, а саме: 1) удосконалення механізму взаємодії ДСНС з іншими структурами забезпечення національної безпеки шляхом подальшого розвитку державного центру управління в надзвичайних ситуаціях ДСНС, утворення відповідних регіональних центрів та налагодження їх взаємодії з Головним ситуаційним центром та іншими ситуаційними центрами складових сектору безпеки і оборони; 2) запровадження системи управління техногенною та пожежною безпекою на основі ризико-орієнтованого підходу і європейських стандартів щодо оцінювання і аналізу ризиків пожежної та техногенної безпеки суб'єктів господарювання; 3) створення та забезпечення функціонування автоматизованої системи управління телекомунікаційними мережами, центру обробки даних, комплексної підсистеми інформаційної підтримки прийняття рішень з питань надзвичайних ситуацій, у тому числі – комплексної системи захисту інформації.

Створення ефективної інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків НС пропонується у відповідності за підходом, який графічно представлено на рис. 2.



**Рис. 2 – Комплексна функціональна схема інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження, локалізації та ліквідації наслідків НС у Єдиній державній системі цивільного захисту**

У цьому підході реалізовано комплексне включення в діючу систему ЄДСЦЗ по вертикалі від об'єктового до державного рівнів різних функціональних елементів територіальної підсистеми моніторингу НС та складових підсистеми ситуаційних центрів, які жорстко пов'язані між собою на інформаційному та виконавчому рівнях для прийняття відповідних антикризових рішень для розв'язання різних функціональних задач моніторингу, попередження та ліквідації НС природного, техногенного, соціального та воєнного характеру.

Підключення до ЄДСЦЗ підсистеми моніторингу НС на території України [3], як інструменту безперервного отримання у реальному масштабі часу інформації про територіально-часовий розподіл по території держави джерел різного роду небезпек, повинно бути реалізовано, у відповідності за даними рис. 2, на усіх чотирьох рівнях управління від об'єктового до державного. Основною функцією підсистеми ситуаційних центрів на всіх рівнях управління ЄДСЦЗ є збір й обробка фактичної інформації, прогнозування ризику виникнення різного роду НС та розробка ефективних антикризових рішень [4]. Процедура прийняття управлінських рішень щодо вирішення цих проблемних питань ускладнюється тим, що необхідними умовами ефективності рішень є їх своєчасність, повнота й оптимальність. Перераховані вимоги суперечливі і досягнення їх точності визначає актуальність проблеми прийняття ефективних рішень в галузі цивільного захисту. Забезпечення повноти рішень вимагає як можна більш повного обліку внутрішніх і зовнішніх факторів, що впливають на ухвалення рішення, глибокого аналізу їх взаємозв'язків, що веде до росту розмірності задачі прийняття рішень, її багатокритеріальності. У свою чергу це приводить до росту невизначеності вихідних даних, що обумовлене неповнотою знань про взаємозв'язок факторів і, як наслідок, неточного її опису, неможливістю або неточністю виміру деяких факторів, випадкових зовнішніх і внутрішніх впливів тощо. Додаткова складність полягає в тому, що невизначеності різномірні й можуть бути представлені у вигляді випадкових або інтервальних величин та нечітких множин. Таким чином, підвищення ефективності прийнятих рішень пов'язане з необхідністю рішення задачі багатокритеріальної оптимізації в умовах невизначеності. Традиційний, розповсюджений підхід до рішення таких задач, заснований на їх евристичному спрощенні та детермінізації, як засобу зняття невизначеності, у міру ускладнення задач і підвищення значимості рішень стає усе менш ефективним [5]. У цих умовах виникає необхідність розробки формальних, нормативних методів і моделей комплексного рішення проблеми прийняття рішень в умовах багатокритеріальності й невизначеності при управлінні процесами попередження й локалізації наслідків НС для забезпечення ефективного функціонування ЄДСЦЗ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андронов В.А. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні: Монографія / В.А. Андронов, М.М. Дівізінюк, В.Д. Калугін, В.В. Тютюник. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2016. – 319 с.
2. Розпорядження КМУ від 25 січня 2017р.№61 р. «Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/61-2017-%D1%80>.
3. Калугін В.Д. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Системи обробки інформації. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2013. – Вип. 9(116). – С. 204 – 216.
4. Тютюник В.В. Основоположні принципи створення у Єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник,

В.Д. Калугін, О.О. Писклакова // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2018. – Вип. 4(50). – С. 168 – 177.

5. Писклакова О.А. Анализ особенностей решения задачи многокритериальной оптимизации в условиях неопределенности / О.А. Писклакова, Н.А. Брынза, Д.И. Филипская // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ – Вып. 3(56) – Днепропетровск, 2008. – № 01. – С. 147 – 157.

## УДК 37.091

*О.В. Черкашин, к.п.н., викладач каф., НУЦЗУ,  
Д.Ю. Семенцов, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

### **МЕХАНІЗМ ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЮ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПІДКОНТРОЛЬНИХ ОБ'ЄКТАХ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ**

Державний нагляд (контроль) з питань цивільного захисту здійснюється за додержанням та виконанням вимог законодавства у сферах техногенної та пожежної безпеки, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, за діяльністю аварійно-рятувальних служб, а також у сфері промислової безпеки та гірничого нагляду, поводження з радіоактивними відходами відповідно до Кодексу цивільного захисту України (далі – Кодекс), Закону України "Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності" та інших законодавчих актів.

Забезпечення пожежної безпеки на території України, регулювання відносин у цій сфері органів державної влади, органів місцевого самоврядування та суб'єктів господарювання і громадян здійснюються відповідно до Кодексу, законів та інших нормативно-правових актів.

Зокрема, у статті 55 Кодексу прописано, що забезпечення пожежної безпеки суб'єкта господарювання покладається на власників та керівників таких суб'єктів господарювання. Також статтею 65 Кодексу визначено, що центральний орган виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сфері техногенної та пожежної безпеки, уповноважений організувати та здійснювати державний нагляд (контроль) щодо виконання вимог законів та інших нормативно-правових актів з питань техногенної та пожежної безпеки, цивільного захисту і діяльності аварійно-рятувальних служб.

Однак, Законом України «Про тимчасові особливості здійснення заходів державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» з 1 січня до 31 грудня 2017 року встановлено мораторій на проведення органами державного нагляду (контролю) планових заходів із здійснення державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності.

Лише можуть здійснюватися позапланові перевірки за певних умов. Отже, забезпечення пожежної безпеки об'єктів та контроль за їх станом покладається тільки на керівників цих об'єктів. Враховуючи викладене, можна припустити, що така ситуація може стати наслідком збільшення кількості пожеж на об'єктах.

Так, згідно із статистичними даними, тільки за останні п'ять років в Україні виникло 272411 пожеж, в яких загинуло 16756 людей, серед яких 484 дитини; отримали травми 8396 людей, з них 722 дитини; було врятовано 19157 людей та 1499 дітей; у 2008 році Україна посіла третє місце серед країн світу за найбільшою кількістю загиблих людей у пожежах.

Тож необхідно вдосконалити механізм контролю за станом пожежної безпеки суб'єктів господарювання шляхом розширення інженерно-технічних рішень та профілактичних заходів на об'єктах, особливо з масовим перебуванням людей з метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій на цих об'єктах.

Тим самим, можна констатувати, що запропонований механізм удосконалення контролю за станом пожежної безпеки суб'єктів господарювання дозволить ефективно вплинути на рівень протипожежного, техногенного та цивільного захисту об'єктів, що в свою чергу є запобіганням виникненню надзвичайних ситуацій.

Все це – свідчення на користь теоретичної й практичної потреби досліджуваної теми.

## УДК 37.091

*О.В. Черкашин, к.п.н., викл. каф., НУЦЗУ,  
Д.С. Філобок, здоб. вищ осв., НУЦЗУ*

### **МЕХАНІЗМ УДОСКОНАЛЕННЯ ПОЖЕЖНО-ПРОФІЛАКТИЧНОЇ РОБОТИ З ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, а також забезпечення та дотримання ними вимог пожежної безпеки визначено Кодексом цивільного захисту України (далі – Кодекс). Зокрема, у статті 42 Глави 10 Кодексу прописано, що непрацююче населення самостійно вивчає пам'ятки та інший інформаційно-довідковий матеріал з питань цивільного захисту, правила пожежної безпеки у побуті та громадських місцях та має право отримувати від органів державної влади, органів місцевого самоврядування, через засоби масової інформації іншу наочну продукцію, відомості про надзвичайні ситуації, у зоні яких або у зоні можливого ураження від яких може опинитися місце проживання непрацюючих громадян, а також про способи захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних такими надзвичайними ситуаціями. Також статтею 55 Розділу 13 цього ж Кодексу встановлено, що обов'язок із забезпечення пожежної безпеки в приватних житлових будинках покладається на їх власників або наймачів.

Однак, така робота не є ефективною, проблема забезпечення пожежної безпеки людей, зокрема непрацюючих, досі є надзвичайно актуальною і вкрай важливою. Так, згідно із статистичними даними, тільки за останні п'ять років в Україні виникло 272411 пожеж, в яких загинуло 16756 людей, серед яких 484 дитини; отримали травми 8396 людей, з них 722 дитини; було врятовано 19157 людей та 1499 дітей. Найбільша кількість пожеж та загиблих у них людей зареєстровано в житловому секторі. Найчастіше гинули непрацюючі люди через необережне поводження з вогнем (80 % загальної кількості), із них більшість перебували в стані алкогольного сп'яніння. У 2008 році Україна посіла третє місце серед країн світу за найбільшою кількістю загиблих людей у пожежах (3884).

Таким чином, необхідно вдосконалити пожежно-профілактичну роботу серед населення з метою зниження кількості пожеж та загибелі у них людей. Одним із напрямків вирішення порушеної проблематики може стати механізм взаємодії відповідних наглядових органів та служб на основі суб'єкт-об'єктного впливу «рятувальники – соціальні служби – правоохоронні органи», що полягає в наступному:

- об'єктом профілактичного впливу виступає непрацююча людина;
- суб'єктом виступають рятувальники, представники соціальних служб та правоохоронних органів;
- представники соціальних служб та правоохоронні органи є і об'єктами впливу;
- представники ДСНС України є розробниками агітаційно-навчального матеріалу.

У ході підготовки до проведення профілактичної роботи з населенням необхідно послідовно реалізувати завдання двох етапів. На першому етапі слід провести інформаційну протипожежну роботу з представниками соціальних служб та правоохоронних органів, а потім впровадити таку роботу об'єктам впливу.

Тим самим, можна констатувати, що запропонований механізм пожежно-профілактичної роботи серед непрацюючого населення дозволить ефективно вплинути на формування у них рівня знань про пожежну безпеку, зокрема у власних будинках, а отже – зменшення кількості пожеж і загибелі у них людей. Все це – свідчення на користь теоретичної й практичної потреби досліджуваної теми.

УДК 614.8

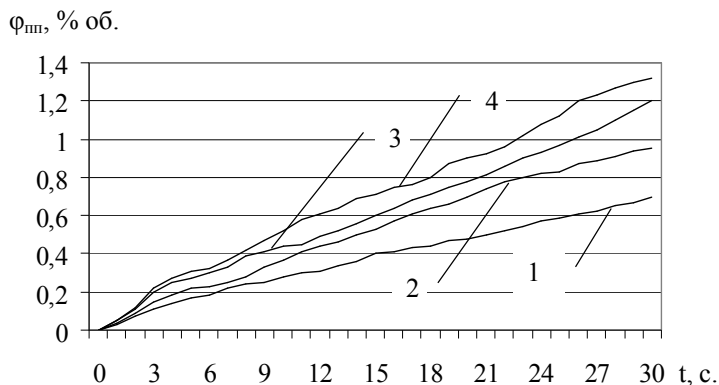
*А.А. Чернуха, к.т.н., доцент каф., НУЦЗУ*  
*О.С. Журавльова, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## ВИПРОБУВАННЯ МАСОК ДИХАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА ГЕРМЕТИЧНІСТЬ

Експлуатація захисних дихальних апаратів та їх обслуговування повинні здійснюватись відповідно до вимог Правил безпеки праці, Правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском (ДНАОП 0.00-1.07-94), інструкцій заводу-виробника та положень Настанови з організації газодимозахисної служби.

Для забезпечення постійної готовності й високої надійності повітряні протигази підлягають регулярному проведенню комплексу технічних робіт. «Аеротест».

Також було створено лабораторну установку для дослідженні герметичності лицьових частин апаратів. Принцип роботи пристрою полягає у одночасному вимірюванні концентрацій газів або парів в забрудненому навколишньому середовищі та у підмасочному просторі підчас імітації подиху



**Рис. 1 Концентрація CO<sub>2</sub> в підмасочному просторі для лицьової частини різного типу:**

1 – шолом-маска; 2 – шолом маска (переговорний пристрій); 3 – лицьова частина панорамного типу (MSA AUER); 4 - лицьова частина панорамного типу (МП-88).

Зростання концентрації CO<sub>2</sub> в підмасочному просторі постійно зростає в залежності від складності конструкції лицьової частини та знижується при зростанні площі обтюрції.

Встановлено, що найбільш безпечними для використання є маски з великою площею обтюрції та які менш складні за конструкцією. В подальшому необхідно розробити спосіб покращення захисту лицьових частин при наявності панорамного скла та переговорного пристрою.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Чернов С.М. Ізолюючі апарати. Обслуговування та використання. // С.М. Чернов, В.В. Ковалишин / Навчальний посібник. – Львів, “СПОЛОМ”, 2002. – 194 с.
2. Рекомендації для вивчення повітряних протигазів “Drager” PA 90 SERIES {PA 92} у підрозділах гарнізонів пожежної охорони. – К.: УДПО МВС України, 1995. – 19 с.



*А.А. Чернуха, к.т.н., доцент каф., НУЦЗУ,  
О.М. Фільчук, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ПІДГОТОВКА ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ТРЕНАЖЕРА «ЛАБІРИНТ»**

Тренажер «Лабіринт» призначено для тренувань і відпрацювань вправ по орієнтуванню та пересуванню газодимозахисників в замкнутому задимленому просторі під дією теплового випромінювання.

Лабіринт складається з наступних етапів: вузький лаз; люки; драбин; рухлива горизонтальна труба; вертикальна труба. Контроль за рухом ланки здійснюється за допомогою системи покорокового контролю та відеокамер виведених на пульт керування.

До тренувань в ізолюючих протигазах допускаються газодимозахисники після проходження первинної підготовки, які здали заліки та придатні за станом здоров'я. Тренування газодимозахисників повинні проводитися під контролем медичного працівника. Тривалість кожного тренувального заняття повинне бути не менш двох годин. Час, відведений на заняття, рекомендується розподіляти в такий спосіб: постановка завдання, інструктаж 5 хвилин; виконання розминки, вправ і нормативів 50-60 хвилин, з них на подолання тренажера «Лабіринт» – 40-50 хв.; виключення з протигазів і відпочинок 10 хвилин; розбір заняття 10 хвилин; обслуговування ізолюючих протигазах 25 хвилин.

Тренування в теплодимокamerі спрямовані на формування психологічної готовності до дій по гасінню пожеж. Вони повинні забезпечити відпрацювання газодимозахисниками професійних навичок, застосування знань і вмінь у екстремальних ситуаціях, що моделюються.

Екстремальні ситуації, що моделюються містять в собі елементи небезпеки ризику в граничній складності, тривалих максимальних навантажень, що дозволяють вимагати на кожному тренуванні напруги фізичних сил, розумових здатностей і волі.

Час, що відводить на відпрацювання вправ у теплодимокamerі рекомендується розподіляти в такий спосіб: вправи на свіжому повітрі (розминка) – 7-10 хвилин; вправи в тренажері «Лабіринт» - 25-30 хвилин.

Керівник занять створює в тренажері обстановку яка повинна бути невідомою для осіб що тренуються. Зміни обстановки досягається зміною порядку проходження модулів, перешкод, послідовністю включення звукових, світлових, димових та теплових ефектів.

У ході виконання вправ у тренажері командир ланки ГДЗС постійно передає на пост безпеки обстановку й свої дії. На основі даних отриманих від командира ланки, керівник заняття при необхідності коректує умови виконання вправ.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Чернов С.М. Ізолюючі апарати. Обслуговування та використання // С.М. Чернов, В.В. Ковалишин / Навчальний посібник. – Львів, “СПОЛОМ”, 2002. – 194 с.
2. Стрілець В.М. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Основи створення та експлуатації // В.М. Стрілець / Навчальний посібник. - Х.: АПБУ, 2001.-118с.

*І.А. Чуб, доктор техн. наук, професор, нач. каф., НУЦЗУ,  
Р.С. Мележик, ад'юнкт ад'юнктури, НУЦЗУ*

## ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІСЬКОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЯК ДЖЕРЕЛА ТЕХНОГЕННОЇ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ В МЕГАПОЛІСІ

За оцінками [1] вже через 30 років майже 70% загального населення планети складатиме міське населення, тобто людство проживатиме в мегаполісах – локаціях порядку одного мільйона людей с високою щільністю населення за наявності так званої маятникової міграції жителів. Функціонування у мегаполісі промислових потенційно небезпечних об'єктів (ПНО), пов'язано із додатковими підвищеними ризиками, які генеруються значною щільністю міського населення, критичною наближеністю до них об'єктів із масовим перебуванням людей, високим рівнем старіння основних фондів ПНО та поглиблюється невизначеністю або відсутністю оперативної і повної інформації про міське господарство. У цих умовах одним з головних факторів підвищення рівня техногенної безпеки міста є побудова прогнозу виникнення ТНС. Небезпеки можуть провокуватися усіма компонентами міста як складної відкритої динамічної системи, тому комплексний підхід до прогнозування динаміки надзвичайних ситуацій техногенного характеру (ТНС), що включає розгляд як промислових ПНО, так і елементів інженерної інфраструктури міста, є актуальною проблемою.

Проведений системологічний аналіз вітчизняної та закордонної наукової літератури щодо існуючих методів та інструментальних засобів прогнозування ТНС дозволив виділити в якості основних такі наукові напрями.

Методи розв'язання проблеми формалізації просторово розподілених даних розвиваються у межах такої наукової дисципліни як геостатистика [2].

Метою є параметрична та структурна ідентифікація імітаційної моделі прогнозу виникнення та розвитку ТНС в умовах міського середовища.

Моделювання виникнення та розвитку ТНС в умовах мегаполісу має враховувати такі основні особливості ТНС, як:

- Розподіленість у часі та просторова розподіленість ТНС.
- Випадковість моментів настання.
- Унікальність умов протікання.
- Високий рівень збитків та впливів на оточення.
- Невизначеність (багатоваріантність) причин реалізації ТНС.
- Недостатній обсяг та зашумленість статистичної інформації про попередні ТНС.

Інформація щодо параметрів можливої НС є відмінною за змістом, формою та вимірністю, тому найбільш прийнятним її поданням у імітаційній моделі, що розглядається, є кортеж  $I$  вигляду

$$I = \langle v, \{\lambda(t), \beta(x,y)\}, \tau, \mathfrak{Z}, \mathfrak{R} \rangle, \quad (1)$$

де  $v=(x,y)$  – вектор параметрів локації можливої ТНС у межах міської забудови;  $\lambda(t)$ ,  $\beta(x,y)$ , – параметри законів розподілу моментів та локації виникнення ТНС відповідно;  $\tau$  – моменти виникнення ТНС;  $\mathfrak{Z}$  – тип можливої ТНС;  $\mathfrak{R}$  – рівень тяжкості ТНС, що теж є випадковою величиною.

Очевидно, що параметри  $\{\lambda(t), \beta(x,y)\}$ ,  $\tau$ ,  $\mathfrak{Z}$ ,  $\mathfrak{R}$  залежать від типу інфраструктурного об'єкту, що розглядається.

Етапи побудови імітаційної моделі. I

1. Визначення джерел можливої ТНС.

*Припущення 1.* У якості об'єктів просторово-часового моделювання події виникнення та рівня складності ТНС розглядаються два типи інфраструктурних об'єктів: мережі водопостачання та водовідведення; мережі електропостачання. Причиною НС виступають технічні відмови обладнання.

*Припущення 2.* На виділених типах інфраструктурних об'єктів вихідні дані для моделювання НС однакові.

2. Аналіз вихідних даних для моделювання НС.

*Припущення 3.* Потік моментів виникнення ТНС моделюється як послідовність заявок на обслуговування територіальною системою техногенної безпеки.

2.1. Обробка просторових даних.

*Припущення 4.* Для визначення координат можливої аварії проводиться розбиття контрольованої території сіткою вимірів на осередки. У геостатиці застосовують різні засоби побудови сітки вимірів: триангуляція, діаграми Вороного, а також стандартна прямокутна (регулярна) сітка, яка використовується у подальшому.

При цьому виникає ефект просторової роздільної здатності, тобто визначення адекватного розміру осередку ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ).

На даній сітці здається  $N$ -вимірною випадкова функція  $Z(v)$  функцією розподілу

$$F(v_1, v_2, \dots, v_N, z_1, z_2, \dots, z_N) = P\{Z(v_1) \leq z_1, Z(v_2) \leq z_2, \dots, Z(v_N) \leq z_N\}, \quad (2)$$

яка характеризує просторову ймовірність виникнення ТНС та визначається як набір випадкових змінних  $Z(v_i)$ , по одній для кожної локації  $v_i$ ,  $i=1, 2, \dots, N$ , території міста.

Задача ідентифікації функції розподілу (2) вирішується на основі застосування статистичної інформації двох типів:

Статистична інформація типу 1: кількість, характер, координати розташування ТНС на мережах життєзабезпечення, типи небезпечних факторів, стан інфраструктурних об'єктів, статистичні дані по моментах настання відмов, Важкість ТНС оцінюється за часом розвитку та часом ліквідації ТНС.

*Статистична інформація типу 2:* інформація про відомі ТНС на подібних потенційно-небезпечних об'єктах (за браком інформації першого типу).

Суттєвим фактором моделювання є типи відмов обладнання, що розглядаються: випадкові, поступові, або їх комбінація.

У першому випадку функцію  $Z(v)$  можна вважати такою, що володіє властивістю стаціонарності другого порядку [2], тобто математичне сподівання  $m(v)$  функції  $Z(v)$  існує і не залежить від локації

$$v \forall v; m(v) = E\{Z(v)\} = \text{const.}$$

У другому і третьому випадках врахування наявності поступових відмов, що залежать від стану основних фондів обладнання, означає, що математичне сподівання  $m(v)$  є функцією районів міста (географічних локацій) та є відбиттям того факту, що аварії частіше виникають в тих місцях, де основні фонди старіші.

2.2. Обробка часових рядів даних.

Стан основних фондів інженерної інфраструктури міст України є таким, що необхідно передбачає при моделюванні врахування акту наявності поступових відмов обладнання. Таким чином, теоретична інтенсивність  $\lambda$  потоку відмов є функцією часу, тобто потік заявок на обслуговування не є стаціонарним.

Отже, в якості базового теоретичного розподілу моментів настання відмови приймається нестационарний розподіл Пуассона (розподіл рідких подій) у часі.

3. Завдання функції результатів можливої ТНС. Припущення 5. У якості оціночної функції результатів для водопровідних мереж приймаються прямі збитки, тобто приведені

витрати на заходи для ліквідації наслідків ТНС, включаючи забруднення оточення, так звані пофакторні та пореципієнтні збитки. Для електричних мереж оціночна функція результатів також враховує непрямі збитки.

4. Реалізація складових процесу імітаційного моделювання. Даний етап містить моделювання місця, часу і рівня тяжкості НС.

Моделювання проводиться в рамках парадигми дискретноподієвого моделювання протягом деякого періоду модельного часу як ітераційний процес, на кожній ітерації якого підраховуються сумарні витрати, тобто визначається інтегральна оціночна функція результатів.

#### **Висновки.**

Проведено аналіз множини вхідних даних та побудови імітаційної моделі міської інженерної інфраструктури як джерела техногенної надзвичайної ситуації. Визначено, що моменти надходження відмов обладнання як причини ТНС (настання подій) є дискретною випадковою величиною; мають місце поступові та випадкові відмови обладнання; випадковий потік подій є розподіленим як у часі, так і у просторі; урахування кількох джерел настання подій, що в цілому порушує вимогу ординарності процесу.

Алгоритмічна та програмна реалізація імітаційної моделі, що розглядається, забезпечить інформаційне середовище зниження масштабів та пом'якшення наслідків впливу небезпечних факторів ТНС, а також раціонального використання обмежених ресурсів територіальної системи техногенної безпеки в рамках короткострокового (оперативне прогнозування) як довгострокового (стратегічне прогнозування) горизонту прогнозування.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. International Federation of Red Cross and Crescent Societies / Режим доступу: <https://media.ifrc.org/ifrc/ifrc-homepage-v-2-1/> (дата звертання: 07.03.2018).

2. Демьянов В.В. Геостатистика. Теория и практика / В.В. Демьянов, Савельева Е.А. // М.: Наука, 2010. – 327 с.

3. Пепеляев В.А. Інформаційно-аналітична система для аналізу комплексних ризиків природно-техногенних та соціально-економічних загроз в галузі житлово-комунального господарства України / В.А. Пепеляев, П.С. Кнопов, К.Л. Атоев // Наука та інновації. – 2010. – Т. 6. – № 3. – С. 39-46.

4. Поспелов Б.Б. Алгоритмы и устройства оптимального прогнозирования и обнаружения чрезвычайных ситуаций в случае неизвестных функций потерь / Б.Б. Поспелов, В.А. Андронов, Е.А. Рыбка // Проблемы надзвичайних ситуацій. – 2017. – Вип. 25. – С. 85-93.

5. Попов В.М. Модель адаптивной системы техногенной безопасности региона / В.М. Попов, И.А. Чуб, М.В. Новожилова // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2013. – вип. 2. – С. 120-123.

6. Dudin A.N. Optimal hysteresis control for a BMAP/SM/1/N queue with two operation modes / A.N. Dudin, S. Nishimura // Mathematical Problems in the Engineering. – 2000. – № 5. – 397-420.

7. Schller J.C.H. Methods for determining and processing probabilities «Red Book» / J.C.H. Schller, J.L. Brinkman, P.J. Van Gestel, R.W. van Otterloo // The Netherlands: Committee for Prevention of Disasters, 1997. – 604 p.

8. Попов В.М. Моделирование характеристик потока отказов основных производственных фондов объектов повышенной опасности / Попов В.М, Чуб И.А, Новожилова М.В. // Проблемы надзвичайних ситуацій. – 2015. – Вип. 21. – С. 93-98.

*І.А. Чуб, доктор техн. наук, проф., нач.каф., НУЦЗУ,  
Ю.В. Михайловська, ад'юнкт ад'юнктури, НУЦЗУ*

## РОЗМІЩЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗІ ЗМІННИМИ МЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Розглянемо задачу про покриття потреби в ресурсах під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації надзвичайної ситуації природного та техногенного характеру, що є просторово-розподіленою.

Отже математична модель:

$$\min_{v \in D \subset E^{2M}} \sum_{m=1}^M \sum_{n=m+1}^M [\omega_{mn}(v_m, v_n) + \omega_m^S(0, v_m)], \quad (1)$$

де область допустимих значень  $D$  задається умовою  $\bigcup_{i=1}^M C_i \subset \bigcup_{m=1}^M C_m$ , функція  $\omega_{mn}(v_m, v_n)$  визначає площу області взаємного перекриття об'єктів  $(C_m, C_n)$ , функція  $\omega_m^S(0, v_m)$  визначає площу області взаємного перекриття об'єктів  $C_m$  та  $cl(E^2/S)$ ,  $m, n = 1, 2, \dots, M$ ,  $m \neq n$ .

Розглянемо оптимізаційну задачу покриття (1) як задачу розміщення геометричних об'єктів зі змінними метричними характеристиками у просторі параметрів розміщення об'єктів  $C$ .

Функцією мети задачі розміщення набору геометричних об'єктів в замкненій області  $S$  є така:

$$M(v) \rightarrow \min_{v \in D}, \quad (2)$$

де область  $D$  визначається обмеженнями:

1. Зони впливу  $C_m$  мають відповідати умовам взаємного неперетину:

$$clC_m \cap clC_j = \emptyset. \quad (3)$$

2. Кожний населений пункт  $\square_i$  має належати одній із зон  $C_m$ :

$$\square_i \cap clC_m = \square_i, \quad (4)$$

або в послабленому формулюванні:

$$(x_i^p, y_i^p) \cap clC_m. \quad (5)$$

3. Зона впливу  $C_m$  може частково не належати області  $S$ :

$$C_m \cap E^2/S \neq \emptyset. \quad (6)$$

Тому надамо виразу (5) таку інтерпретацію:

$$h_m \cap E^2/S = \emptyset. \quad (7)$$

де  $h_m = h_m(v_m)$  – замкнений всюди щільний прямокутний окіл полюсу  $v_m$  об'єкта  $C_m(v_m)$ .

Для аналітичного опису обмежень (3 – 7) застосуємо апарат Ф-функцій параметрів розміщення об'єктів [7 – 9, 11]. Класична Ф-функція задає неперетин, торкання та перетин пари об'єктів із сталими метричними характеристиками та формою.

Тому проведемо певну редукцію задачі (2 – 4, 6) щодо визначення форми та метричних характеристик багатокутника  $C_m$  наступним чином. Розіб'ємо область  $S$  рівномірною сіткою з комітками  $\{\square^x, \square^y\}$ . У межах кожної комітки (якщо  $v_m \in \{\Delta_i^x, \Delta_j^y\}$ ) вважатимемо форму та метричні характеристики об'єктів  $C_m$  сталими, тобто вважатимемо

$$x_k^m = x_k^m(\Delta_i^x, \Delta_j^y), y_k^m = y_k^m(\Delta_i^x, \Delta_j^y), k=1, 2, \dots, n_m.$$

В загальному випадку  $n_m = n_m(\Delta_i^x, \Delta_j^y)$ .

Якщо в якості  $C_m(v_m)$ ,  $C_i(v_j) \in E^2$  розглядаються опуклі багатокутники, то 0-поверхня  $\square_{mj}(v_m, v_j)$ -функції, що описує торкання об'єктів, є замкненою багатогранною поверхнею  $T_{ij}^k$ , що містить  $K$  гіперплощин  $T_{ij}^k$ , кожна з яких задається лінійним рівнянням  $f_{ij}^k(v_m, v_j) = 0$  із лівою частиною вигляду

$$A^g(y_{k,k+1}^m, y_{q,q+1}^l)(x_m \square x_l) + B^g(x_{k,k+1}^m, x_{q,q+1}^l)(y_m \square y_l) + C^g(x_{k,k+1}^m, x_{q,q+1}^l, y_{k,k+1}^m, y_{q,q+1}^l), \\ g=1, 2, \dots, G \square (n_m + n_j), k=1, \dots, n_m, q=1, \dots, n_j$$

де  $x_{k,k+1}^m, x_{q,q+1}^l, y_{k,k+1}^m, y_{q,q+1}^l$  – двовимірні вектори, наприклад,  $x_{k,k+1}^m = (x_k^m, x_{k+1}^m)$ .

В разі, якщо об'єкт  $C_m(v_m)$  є неопуклим, то використовується подання  $n_m(v_m)$  у вигляді об'єднання опуклих компонент  $K_{n_m}(v_m)$ .

Алгоритм розв'язання задачі, оснований на стратегії послідовно-поодинокого розміщення, містить такі етапи:

1. Завдання переставлення номерів населених пунктів:  $\square_i, i=1, 2, \dots, I$ . Упорядкування проводиться за принципом «найближчого сусіди», починаючи з, наприклад із південно-західного пункту.
2. Визначення місця розташування  $m$ -го МЦД із зоною впливу  $C_m$ .  
Це ітераційна задача вигляду

$$f_m^s(x_m, y_m, x_{ji}^s, y_{ji}^s) \zeta,$$

де множина  $\Gamma$  – множина індексів об'єктів  $\square_i$  що є не охопленими певною зоною впливу.

Формування множини індексів  $\Gamma^m$  об'єктів  $\square_i$ , що є охопленими  $m$ -ю зоною впливу.

Критерій останову алгоритму є таким:  $\zeta \Gamma^m = I$ .

**Висновки** Розглянута задача покриття потреби в ресурсах під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації природного та техногенного характеру.

Ця задача є базовою задачею логістики катастроф. У подальшому передбачається включення в математичну модель часового параметру, тобто часу доставки вантажів та можливості варіації значень потужності мобільних центрів допомоги.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Киселева, Е.М. Решение непрерывных задач оптимального покрытия шарами с использованием теории оптимального разбиения множеств [Текст] / Е.М. Киселева, Л.И. Лозовская, Е.В. Тимошенко // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – № 3. – С. 98-117.

2. Чуб І.А. Геометричне моделювання основних обмежень на параметри розміщення об'єктів зі змінними метричними характеристиками [Текст] / І.А. Чуб, М.В. Новожилова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2009. – Вип. 4. – Т. 42. – С. 77-85.

3. Мурін М.Н. Математическое обеспечение решения задачи размещения прямоугольников с изменяемыми метрическими характеристиками [Текст] / М.Н. Мурін, И.А. Чуб, М.В. Новожилова // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип. 7 (105). – С. 195-199.

УДК 614.843

С.М. Шевченко, викл.каф., НУЦЗУ,  
Д.А. Борзенков, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ

## РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ПРОФІЛЮ ВІДБИВАЧА ПОЖЕЖНОГО СПОВІЩУВАЧА ДИМУ

Розглянуто спосіб розрахунку відбивачів пожежних сповіщувачів диму, профіль чутливих елементів яких визначається фокальною лінією неточкового приймача променів.

Для протипожежного захисту майна звичайно застосовують фотоелектричні сповіщувачі диму [1]. Сучасні розробки сповіщувачів диму використовують наноконпозиційні матеріали, що визначають основу нового типу хімічних сенсорів «електронний ніс» [2].

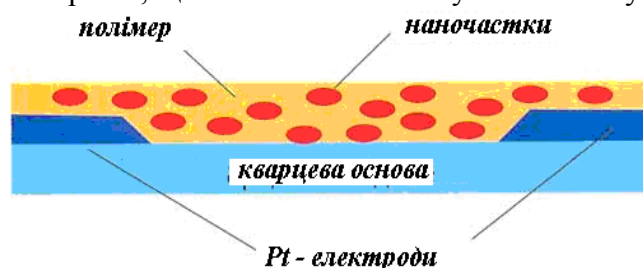


Рис. 1 – Схема чутливої частини сповіщувача диму

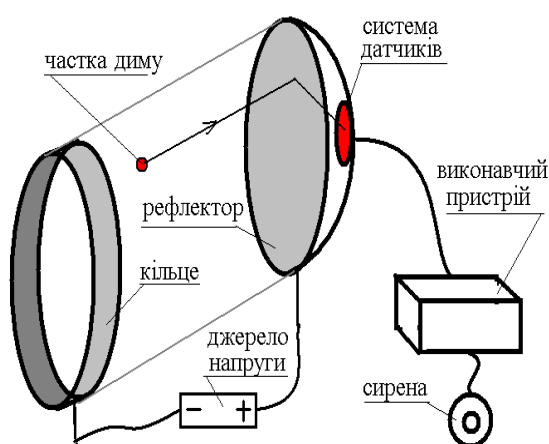


Рис. 2 – Схема наносенсорного сповіщувача диму

що відбивачем планується обирати поверхню обертання, то далі розглядається хід променів (тобто траєкторій руху частки) у осевому перетині цієї поверхні.

В даній роботі показано, що для опису профілю  $y = f(x)$  відбивача, здатного зосередити відбиті промені по заданому профілю чутливого елемента слід розв'язати диференціальне рівняння виду

Принцип дії наносенсорних чутливих датчиків заснований на зміні електропровідності наноконпозиційної плівки під дією парів речовини (рис. 1).

Для підвищення ефективності дії сповіщувачів з наноконпозиційними матеріалами доцільно доповнити їх конструкції пристроями для концентрування часток диму на чутливій поверхні датчика. На рис. 2 наведено можливу схему наносенсорного сповіщувача диму.

Принцип його дії полягає у такому. Частина диму (розміром 5 – 10 мкм [3, 4]) розганяється в електричному полі, створеного різницею потенціалів між кільцем і відбивачем (діаметр кільця 50 – 70 мкм). Після механічного відбиття частка попадає до системи датчиків і реєструється виконавчим пристроєм.

Звідси слідує актуальність геометричної проблеми – розрахувати форму відбивача так, щоб спрямований на неї паралельний потік часток диму сконцентрувався на активній поверхні датчика наперед обраної форми. Враховуючи,

$$\frac{df(x)}{dx} = \frac{f(x) - y_S + \sqrt{(x - x_S)^2 + (f(x) - y_S)^2}}{x - x_S} \quad (1)$$

У наведеному прикладі (рис. 3) вважається, що падаючі промені паралельні і направлені «назустріч» осі  $Ox$  (на рисунках не показано).

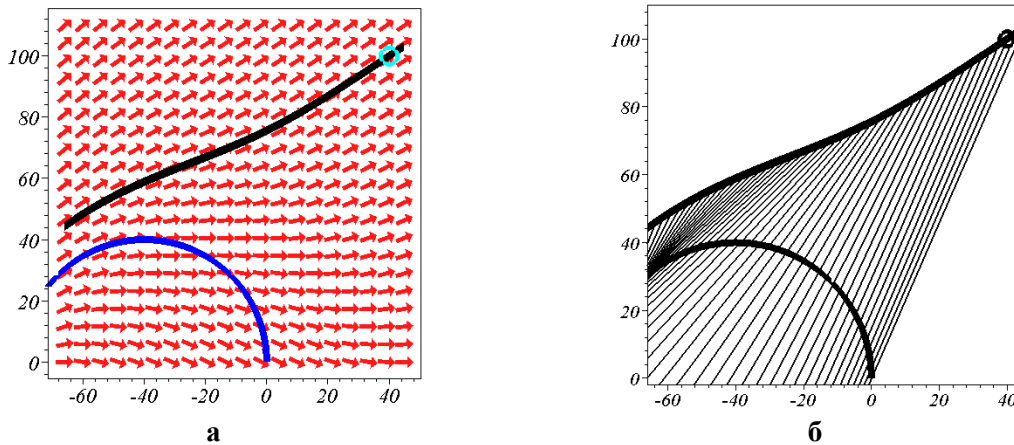


Рис. 3 – Поле ізоклін і відбивальна крива (а), та сім'я відбитих від неї променів (б)

Було складено програму побудови просторових зображень відбивальних поверхонь. На рис. 4 у якості прикладу наведено одержане аксонометричне зображення відбивальної поверхні та чутливого сферичного елемента.

Отже, диференціальне рівняння (1) дозволяє визначити криву, здатну «переломити» направлені на неї паралельні промені так, що відбиті промені досягнули фокальної лінії обраної форми. Рівняння

$$\frac{df(x)}{dx} = \frac{f(x) - y_S + \sqrt{(x - x_S)^2 + (f(x) - y_S)^2}}{x - x_S} \quad (2)$$

можна використати при розрахунку відбивачів пожежних сповіщувачів диму[5], чутливий профіль якого визначається фокальною лінією неточкового приймача променів.

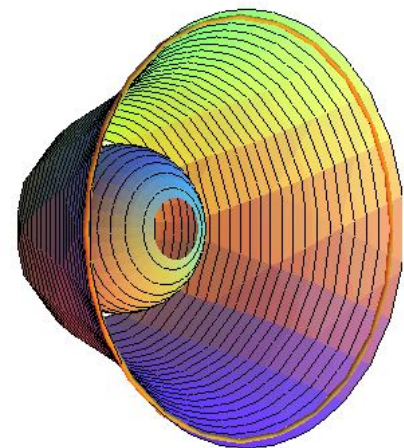


Рис. 4 – Відбивальна поверхня та датчик

## ЛІТЕРАТУРА

1. Детектори диму. Електронний ресурс. режим доступу: <http://www.asutpp.ru/datchiki/datchik-pozharnoj-signalizacii.html>
2. Яблоков М. Комбинированный пожарный извещатель для сверххранного обнаружения очагов возгорания. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://house-control.org.ua/article/3500/m--yablokov--kombinirovannyu-pojarnyu-izveshatel-dlya-sverhhrannogo-obnaruzeniya-ochagov-vozhoraniya/>
3. Зайцев А. Размеры частиц дыма и корректность проведения огневых испытаний пожарных извещателей. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://avtoritet.net/library/press/245/9061/articles/10458>



4. Зайцев А. В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма // А.В.Зайцев / Алгоритм безопасности. 2012, №№ 3, 4, 5.
5. Шевченко С. М., Адашевська, І. Ю. (2017). Геометричне моделювання профілю відбивача пожежного сповіщувача диму. modern problems of modeling, (7). retrieved from <http://magazine.mdpu.org.ua/index.php/spm/article/view/1662>

**УДК 614.843**

*С.М. Шевченко, викл.каф., НУЦЗУ,  
А.А. Карпов, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

### **ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ**

Кожного року в Україні трапляється більше ніж тисяча лісових пожеж, в наслідок яких вигорають близько півтори тисячі гектарів лісових масивів. Близько 95% пожеж у світі відбувається внаслідок діяльності людей, і тільки 5% пожеж виникає в результаті природних причин.

На сьогоднішній день, моторошним прикладом лісових пожеж можна вважати горіння лісових масивів на Сибірі. Мільйони гектарів на півночі Росії охоплені вогнем. Дим від пожеж вже поширився далеко за межі країни і дійшов до США і Канади. Тисячі мешканців лісу загинули в результаті масштабних пожеж. Наслідком цих пожеж може бути велика кількість катаклізмів та погіршення якості повітря по всьому світі. Лісова пожежа - це стихійне розповсюдження вогню територією лісового фонду. Вони поділяються на низові, верхові, плямісті [3]. Низові лісові пожежі - пожежі, які поширюються надґрунтовым покривом і нижнім пологом. Низові пожежі поділяються на слабкі, середньої сили та сильні. Вони характеризуються за параметрами крайки горіння і висоти полум'я. Слабкі - пожежі зі швидкістю руху фронтальної крайки вогню до 1 м/хв і висотою полум'я до 0,5 м. Середньої сили - пожежі зі швидкістю руху фронтальної крайки вогню від 1 до 3 м/хв. і висотою полум'я від 0,5 м до 1,5 м. Сильні - пожежі зі швидкістю руху фронтальної крайки вогню більше 3 м/хв і висотою полум'я більше 1,5 м. Верхові лісові пожежі - пожежі, під час яких вогонь поширюється в кронному просторі лісових насаджень. Верхові лісові пожежі характеризуються горінням і швидким просуванням вогню по кронах дерев. Швидкість верхової пожежі досягає 400-500 м/хв. Під час верхової пожежі вітер розносить палаючі іскри, створюючи нові осередки пожежі. Верхові лісові пожежі за швидкістю поширення поділяються на:

-рухомі - пожежі, які поширюються кронами дерев зі швидкістю більше 4 км/год, значно випереджаючи фронт низових пожеж, спричиняють утворення нових осередків завдяки рознесенню іскор;

-стійкі - пожежі, які поширюються зі швидкістю до 4 км/год кронами дерев одночасно з просуванням фронту стійкої низової пожежі.

Верхові лісові пожежі за параметрами просування фронтальної крайки поділяються на:

-слабкі - пожежі зі швидкістю просування фронтальної крайки вогню до 3 м/хв.

-середньої сили - пожежі зі швидкістю просування фронтальної крайки вогню від 3 до 100 м/хв;

-сильні - пожежі зі швидкістю просування фронтальної крайки вогню більше 100 м/хв.

Плямісті пожежі - пожежі, що утворилися поза периметром основної пожежі від іскор, які переносяться конвективними потоками. Підземна пожежа - пожежа, що супроводжується безполуменевим горінням торфового шару ґрунту. Підземна лісова пожежа виникає у місцях залягання торфу [1]. Розвідка лісової пожежі проводиться у супроводі осіб, які знають місцевість, та спеціалістів лісового господарства. У разі охоплення вогнем великої площі лісу розвідка та спостереження проводиться за допомогою вертольотів,

літаків і автотранспорту з використанням картографічних матеріалів. Під час розвідки пожежі необхідно визначити:

- вид і розміри пожежі, рельєф місцевості, швидкість і напрямок розповсюдження вогню, очікуваний розвиток пожежі, вірогідність її поширення на населені пункти, об'єкти заготовки лісу, торф'яні поля, сільгоспугіддя тощо;

- місця можливого найбільш інтенсивного розвитку пожежі (хвойний молодняк, ділянки захарашеного лісу, тимчасові склади лісоматеріалів, торфорозробки тощо);

- природні перешкоди для припинення поширення вогню, можливі рубежі для локалізації пожежі та опорні лінії для запуску зустрічного вогню (дороги, просіки, річки, канали, струмки, галявини тощо);

- дороги і можливість під'їзду пожежно-рятувальної та інженерної техніки по них до краю лісу і периметру пожежі для її локалізації та гасіння;

Під час лісових пожеж застосовуються такі прийоми гасіння:

- у разі верхових пожеж створюються протипожежні розриви на шляху поширення вогню та пускається зустрічний вогонь з безпечної відстані, застосовуються авіаційні сили;

- у разі низових пожеж подаються вогнегасні речовини, кромка пожежі збивається хлопавками та засипається землею, лісовий покрив випалюється біля опорної смуги та створюється мінералізована смуга по периметру пожежі;

- у разі торф'яних пожеж у лісових масивах периметр пожежі окопується канавами до мінерального ґрунту або насиченого водою шару торфу, вводяться для гасіння пожежні стволи, осередки горіння підтоплюються водою, за можливості застосовується інженерна техніка для змішування торфу, що горить, із сирою торф'яною масою[2].

Під час лісових пожеж залежно від швидкості поширення вогню застосовуються такі способи гасіння:

- одночасне гасіння всього фронту пожежі чи одночасне гасіння найбільш небезпечних осередків на флангах і в тилу з метою створення розривів і розбивання периметру пожежі на окремі невеликі ділянки для подальшого їх гасіння;

- сили і засоби вводяться для гасіння з тилу пожежі та послідовно просуваються флангами до передньої лінії фронту пожежі зі швидкістю, що перевищує швидкість поширення вогню;

- сили та засоби вводяться для гасіння фронту лісової пожежі, у подальшому поступово переходять до гасіння вогню на флангах і в тилу;

- сили і засоби для гасіння вводяться з флангів лісової пожежі для поступового звужування фронту пожежі;

- пуск зустрічного вогню від створеної опорної смуги.

Після гасіння пожежі для контролю та догашування повторних загорянь на площі, пройденій вогнем, направляється особовий склад з ранцевими вогнегасниками та шанцевим інструментом. Під час гасіння лісової пожежі в гірській місцевості основні сили і засоби вводяться з верхньої частини схилу з переходом до флангів. Використовуються мобільні групи пожежогасіння, особовий склад яких оснащено переносними засобами гасіння. Пожежно-рятувальну техніку та особовий склад розташовувати так, щоб вони не потрапили під можливий обвал, зсуви, падіння каміння або дерев. Для створення мінералізованих смуг застосовувати трактори, екскаватори та спеціальну техніку лісових господарств, за потреби використовувати вибухові речовини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України від 13.04.2017 № 311 про «Затвердження Порядку організації та застосування авіаційних сил та засобів для гасіння лісових пожеж».

2. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

3. Дубінін Д.П. , Коритченко К. В. , Лісняк А. А. Застосування зарядів з суміші вибухонебезпечних газів для локалізації лісових пожеж шляхом створення протипожежних бар'єрів/Д.П. Дубінін, К.В. Коритченко, А.А. Лісняк.-Харків. НУЦЗУ,2017.

**УДК 614.8**

*С.М. Щербак, ст. викладач, НУЦЗУ,  
О.Ю. Огороднійчук, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО РІВНЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ БУДІВЕЛЬ ЗАВВИШКИ 100 М І БІЛЬШЕ**

Системою внутрішнього водопроводу будівель називають сукупність інженерних пристроїв, що забезпечують отримання води з мережі зовнішнього водопроводу та подачу її під необхідним напором до водозабірних пристроїв всередині будівлі.

За призначенням мережі внутрішнього водопостачання будівель підрозділяються на господарсько-питні, виробничі, протипожежні.

Виробничі мережі забезпечують подачу води для технологічних процесів.

Протипожежні мережі подають воду для гасіння та запобігання розповсюдження вогню при виникненні пожежі в будівлі.

Найбільш економічно доцільним слід вважати об'єднання всіх видів внутрішнього водопроводу будівлі в одній господарсько-протипожежній системі.

Однак недолік і відносно висока вартість питної води, споживання великої кількості води на виробничі потреби, різниця необхідних напорів і ряд інших чинників в багатьох випадках роблять застосування роздільних систем більш вигідним.

У практиці проектування та будівництва внутрішніх водопроводів набули поширення наступні комбінації об'єднання водопровідних мереж: господарсько-питна та протипожежна, господарсько-питна та виробнича, господарсько-питна, виробнича і протипожежна з подачею води питної якості на всі потреби, виробничо-протипожежна.

У висотних будівлях під час пожежі на поверхах вище 47 м зовнішнє пожежогасіння практично відсутня.

При висоті будівлі 25-260 м без зовнішнього пожежогасіння залишаються більше 75% приміщень будівлі. При цьому слід врахувати, що на зовнішнє пожежогасіння нормами передбачається витрата води не менше 100 л/с.

І саме зовнішнє пожежогасіння від пожежних машин і гідрантів забезпечує локалізацію та ліквідацію розвинених пожеж в будівлях в умовах міської забудови.

З вищевикладеного випливає, що для забезпечення необхідного рівня пожежної безпеки будівель заввишки 100 м і більше на поверсі, де виникла і розвивається пожежа, витрата води на пожежогасіння повинні бути істотно більше, ніж передбачається діючими нормами.

Очевидно також, що ці витрати повинні бути порівняні з витратою на зовнішнє пожежогасіння.

Таким чином, необхідність збільшення проектної витрати води на внутрішнє пожежогасіння у висотних будівлях є одним з основних питань при розробці норм проектування таких об'єктів.

Забезпечення необхідної кількості води на верхніх поверхах висотної будівлі є, безумовно, найбільш складним технічним завданням.

Питання використання внутрішнього водопроводу при гасінні пожеж у житлових будівлях на сьогоднішній день регламентуються низкою нормативних документів [1-4].

Аналіз статистики застосування вогнегасних речовин свідчить, що в Україні для гасіння пожеж вода використовується більш ніж у 90% випадків.

Вода є основною вогнегасною речовиною, найбільш доступною та універсальною.

Застосування води для гасіння пожеж не загрожує здоров'ю і життю людей під час проведення евакуації та аварійно-рятувальних робіт.

Вищевказаним пояснюється той факт, що найбільш поширеними серед автоматичних систем пожежогасіння є водяні. Ці системи характеризуються:

- надійним і ефективним гасінням пожеж класу А за різних умов їх виникнення;
- низькою імовірністю виникнення хибних спрацьовувань;
- безпекою під час спрацьовування та роботи;
- малим проміжком часу переведення систем до робочого стану (чергового режиму) після гасіння пожеж;
- доступністю проведення перевірок працездатного стану.

Практика показала, що у ряді випадків, ефективне використання води може бути досягнуто при високому її подрібненні.

До недоліків автоматичних систем водяного пожежогасіння можна віднести потенційно високий рівень шкоди матеріальним цінностям та високі трудовитрати при ліквідації наслідків спрацьовування установок даного типу.

В більшості випадків при гасінні водою, більша її частина витрачається марно и не потрапляє до зони горіння.

Тому застосування систем автоматичного пожежогасіння може бути замінено або доповнено системами неавтоматичного пожежогасіння, до яких належить пожежний кран-комплект, застосування якого забезпечує високу прицільність подавання води в осередок пожежі.

Вимогами [1] у шафах пожежних кран-комплектів діаметром 50 мм або 65 мм, а також у квартирах житлових будівель висотою понад 47 м, передбачається встановлення додаткових пожежних кран-комплектів, встановлення яких повинно сприяти локалізації загоряння в квартирі безпосередньо мешканцями та запобігти поширенню вогню до прибуття пожежних підрозділів.

Необхідною умовою для роботи такої системи є наявність водопровідної мережі з відповідним тиском.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.5–64:2012. – [Чинний від 01–03–13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 135 с. (Державні будівельні норми України).
2. Пожежна техніка. Кран-комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти пожежні з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги (EN 671–1:2001, MOD): ДСТУ 4401–1–2005. [Чинний від 25–05–05]. – К.: Держспоживстандарту України, 2005. – 22 с. (Національний стандарт України).
3. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15–2005. – [Чинний від 18–05–05]. – К.: Держбуд України, 2005. – 44 с. (Державні будівельні норми України).
4. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків: ДБН В.2.2–24–2009. – [Чинний від 01–09–09]. – К.: Держбуд України, 2009. – 105 с. (Державні будівельні норми України).

*С.М. Щербак, ст. викл., НУЦЗУ,  
І.О. Токарь, здоб. вищ. осв., НУЦЗУ*

## **ВИКОРИСТАННЯ ВНУТРІШНЬОГО ВОДОПРОВОДУ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖІ В ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ**

Аналіз статистики застосування вогнегасних речовин свідчить, що в Україні для гасіння пожеж вода використовується більш ніж у 90% випадків. Вода являється основною вогнегасною речовиною, найбільш доступною та універсальною. Гарна охолоджувальна властивість води обумовлена її високою теплоємністю  $C = 4187 \text{ Дж / (кг}\cdot\text{K)}$  при нормальних умовах. Застосування води для гасіння пожеж не загрожує здоров'ю і життю людей під час проведення евакуації та аварійно-рятувальних робіт. Вищевказаним пояснюється той факт, що найбільш поширеними серед автоматичних систем пожежогасіння є водяні.

Пожежні кран-комплекти (ПКК), які на сьогоднішній день обов'язкові для установки в житлових будівлях висотою більше 26,5 м, дають можливість ввести вогнегасну речовину в осередок пожежі безпосередньо після її виявлення, а конструкція ПКК підвищує ефективність використання води за рахунок її розпилення. Питання використання внутрішнього водопроводу при гасінні пожеж у житлових будівлях на сьогоднішній день регламентуються рядом нормативних документів [1–4]. Шляхи підвищення ефективності використання внутрішнього водопроводу при гасінні пожеж, які розглядаються в дисертаційних дослідженнях останнього десятиліття [5–6], спрямовані на рішення питань зменшення часу подачі пожежно-технічного обладнання на верхні поверхи будівель [5], удосконалення тактики гасіння з використанням конструктивних особливостей будівель [6], тобто – на гасіння пожеж у будівлях з використанням насосно-рукавних систем. Однак такий підхід дає ряд обмежень у реалізації напряму мінімізації часу початку гасіння пожежі.

За вимогами сучасних нормативних документів, основні характеристики елементів ПКК – довжина, тип і діаметр рукава; діаметр насадка ствола; спосіб одержання розпоршеного або компактного струменя; підключення до господарчо-питного або протипожежного водопроводу, – варіюються в значних межах. Крім цього, аналіз ПКК, присутніх на сьогоднішній день на ринках РФ, України та Західної Європи, показує, що далеко не всі виробники випускають обладнання, що відповідає вимогам нормативних документів. Таким чином, для вирішення питань ефективного використання ПКК з визначеними характеристиками у конкретних умовах їх експлуатації, необхідно провести дослідження не лише ПКК з характеристиками, які рекомендуються діючими нормативними документами, а і ПКК із характеристиками, що виходять за рамки вимог норм, але існують на ринках України, та відповідно використовуються в оснащенні будівель.

Невідповідність характеристик ПКК по таких позиціях, як тип рукава, може мати принципове значення при використанні ПКК у житлових висотних будівлях через гідравлічні характеристики систем водопостачання, на якій вони встановлюються. Так, за вимогами [1], тиск у господарчо-питному водопроводі будівлі може бути в межах (2 – 45) м, а в протипожежному – досягати 90 м. Це означає, що фактичний напір перед ПКК може змінюватися в десятки разів. При цьому, у найгірших умовах розміщення ПКК (верхні поверхи будівлі при нижній розводці або нижні – при верхній), якщо використовувати обладнання з максимальним опором, може виявитися, що кількість води, отримана із ПКК із напівжорстким рукавом або із ПКК із плоскозгорнутим, не може забезпечити відвід такої кількості тепла, що виділяється при пожежі в конкретній будівлі.

Фактична витрата, одержувана із ПКК із різними характеристиками його елементів і тиском у мережі, до якої він підключений, може становити:

– 0,05 л/с – при максимальних значеннях опорів (довжина рукава 30 м, діаметр насадка ствола 4 мм, тип рукава – плоскозгорнутий, тип струменя –розпоршений), при цьому сумарний опір ПКК досягає 80 (при витратах у л/с);

– 6 л/с – при мінімальних значеннях опорів (довжина рукава 15 м, діаметр насадка ствола 12 мм, тип рукава –напівжорсткий, тип струменя – компактний), при цьому сумарний опір ПКК не перевищує 2 (при витратах у л/с).

Аналізуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що зміна характеристик елементів ПКК приводить до значних змін фактичних витрат, які можливо використовувати для гасіння пожежі в будівлі, що у свою чергу впливає на ефективність використання системи внутрішнього водопостачання. У нормативній документації відсутні вимоги з визначення конкретних значень елементів ПКК, а значить може скластися ситуація, коли встановлений ПКК не зможе взагалі ліквідувати виниклу пожежу або його використання в ряді випадків буде неефективно.

Для підвищення ефективності використання внутрішнього водопроводу при гасінні пожежі в житлових будівлях доцільно використовувати ПКК, вибираючи характеристики їхнього складових залежно від умов їхньої експлуатації в рамках вимог нормативної документації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2005. – [Чинний від 18-05-05]. – К. : Держбуд України, 2005. – 44 с. (Державні будівельні норми України).
2. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків: ДБН В.2.2-24-2009. – [Чинний від 01-09-09]. – К. : Держбуд України, 2009. – 105 с. (Державні будівельні норми України).
3. Внутрішній водопровод та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.5.-64-2012 . – [Чинний від 01-03-13]. – К. : Держбуд України, 2013. – 135 с. (Державні будівельні норми України).
4. Пожежна техніка. Кран-комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти пожежні з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги (EN 671-1:2001, MOD): ДСТУ 4401-1-2005. [Чинний від 25-05-05]. – К. : Держспоживстандарту України, 2005. – 22 с. (Національний стандарт України)
5. Динь Конг Хынг. Обеспечение пожарной безопасности верхних этажей высотных зданий: автореф. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.26.03 “Пожарная и промышленная безопасность (строительство)”/ Динь Конг Хынг. – М., 2013. – 20 с.
6. Смирнов А. С. Методика анализа качества технических средств обеспечения тушения пожаров в зданиях повышенной этажности : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.03 / Смирнов Алексей Сергеевич. - Санкт-Петербург, 2002. – 155 с.

УДК 351.861

*О.А. Яценко, к.е.н, доцент, заст. нач. каф., НУЦЗУ,  
О.І. Ляшевська, к.наук з держ.упр., доцент каф., НУЦЗУ*

## ЗАСТОСУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ФУНКЦІЙ КООРДИНАЦІЇ ТА РЕГУЛЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ НАЛЕЖНОГО РІВНЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Однією з найважливіших потреб людини є відчуття безпеки в широкому сенсі цього слова. В Конституції України зазначено що “людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю. Однією з складових загального поняття безпеки є захищеність суспільства та територій від надзвичайних подій природного та техногенного характеру. На протязі останніх десятиріч

спостерігається тенденція, що майже половина виниклих надзвичайних подій пов'язані з вибухами та пожежами, отже сфера забезпечення пожежної безпеки потребує особливої уваги з боку держави. Сфера забезпечення пожежної безпеки для держави не є прибутковою а навпаки потребує достатньо великих витрат, більша частина виділених коштів витрачається на забезпечення пожежної безпеки території.

Отже в умовах недофінансування гостро стають питання раціонального та оптимального використання державних коштів, що обумовлює актуальність проведення досліджень щодо застосування та реалізації функцій координації та регулювання в процесі управління забезпеченням належного рівня пожежної безпеки.

На основі результатів аналізу показників, що характеризують чинники небезпеки для обраної території, дозволить: підвищити ефективність використання наявних сил та засобів призначених для реагування на надзвичайні події природного та техногенного характеру.

В рамках обраної теми було проведено аналіз оперативної обстановки на території Харківської області, за результатами якого було визначено що показники оперативної обстановки вказують на суттєву неоднорідність районів Харківської області.

Для з'ясування ступеня цієї неоднорідності було проведено кластеризацію районів області за відповідними показниками. Показники були обрані за допомогою методу головних компонент із доступної сукупності статистичних даних. В результаті кластерного аналізу було визначено що райони Харківської області доцільно розглядати як п'ять кластерів зі схожими характеристиками. Аналіз районів по кластерам дозволив виділити невідповідність сил та засобів у таких районах як Зміївський, Куп'янський та Дергачівський відповідно потребуючих застосування функції регулювання. Також було виділено кластер у який увійшли райони з найменшою напруженістю оперативної обстановки (Печенізький, Коломацький, Кегичівський, Зачепилівський), що дало підстави висунути пропозицію щодо передачі функцій управління забезпечення пожежної безпеки цих районів сусіднім районним відділам, а саме Печенізького РВ → Чугуївському РВ; Коломацького РВ → Валківському РВ; Кегичівського РВ → Сахновщинському РВ; Зачепилівського РВ → Красноградському РВ.

При рішенні часткових задач дослідження використовувались наступні методи дослідження:

- аналіз даних щодо надзвичайних подій, які відбулися на території Харківської області здійснювався з використанням основних положень статистики та прогностики, порівняння та узагальнення;
- порядок організації та здійснення реагування на виклики досліджувався базуючись на принципах системного підходу науки управління, використовуючи елементи статистичного аналізу, методи теорії ймовірності;

Обґрунтованість розроблених математичних моделей та запропонованих рішень підтверджується правильністю вибору математичного апарату та методів дослідження.

Теоретична значимість проведених досліджень полягає в розробці підходів щодо визначення перспективних напрямків підвищення ефективності забезпечення пожежної безпеки.

Практична значущість проведених досліджень полягає в тому, що впровадження їх результатів буде сприяти підвищенню ефективності, забезпечення належного рівня пожежної безпеки на території Харківської області.

Результати роботи доцільно використовувати при реалізації функцій координації та регулювання в процесі управління забезпечення пожежної безпеки на території Харківської області.



**Рис.1 – Розбиття районів по кластерам на мапі Харківської області**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андронов В.А. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні: Монографія / В.А. Андронов, М.М. Дівізіюк, В.Д. Калугін, В.В. Тютюник. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2016. – 319 с.
2. Альбоцій О.В., Кулешов М.М., Калашніков О.О., Рашкевич С.А., Труш О.О. Основи управління в органах і підрозділах МНС України. – Харків, 2007. – 310 с.



## Зміст

<b>Аветісян В.Г., Найдьонов А.О.</b> Застосування програмного тренажеру для підготовки здобувачів вищої освіти під час проведення рятувальних робіт при ДТП.....	3
<b>Антошкін О.А.</b> Моделювання процесу проектування шлейфів систем пожежної сигналізації з урахуванням довжини дротяних з'єднань.....	5
<b>Безуглов О.Є., Литовченко Д.Р.</b> Формування сучасних форм та методів навчання рятувальних робіт на висоті.....	7
<b>Безуглов О.Є., Новак М.В.</b> Вдосконалення способів рятування людей із будівель підвищеної та висотної поверховості.....	9
<b>Белюченко Д.Ю., Стрілець В.М., Зюбін М.Е.</b> Діяльність добровільної пожежної служби за кордоном.....	11
<b>Белюченко Д.Ю., Стрілець В.М., Нанкова В.С.</b> Дослідження умов та впливу чинників на дії з оперативного розгортання пожежних автоцистерн.....	13
<b>Бондаренко С.Н., Мурин М.Н., Христин В.В.</b> Выбор размеров помещения для распределительной сети спринклерной воздушной секции системы водяного пожаротушения.....	15
<b>Бондаренко О.О., Олекса В.М., Осипенко І.О.</b> Формування фахових компетентностей, вміння застосовувати набуті знання у повсякденній діяльності особового складу ОРС ЦЗ ДСНС України.....	17
<b>Бородич П.Ю., Глущенко М.Р.</b> Імітаційне моделювання оперативного розгортання та встановлення бандажів на емності за допомогою пневмоінструмента.....	19
<b>Бородич П.Ю., Попов Є.В.</b> Наукове обґрунтування нормативу рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних.....	21
<b>Ванжа А.М., Морозов О.С., Бесараб С.В.</b> Порівняльний аналіз сучасних апаратів на хімічно-пов'язаному кисні.....	23
<b>Васильєв С.В., Наводничий В.А.</b> Використання безпілотних літальних апаратів оперативно-рятувальними підрозділами.....	24
<b>Васильченко О.В., Євсюкова Н.В.</b> Аналіз функціональності пожежосховищ висотних адміністративних будівель.....	25
<b>Виноградов С.А., Калиновський А.Я.</b> Удосконалення маломірного пожежно-рятувального катеру.....	27
<b>Гаврилюк А.Ф., Назаровець О.Б.,</b> Застосування мікроструктурного фазового аналізу провідників бортової електромережі транспортних засобів при дослідженні їх загорянь.....	28
<b>Грицина І.Н., Черний Я.А.</b> Разрушение строительных конструкций высокоскоростными струями жидкости.....	30
<b>Данілін О.М., Столбовий Є.В.</b> Блискавкозахист об'єктів - один з основних видів забезпечення безпеки від надзвичайних ситуацій техногенного характеру.....	32
<b>Дубінін Д.П., Гаврилов Б.В.</b> Обґрунтування доцільності застосування технічних засобів для подачі дрібнорозпиленої води.....	34

<b>Дубінін Д.П., Лісняк А.А., Баглюк Є.Ю.</b>	
Удосконалення імпульсних вогнегасних систем для гасіння пожеж дрібнорозпилим водяним струменем .....	36
<b>Єлізаров О.В.</b>	
Підвищення надійності дихальних апаратів .....	38
<b>Желєзнов Д.В., Тютюник В.В., Калугін В.Д.</b>	
Центр зв'язку та управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Умови особливостей функціонування та перспективи розвитку.....	40
<b>Ішук В.М., Подберезна О.С.</b>	
Організація професійної підготовки рятувальників .....	42
<b>Ішук В.М., Подберезна О.С.</b>	
Організація навчання при підготовці місцевих пожежних команд.....	43
<b>Калиновський А.Я., Поліванов О.Г.</b>	
Застосування вогнегасних порошків в контейнерах.....	45
<b>Коваленко Р.І.</b>	
Розробка методу комплектування аварійно-рятувальних формувань оперативними транспортними засобами.....	47
<b>Ковальов П.А., Андросович І.Ю.</b>	
Вдосконалення способу контролю за експлуатацією пожежно-технічного та аварійно-рятувального оснащення .....	49
<b>Ковальов П.А., Глазкова Т.В.</b>	
Аналіз кількісних показників, що характеризують процес дихання .....	51
<b>Ковальов О.О.</b>	
Перспективи використання оболонкових вогнегасних речовин.....	53
<b>Кодрик А.І., Нікулін О.Ф., Виноградов С.А.</b>	
Залежність однорідності бульбашок компресійної піни від зміни її кратності.....	54
<b>Кривошей Б.І.</b>	
Розробка рекомендацій щодо покращення тактико-технічних характеристик нових пожежних автоцистерн .....	56
<b>Кришталь В.М.</b>	
Методи формування критеріальної функції у вирішенні проблеми комплектування аварійно-рятувальної техніки .....	58
<b>Кропива М.О., Майборода А.О., Нуянзін В. М., Однороженко Д.С., Вовк А. Ю.</b>	
Вдосконалення способу гасіння пожежі в автомобілі.....	60
<b>Кулаков О.В.,</b>	
Проблеми гасіння пожеж багатопаливних АЗС.....	62
<b>Левтеров А.А., Тютюник В.В., Калугін В.Д.</b>	
Особенности практической реализации эффекта акустической эмиссии для раннего обнаружения очага пожара .....	64
<b>Лісняк А.А., Дубінін Д.П., Лисенко О.М., Стороженко К.О.</b>	
Використання ствола-пробійника для гасіння пожеж.....	66
<b>Максимов А.В., Стрілець В.М., Єрмак О.О.</b>	
Рятування постраждалого який втратив свідомість при переміщенні по вертикальним канатам .....	68
<b>Максимов А.В., Стрілець В.М., Горбунов І.Г.</b>	
Оперативне розгортання особового складу аварійно-рятувального автомобілю при рятуванні постраждалого з колектору.....	69
<b>Матухно В.В.</b>	
Оцінка визначення кількісної характеристики вибухонебезпеки технологічного стану газопереробного підприємства при запобіганні надзвичайним ситуаціям.....	70
<b>Миргород О.В., Корогодська А.М., Тараненкова В.В.</b>	
Склади бетонів для оптимізації вогнетривких та фізико-механічних властивостей залізобетонних конструкцій після впливу пожежі .....	72

<b>Назаренко С.Ю., Лузан Д.А.</b>	
Планування експериментальних випробувань зразків напірних пожежних рукавів на розрив.....	73
<b>Оксьом Т.Ю., Петухова О.А.</b>	
Вдосконалення локалізації пожеж в готелях за рахунок АСПГ.....	75
<b>Останов К.М., Греков А.С.</b>	
Дослідження траєкторій руху гелеутворюючих складів при різноманітних кутах нахилу стволів розпилувачів установки АУГГУС-М.....	76
<b>Отрош Ю.А., Король О.В.</b>	
Техногенна безпека об'єктів хімічної промисловості.....	78
<b>Петухова О.А., Горносталь С.А.</b>	
Підвищення ефективності протипожежного захисту виробничого об'єкту.....	80
<b>Петухов Р.А.</b>	
Дослідження пін швидкого тверднення як перспективного ізолюючого засобу для ліквідації наслідків аварій з виливом токсичних рідин.....	82
<b>Покалюк В.М.</b>	
Декомпозиція професійної підготовки особового складу структурних підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту України.....	84
<b>Поліванов О.Г.</b>	
Альтернативне застосування «NOVECT <sup>TM</sup> 1230».....	86
<b>Пономаренко Р.В., Мішина В.О.</b>	
Особливості утримання приміщень в дпрч та порядок допуску осіб у службові приміщення.....	88
<b>Пономаренко Р.В., Стадник Д.О.</b>	
Особливості організації служби в підрозділах гарнізону орс цз, що охороняють об'єкти на договірних засадах.....	90
<b>Попов І.І., Толкунов І.О.</b>	
До питання методичного забезпечення прогнозування та оцінки наслідків масових пожеж.....	92
<b>Рубан Д.В., Виноградова Н.О., Петухова О.А., Горносталь С.А.</b>	
Вдосконалення способу визначення характеристик пожежних кран-комплектів (ПКК).....	94
<b>Савельєв Д.І.</b>	
Застосування бінарних вогнегасних систем для гасіння ландшафтних пожеж.....	96
<b>Савельєв Д.І., Бондарєв Д.Р.</b>	
Шляхи облаштування вогнезахисних хімічних смуг для гасіння лісових пожеж.....	97
<b>Савченко О.В., Баїттова Д.М., Ідаєтов Д.О.</b>	
Перспективи використання бінарних гелеутворюючих систем при ліквідації пожеж на нафтоналивних суднах.....	98
<b>Самбор М.А., Гудович О.Д.</b>	
Правові засади функціонування підсистеми охорони публічного (громадського) порядку ЄДСЦЗ в умовах надзвичайних ситуацій.....	99
<b>Дендаренко Ю.Ю., Сенчихін Ю.М., Краснов В.А.</b>	
Раціональні схеми застосування радіальних водяних струменів для захисту сусідніх з палаючим рвс-3000 під час пожежі.....	101
<b>Сировий В.В., Агашков С.С.</b>	
Класифікація оперативних дій та виїзд і прямування пожежно-рятувального підрозділу до місця пожежі.....	103
<b>Смирнов О.М.</b>	
Доцільність та порядок проведення утилізації 240 мм мінометних пострілів ЗВФ2 з АРМ ЗФ2.....	105

<b>Стрілець В.М., Стецюк Є.І.</b>	
Моделювання вибухів руйнування цегляних споруд .....	108
<b>Тітенко О.М., Шахов С.М.</b>	
Математична модель процесу генерації компресійної піни .....	110
<b>Толкунов І.О., Метьюлкін О.О.</b>	
Підвищення ефективності робіт з розмінування місцевості шляхом використання сучасних безпілотних літальних апаратів .....	111
<b>Трегубов Д.Г., Кірєєв О.О.</b>	
Можливість гасіння полярних рідин зернистим піносклом .....	113
<b>Трегубов Д.Г., Кірєєв О.О., Дадашов І.Ф.</b>	
Гасіння пожеж класу в змоченим зернистим піносклом .....	115
<b>Тютюник В.В., Калугін В.Д., Агазаде Х.</b>	<b>117</b>
Развитие научных основ создания автоматизированной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций тектонического происхождения .....	117
<b>Тютюник В.В., Калугін В.Д., Захарченко Ю.В.</b>	<b>119</b>
Особливості практичної реалізації геоінформаційної системи оперативного моніторингу локальних надзвичайних ситуацій за допомогою безпілотних літальних апаратів .....	119
<b>Тютюник В.В., Калугін В.Д., Пискалова О.О.</b>	
Особливості створення у єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій .....	122
<b>Черкашин О.В., Семенов Д.Ю.</b>	
Механізм запобігання виникненню надзвичайних ситуацій на підконтрольних об'єктах суб'єктів господарювання .....	125
<b>Черкашин О.В., Філобок Д.С.</b>	
Механізм удосконалення пожежно-профілактичної роботи з попередження виникнення надзвичайних ситуацій .....	126
<b>Чернуха А.А., Журавльова О.С.</b>	
Випробування масок дихальних апаратів на герметичність .....	127
<b>Чернуха А.А., Фільчук О.М.</b>	
Підготовка газодимозахисників за допомогою тренажера «Лабіринт» .....	128
<b>Чуб І.А., Мележик Р.С.</b>	
Імітаційне моделювання міської інженерної інфраструктури як джерела техногенної надзвичайної ситуації в мегаполісі .....	129
<b>Чуб І.А., Михайловська Ю.В.</b>	
Розміщення геометричних об'єктів зі змінними метричними характеристиками .....	132
<b>Шевченко С.М., Борзенков Д.А.</b>	
Розрахунок геометричної форми профілю відбивача пожежного сповіщувача диму .....	134
<b>Шевченко С.М., Карнов А.А.</b>	
Особливості гасіння лісових пожеж .....	136
Забезпечення необхідного рівня пожежної безпеки будівель заввишки 100 м і більше .....	138
<b>Щербак С.М., Токар І.О.</b>	
Використання внутрішнього водопроводу при гасінні пожежі в житлових будівлях .....	140
<b>Яценко О.А., Ляшевська О.І.</b>	
Застосування та реалізація функцій координації та регулювання в процесі управління забезпеченням належного рівня пожежної безпеки території Харківської області .....	141

Підписано до друку 10.10.19. Формат 60x84/16.  
Папір 80 г/м<sup>2</sup>. Ум.друк. арк. 9,3  
Тираж прим. Вид. № 57/19. Обл.вид арк. 7,2  
Сектор редакційно-видавничої діяльності  
Національного університету цивільного захисту України  
61023, м. Харків, вул. Чернишевська, 94

[www.nuczu.edu.ua](http://www.nuczu.edu.ua)