

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ  
ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ



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

22 листопада 2024 року

Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням. Матеріали круглого столу. – Черкаси: Національний університет цивільного захисту України, 22 листопада 2024. – 209 с.

У збірці розміщено матеріали круглого столу «Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням». У збірці представлено наукові доповіді з наступних напрямків:

- Проблемні питання організації служби та професійної підготовки в ДСНС України в умовах воєнного стану.

- Особливості застосування засобів і способів гасіння пожеж та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій в умовах воєнного стану.

- Актуальні питання створення, переобладнання та використання пожежної та аварійно-рятувальної техніки, оснащення та засоби індивідуального захисту в Україні у мирний та воєнний час.

- Моніторинг поточного стану та оперативні заходи реагування на надзвичайні ситуації чи інциденти, пов'язані з викидом (виливом) небезпечних хімічних та радіоактивних речовин.

- Інноваційні підходи та технології у вдосконаленні роботи оперативно-рятувальних підрозділів ДСНС в умовах воєнного конфлікту.

**Редакційна колегія:**

кандидат технічних наук, доцент Калиновский А.Я.,

кандидат технічних наук, доцент Савельєв Д.І.

***Редакційна колегія не несе відповідальності за зміст та стилістику матеріалів, представлених у збірнику.***

Відповідальний за випуск Савельєв Д.І.

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

### **Голова**

**РИБКА Євгеній Олексійович,**

т.в.о. проректора з наукової роботи Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, професор;

### **Заступник голови**

**КОЛЕНОВ Олександр Миколайович,**

заступник начальника факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

### **Члени оргкомітету:**

**ВИНОГРАДОВ Станіслав Андрійович,**

заступник начальника кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент;

**ЛІСНЯК Андрій Анатолійович,**

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

**КОВАЛЬОВ Павло Анатолійович,**

начальник кафедри пожежної та рятувальної підготовки факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент;

**СЛЕПУЖНІКОВ Євген Дмитрович,**

начальник кафедри спеціальної хімії та хімічних технологій факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент;

**КУСТОВ Максим Володимирович**

начальник наукового відділу з дослідження проблем цивільної та техногенно-екологічної безпеки науково-дослідного центру Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, професор.

### **Технічний секретар**

**САВЕЛЬЄВ Дмитро Ігорович,**

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

---

**СЕКЦІЯ 1**  
**«ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СЛУЖБИ ТА**  
**ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ В ДСНС УКРАЇНИ В УМОВАХ**  
**ВОЄННОГО СТАНУ»**

---

**УДК 313.86**

**ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ РЯТУВАЛЬНИКІВ-  
ВЕРХОЛАЗІВ ДО РОБОТИ УМОВАХ ВОЄНОГО СТАНУ**

*Д.Ю. Белюченко, к.т.н.,ст. викл. каф.  
Національний університет цивільного захисту України*

У зв'язку із інтенсивними військовими діями на території України значно збільшилися випадки руйнування будівель та споруд різного призначення. Ліквідація завалів здійснюється особовим складом підрозділів ДСНС України.

Рятувальні роботи на висотних об'єктах житлового та промислового призначення виконуються у випадках руйнування об'єктів, викликаних військовими діями, землетрусами, вибухами, пожежами, саморуйнуванням тощо. Поки що рятування людей з висотних об'єктів представляє велику проблему і вирішується особовим складом підрозділів оперативно-рятувальної служби ДСНС, які у свою чергу, мають труднощі з комплектуванням спеціального оснащення та страхувальних засобів та рятувальними пристроями як групового, так і індивідуального призначення. Теперішній час вимагає від підрозділів оперативно-рятувальної служби найбільш ефективно проводити невідкладні роботи на висоті з деблокування та порятунку людей, розбору завалів основних будівельних конструкцій. Рятувальні роботи на висоті завжди пов'язана з численними ризиками, основним із яких є ризик падіння з висоти, тому всі ризики мають бути враховані, оцінені, виключені чи максимально обмежені.

Визначено [1], що в провідних країнах світу на озброєнні рятувальних підрозділів з'явилося множинне різноманіття професійного верхолазного спорядження для групового та індивідуального порятунку людей, а також спеціальне оснащення та страхувальні засоби, які дозволяють провести порятунок людей в умовах надзвичайної ситуації. Головною вимогою проведення рятувальних робіт на висоті є достатня кваліфікація рятувальників, а також дотримання встановлених вимог з охорони праці та надійність та функціональність необхідного індивідуального та колективного верхолазного спорядження.

В той же час, в [2] встановлено, що головною вимогою проведення рятувальних робіт на висоті є достатня кваліфікація рятувальників, а також надійність та функціональність необхідного індивідуального та колективного верхолазного спорядження. Були досліджені типові операції проведення рятувальних робіт на висоті, де було встановлено що з появою та використанням

нового рятувального спорядження, з'явилося багато варіантів ведення рятувальних робіт на об'єктах підвищеної поверховості. У більшості випадків, способи ведення даних робіт побудовані на багаторічній практиці рятувальних робіт з висоти та прив'язані до технічних характеристик спорядження. Встановлено, що питання які би висвітлювали ефективність проведення рятувальних робіт на висоті особовим складом оперативно-рятувального підрозділу, не розглядалися.

В [3] підкреслюється, що впровадження сучасних методик та прийомів які будуть закріплювати практичні навичками та вміннями, які здобуті під час практичного відпрацювання вправ на спеціалізованих тренажерах з моделюванням надзвичайних ситуацій на висоті різної складності. Таким чином це допоможе підвищити рівень та якість виконання рятувальних робіт з порятунку людей на висоті, бути морально та психологічно підготовленими для ведення рятувальних та інших невідкладних робіт, як самостійно так і у складі висотно-рятувальної групи.

При проведенні висотно-рятувальних робіт з порятунку людей та під час розбирання завалів будівельних конструкцій рятувальникам-верхолазом необхідно враховувати оцінки ймовірних ризиків, які можуть виникати у визначеній зоні оперативних дій, та можуть створити важкі, непоправні наслідки як для особового складу рятувальної групи так і для людей яких рятують. Для зменшення ризику уражень рятувальників-верхолазів під час проведення висотно-рятувальних робіт в осередках масового руйнування будинків та споруд необхідно попередня багатофакторна підготовка всіх підрозділів аварійно-рятувальних формувань. Нажаль на теперішній час не існує алгоритму дій для рятувальників, який би враховував всі можливі ризики ураження особового складу як результат множення ймовірності події на її наслідок під час проведення оперативних дій в умовах воєнного стану.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Белюченко Д.Ю., Стрілець В.М., Максимов А.В. Порівняльна оцінка різних варіантів проведення висотно-рятувальних робіт. *Problems of Emergency Situations*. 2023. № 38. С. 80–95. doi: 10.52363/2524-0226-2023-38-6.
2. Seven parts of an in-house rescue plan for working at heights. URL: <https://www.ishn.com/articles/113696-7-parts-of-an-in-house-rescue-plan-for-working-at-heights>.
3. Working at height Rules for the use of work equipment intended for temporary work at height. Available URL: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/working-height>

## **ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ОСІБ РЯДОВОГО І НАЧАЛЬНИЦЬКОГО СКЛАДУ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС ОКУПАЦІЇ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*К.Ю.Гаврилова, кандидат юридичних наук, доцент  
заступник начальника Головного управління ДСНС України у Херсонській  
області*

Професійна компетентність особового складу служби цивільного захисту України визначається у поєднанні теоретичної та практичної готовності здійснювати службову діяльність і характеризує його професіоналізм.

Формування і розвиток в осіб рядового і начальницького складу професійних компетентностей здійснюється в процесі професійної підготовки, як організований, безперервний і цілеспрямований процес, необхідний для професійної діяльності за певною професією (спеціальністю) та успішного виконання посадових обов'язків у відповідній галузі, а також їх своєчасного оновлення та вдосконалення [1].

Професійні компетентності слід постійно розвивати й удосконалювати.

Особи, які приймаються на службу цивільного захисту та призначаються на посади рядового і молодшого начальницького складу, проходять первинну професійну підготовку, а на посади середнього та старшого начальницького складу - перепідготовку або спеціалізацію у відповідних закладах вищої освіти із специфічними умовами навчання, які належать до сфери управління центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, або їх відокремлених структурних підрозділах [2].

Тобто формування професійних компетентностей у сфері цивільного захисту, опанування новітніх технологій, ознайомлення із сучасним устаткуванням, обладнанням, технікою, тенденціями розвитку служби цивільного захисту, вимогами до кваліфікації за відповідними професіями здійснюється в процесі проходження первинної підготовки, перепідготовки, спеціалізації тощо.

Професійно-технічне навчання, перепідготовка та підвищення кваліфікації робітничих кадрів (відповідно отриманих ліцензій), для потреб підпорядкованих підрозділів Головного управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Херсонській області (далі за тестом – ГУ ДСНС) здійснюється навчальним пунктом аварійно-рятувального загону спеціального призначення ГУ ДСНС (далі за текстом – навчальний пункт).

У зв'язку з військовою агресією Російської Федерації проти України 24 лютого 2022 року введено воєнний стан на території усієї держави [3]. На початку березня 2022 року Збройні Сили України вже не контролювали обласний центр – місто Херсон, російські війська окупували практично всю територію області.

Перед службою порятунку Херсонської області постали нові випробування щодо виконання покладених на службу завдань під час окупації та визначення пріоритетних напрямків діяльності, які повинні виконуватися, враховуючи ситуацію та обставини.

Однією з перших постала проблема - з початку повне позбавлення доступу до інтернету, а після відновлення він став працювати через російські сервери. Власні канали Росія використовувала щоб відстежувати дані й поширювати пропаганду. Навіть використання VPN-сервіс на телефоні та комп'ютері не гарантували конфіденційності передачі даних.

Комунікація ГУ ДСНС з центральним органом виконавчої влади, що реалізувала державну політику у сфері цивільного захисту під час окупації області здійснювалась тільки у випадках інформування про надзвичайні та/або резонансні події через месенджери. Як наслідок, офіційний документообіг теж був під загрозою розголошення інформації, тому з березня 2022 року частково призупинили направлення нормативних та локальних документів до підрозділів ГУ ДСНС.

Особові справи особового складу і працівників на початку повномасштабного вторгнення та окупації Херсонської області були передислоковані до підрозділу іншого територіального органу ДСНС України для зберігання та як захід забезпечення нерозголошення персональних даних.

Інша службова документація, яка зберігалась в підпорядкованих підрозділах та адміністративній будівлі ГУ ДСНС, знищувалась в повному обсязі з метою забезпечити неможливість розповсюдження інформації про діяльність підрозділів та дані про особовий склад.

Із затвердженням Порядку підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту, потреба у професійній підготовці формувалась на підставі узагальненої інформації від підпорядкованих підрозділів ГУ ДСНС для здобуття професійної (професійно-технічної) освіти, перепідготовки та підвищення кваліфікації.

В підрозділі ГУ ДСНС фахівець, який здійснює службову діяльність з організації професійної підготовки, веде поіменний облік:

- осіб, які відібрані на службу цивільного захисту та направлені на курси первинної професійної підготовки/професійного (професійно-технічного) навчання або спеціалізацію;
- осіб, які після закінчення курсів первинної професійної підготовки/професійного (професійно-технічного) навчання проходять стажування за місцем служби;
- осіб, які підлягають направленню на навчання або завершили навчання на курсах підвищення кваліфікації, спеціалізації або пройшли перепідготовку [1].

Зазначені облікові документи знищувались першочергово, враховуючи, наявність в них персональних даних.

Адміністративну будівлю ГУ ДСНС не було захоплено одночасно із вторгненням російських військ на територію Херсонської області, що дало

змогу, за рішенням керівництва, максимально знищити службові документи та документи, що містили інформацію з персональними даними фахівців служби цивільного захисту.

На момент окупації Херсонській області навчальним пунктом не проводилось навчання слухачів, але планування навчання в подальшому прийшлося відкоригувати. Корегування плану-графіку комплектування навчального пункту здобувачами освіти на 2022 календарний рік було здійснено шляхом повного припинення його виконання. Фактично виникла «заборгованість» у професійній підготовці осіб рядового і начальницького складу.

Для забезпечення особистої безпеки осіб рядового і начальницького складу, державних службовців та працівників, які опинилися на окупованих територіях України, ДСНС України розробило тимчасовий порядок організації робочого процесу поза місцем служби (роботи) в умовах воєнного стану.

Зазначений Порядок передбачав можливість проходження служби або роботи:

- за основним місцем проходження служби (роботи);
- поза основним місцем проходження служби (роботи) – дистанційно;
- в іншому органі (підрозділі) цивільного захисту [4].

Саме впровадження тимчасового проходження служби або роботи в іншому підрозділі цивільного захисту гарантувало особовому складу, який виїжджав з окупованих територій можливість продовження несення служби до моменту зміни обстановки в області.

Прикомандирування особового складу до підрозділів інших територіальних органів ДСНС України дало змогу тимчасово нормалізувати облік кадрів та виконання завдань за отриманою раніше професійною кваліфікацією особовим складом та працівниками Херсонського гарнізону.

Але постали нові проблеми - відсутність свідоцтва державного зразка, що підтверджує присвоєння освітньо-кваліфікаційного рівня «кваліфікований робітник» з отриманої професії. Особовий склад, покидаючи місце проживання на окупованій території, не замислювався про необхідність долучення до переліку обов'язкових документів - документів про освіту. Тому більшість з них втрачені, пошкоджені або загублені, є випадки залишення документів у власних будинках, а в подальшому ці помешкання зазнали руйнування від ворожих снарядів, затоплення від підриву Каховської ГЕС тощо.

В разі службової необхідності долучити прикомандировану особу до виконання службових обов'язків за іншою посадою, виникало вже дві перепони: по-перше, відсутність підтвердження про наявність відповідної професійної кваліфікації, по-друге, неможливість направлення до закладу освіти цивільного захисту (навчального підрозділу) на перепідготовку тощо, враховуючи відсутність планування на навчання цих осіб.

Навіть після передислокації всього особового складу з окупованої Херсонської області на територію підконтрольну Збройним Силам України, прикомандирування до підрозділів цивільного захисту в областях, відновлення



процесу навчання залишалось неможливим. Це обумовлено і повною відсутністю документів, інформації та неможливості організації дистанційного навчання. В умовах дистанційного навчання обов'язковою умовою стає наявність гаджету та робочого місця вдома. Для більшості основним гаджетом для навчання є телефон, що може впливати на якість навчання, особливо, якщо воно здійснюється у дистанційному форматі. Для інших, викладачів, відсутність матеріалів, методичних посібників для викладання занять, неможливості організувати проведення практичної частини навчання, закриття державних реєстрів тощо.

Знищення усіх документальних підтверджень проведених навчань, узагальнюючої інформації щодо майбутньої потреби у навчанні особового складу призвело в подальшому, після деокупації частини Херсонської області, до повільного відновлення роботи закладу професійної (професійно-технічної) освіти – навчального пункту, втрати значної частини свідоцтв державного зразка та надання до ДСНС України необґрунтованої потреби для здобуття особами рядового і начальницького складу професійної (професійно-технічної), фахової передвищої, вищої та післядипломної освіти на 2023 рік.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України «Про затвердження Порядку підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту» від 26.05.2020 № 412. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0496-20#Text>.

2. Постанова КМУ України «Про затвердження Положення про порядок проходження служби цивільного захисту особами рядового і начальницького складу та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України» від 11.07.2013 №593. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/593-2013-%D0%BF#Text>.

3. Указ Президента України «Про введення воєнного стану» від 24.02.2022 №64/2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/64/2022#Text>.

4. Наказ ДСНС України «Про затвердження Тимчасового порядку організації робочого процесу поза місцем роботи (служби) в умовах воєнного стану та деякі питання виплати додаткової винагороди» від 06.04.2022 № НС-188.

## ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ

*Д.В.Загаба, О.І.Мигаленко, к.е.н., доцент кафедри техніки та засобів цивільного захисту Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України*

В багатьох ситуаціях людині потрібно безпомилково та швидко орієнтуватися та приймати правильні рішення, особливо в екстремальних випадках, нерідко пов'язаних з необхідністю обробки великого об'єму інформації. Та на жаль, дуже часто саме в таких ситуаціях робляться найбільші помилки, що іноді приводять до фатальних наслідків.

Для гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій ведуться різні оперативні дії в умовах складної обстановки, вдень і вночі, при високих і низьких температурах, в задимленому і отруєному середовищі.

Для виконання завдань за призначенням, особовий склад ГДЗС повинен бути у постійній фізичній та психологічній готовності. Це досягається постійними тренуваннями та практичною роботою на пожежах та НС, при яких на організм газодимозахисника іде значне фізичне навантаження та психологічний стрес. З метою удосконалення морально-вольових якостей газодимозахисників створені смуги психологічної підготовки. Вони являють собою комплекс із різних об'єктів та перешкод, пов'язаних в єдину систему. Проте, виконання вправ на них мало позначаються на підвищенні рівня фізичної та психологічної підготовки через низький рівень впливу небезпечних факторів пожежі під час тренувань[1].

В цей же час, проблема психологічної підготовки газодимозахисника привертає до себе все більш пильну увагу практичних підрозділів ДСНС України. Річ у тім, що не можна пасивно чекати, коли сформується особистість газодимозахисника, чи сподіватися на те, що все прийде з досвідом. Період відносної психічної адаптації настає, коли рятувальник при гасінні пожежі діє відповідно до встановлених норм і правил, не проявляючи при цьому емоційності, правильно і тактично грамотно виконує поставлену задачу. Для того, щоб особовий склад підрозділів ДСНС України зміг успішно виконувати оперативні завдання, він повинен володіти визначеними психологічними знаннями, вміннями і якостями.

Ще один із варіантів підготовки газодимозахисника – навчальні башти. Вони дають змогу оволодіти практичними навичками, при чому вправи можна здійснювати працюючи в апаратах, що дасть рівноцінне навантаження як при пожежі. На жаль, в гарнізонах багато навчальних башт є застарілими і потребують капітального ремонту.

В європейських країнах широко використовуються мобільні – тренувальні комплекси для підготовки пожежних. Це передова

комп'ютеризована система навчання, яка дає змогу у безпечних, контрольованих та екологічно чистих умовах підготувати працівників ДСНС України. Тому в країнах, які користуються мобільними тренажерами, набагато менша кількість як травмувань, так і смертельних випадків внаслідок надзвичайних ситуацій. Цей пристрій дозволяє реалізувати ряд завдань, з якими рятувальник може зіткнутися під час внутрішньої пожежі: висока температура, обмежена видимість, задимлене та загазоване середовище, повторне спалахування полум'я, явище зворотної тяги, раптове виникнення загрози, пошук та евакуація постраждалого або балонів з газом. Тобто сценарій проведення занять у мобільно-тренувальних комплексах може бути досить різноманітним, зважаючи на їх технічне наповнення та ідейне комбінування.

Було досліджено і проаналізовано існуючі методи підготовки газодимозахисників, та розглянуто нові методи для нашої країни в умовах військового стану, які могли б значно покращити майстерність та витривалість наших рятувальників, а головне значно знизити ризик травмування чи загибелі людини підчас ліквідації надзвичайної ситуації. Тому вважаємо, що для підвищення рівня професійної підготовки газодимозахисників, за умови достатнього фінансування, найкращим варіантом є застосування мобільних тренувальних комплексів європейського стандарту, які максимально реалістично відтворюють умови пожежі, фізичне та психологічне навантаження. Найбільш оптимальним варіантом є проведення реконструкції існуючих теплодимокамер, яка включатиме обов'язкові приміщення: тренажерний зал, термічну зону, тренувальну стежку, макет квартири (житловий сектор) та макет виробничої зони. Також використання сучасних тренажерів а саме: вогневий тренажер контейнерного типу, багатофункціональний тренажер контейнерного типу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України № 780 від 25.09.2023 р Порядок організації роботи органів управління та підрозділів, закладів освіти системи ДСНС під час підготовки особового складу, гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та інших небезпечних подій в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження..
2. Наказ ДСНС № 870 від 31.10.2023 р. Положення про газодимозахисну службу Державної служби України з надзвичайних ситуацій.
3. Наказ ДСНС № 680 від 27.06.2024 р.Методичні рекомендації з підготовки газодимозахисників ДСНС України.
4. Наказ МВС України від 15.06.2017 № 511 «Про затвердження Порядку організації службової підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту».

## РОЗВИТОК МЕДИЦИНИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ПОВНОМАШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ

*Р. Т. Парщик здобувач вищої освіти*

*П. В. Босак к.т.н., доцент, Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності*

Розвиток медицини в Україні за час повномасштабного вторгнення відображає складність та багатогранність впливу військових дій на сферу охорони здоров'я. Позитивні аспекти включають підвищення уваги до медичної системи, розвиток медичної інфраструктури, підвищення кваліфікації медичного персоналу та залучення міжнародної допомоги для покращення надання медичної допомоги. З іншого боку, військові дії спричинили руйнування медичних закладів, зниження доступності медичної допомоги на окупованих територіях, втрати медичного персоналу та недостатнє фінансування медичної сфери через військові витрати і економічні труднощі. Такий контекст вимагає комплексних заходів для відновлення та покращення умов медичної допомоги в Україні під час воєнного конфлікту [1].

Підрозділи екстреної допомоги населенню за єдиним телефонним номером 112 відіграють критичну роль у забезпеченні безпеки цивільного населення та наданні допомоги постраждалим в контексті повномасштабного військового вторгнення Росії в Україну. Їхня діяльність охоплює широкий спектр завдань, включаючи евакуацію, організацію гуманітарних коридорів, надання медичної допомоги та координацію з міжнародними та національними гуманітарними організаціями. Ефективність цих підрозділів базується на їх високій мобільності, тактичній підготовці та здатності швидко реагувати на загрози [2, 5].

Однією з основних функцій підрозділів є евакуація цивільного населення з зони активних бойових дій. Надання медичної допомоги та усунення наслідків ракетних обстрілів та інше. Зважаючи на інтенсивність та непередбачуваність бойових дій, завдання з евакуації вимагають точної координації між військовими та місцевими органами влади. Підрозділи мають створені безпечні гуманітарні коридори, що дозволяють цивільним безпечно пересуватися з небезпечних районів у тимчасово безпечні зони. Процес є особливо поселеним у районах, де бойові дії руйнують цивільну інфраструктуру, зокрема житловим будинкам, школам та лікарням [3].

Війна стала серйозним викликом для галузі охорони здоров'я в Україні. Починаючи з першого дня повномасштабного вторгнення, збільшення проблематики лікування військовослужбовців та мирного населення стало серйозним випробуванням для кожного кваліфікованого фахівця в галузі охорони здоров'я.

Сучасна медична практика стикається з надзвичайно складними та специфічними видами травм. Однією з найпоширеніших є мінно-вибухова травма, що завдає значних ушкоджень тканин і потребує багатокомпонентного підходу до лікування, яке часто включає реконструктивні хірургічні втручання або, у важких випадках, ампутацію кінцівок.

Мінно-вибухові травми становлять значний виклик для хірургічних команд через різноманітність уражень та велику кількість факторів, що впливають на результат лікування. Лікування таких випадків потребує високого рівня кваліфікації лікарів. Основними завданнями збереження є не лише життя, але відновлення й максимально можливо функціональності та якості життя після.

З огляду на високий ризик травм медичний персонал повинен бути підготовленим до оперативного та ефективного надання допомоги в умовах підвищеної складності. Сучасні є постійне вдосконалення професійних навичок, систематичне навчання та практика, а також співпраця з міжнародними фахівцями. Такий підхід сприяє досягненню оптимальних результатів у лікуванні постраждалих, підвищуючи ефективність надання медичної допомоги в екстремальних ситуаціях [4].

Українська система охорони здоров'я, яка навіть у мирний час стикалася з численними проблемами, в умовах війни зазнала серйозних випробувань, які створили загрозу її повного руйнування. Однак криза також стала стимулом для активного пошуку ефективних рішень. Війна призвела до впровадження нових підходів в організації медичної допомоги, включаючи посилення міжнародної співпраці та адаптацію до роботи в екстремальних умовах.

Завдяки цим зусиллям українська система охорони здоров'я не лише змогла уникнути колапсу, але й продемонструвала здатність до адаптації та розвитку. Покращення управлінських механізмів, підвищення рівня підготовки медичного персоналу та впровадження сучасних технологій стали ключовими чинниками, що забезпечили стійкість і прогрес медичної галузі навіть в умовах збройного конфлікту.

У відповідь на ці виклики було створено нові реабілітаційні центри, які надають комплексну медичну допомогу постраждалим. Це забезпечує встановлення ключової функції у відновленні фізичного та психічного здоров'я населення, забезпечуючи їхню соціальну реінтеграцію та сприяючи поверненню до нормального життя.

Цікаво, що в процесі реабілітації особливу увагу приділяють сучасним методам лікування, таким як біонічні протези, які використовують нейронні імпульси для відновлення рухової активності кінцівок. Також активно застосовуються мультимодальні підходи, що включають поєднання фізичної реабілітації, психологічної підтримки та використання віртуальної реальності для тренування когнітивних функцій. Це дозволяє пацієнтам значно швидше відновлювати функціональні можливості та покращує якість життя після важких травм (рис.1).



**Рисунок 1 – Реабілітаційний центр Анброкен**

Завдяки міжнародній співпраці українські підприємства та закордонні партнери значно збільшили виробничу потужність для виготовлення протезів. Це включало модернізацію наявних виробництв і запуск нових високотехнологічних виробничих ліній. Крім того, значне увага приділялася залученню висококваліфікованих фахівців з-за кордону для навчання українських спеціалістів сучасним методам [1].

Важливим проривом стало застосування біонічних протезів, які завдяки інтеграції з нервовою системою пацієнта можуть контролювати за допомогою нейронних імпульсів. Наукові дослідження підтверджують, що такі протези значно покращують якість життя, що дозволяє відновити втрачені функції кінцівок на 80-90%.

Під час розмови із завідувачем 1 хірургічного відділення лікарні Святого Пантелеймона та керівником напрямку хірургії Національного реабілітаційного центру «Незламні» Гнатом Геричем було обговорено вплив війни на сферу охорони здоров'я (рис.2).



**Рисунок 2 – Операційний блок Лікарні Святого Пантелеймон**

Зі слів пана Герича можна стверджувати, що в перші дні війни до лікарні масово надходили як цивільні особи, так і військовослужбовці з надзвичайно важкими пораненнями та травмами. Часто складність цих поранень була настільки високою, що навіть фахівці провідних клінік світу не стикалися з такими випадками протягом своєї кар'єри.

Війна стала каталізатором стрімкого розвитку медицини в Україні. Особливого прогресу досягнуто в галузях реконструктивної хірургії, протезування, пластичної хірургії та забезпечення доступності лікарських засобів. Сьогодні українські лікарі діляться своїм досвідом із закордонними колегами, оскільки знання та навички, набуті в процесі порятунку життів, мають величезне значення та є унікальними.

Від початку війни, було максимальне знищення української медичної інфраструктури та порушення логістичних зав'язків, медичні установи зіткнулися зі значним дефіцитом лікарських засобів та медичного обладнання на окупованих територіях та в зоні бойових дій. В цей час першочерговим питанням було евакуація, транспортування військовослужбовців та цивільного населення в центральну та західну частину країни.

Перший медичний вагон, який не має аналогів у світі, було створено на початку березня 2022 року. Залізничники й медики за 4 дні переобладнали перший такий вагон. Сьогодні ж загальна кількість вагонів, задіяних у медичній евакуації в Україні, становить 62 одиниці.

Порушення логістичних зав'язків призвело до дефіциту лікарських засобів та медичного обладнання. Проте, завдяки міжнародній підтримці, гуманітарним конвоям та спільним зусиллям українських волонтерів, вдалось значною мірою подолати цей дефіцит. Було створено нові маршрути постачання, що дозволило забезпечити лікувальні заклади необхідними ресурсами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Медицина в умовах війни: як змінилася система охорони здоров'я. *Mind.ua*. URL: <https://mind.ua/publications/20245779-medicina-v-umovah-vijni-yak-zminilasya-sistema-ohoroni-zdorov-ya>.
2. World Health Organization (WHO). *World Health Organization (WHO)*. URL: <https://www.who.int/>.
3. Shevchuk R. V. Analysis of reform problems health care systems in Ukraine. *Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky University*, series "Public Administration". 2022. № 6. P. 178–183. URL: <https://doi.org/10.32782/tnu-2663-6468/2022.6/28>
4. Війна. Укрінформ – актуальні новини України та світу. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato>.
5. Веселов М., Забеділіна А. Цивільний захист населення в умовах воєнного стану. *Foreign trade: economics, finance, law*. 2023. Т. 129, № 4. С. 98–114. URL: [https://doi.org/10.31617/3.2023\(129\)09](https://doi.org/10.31617/3.2023(129)09)

## ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ РЯТУВАЛЬНИКІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

*Є.М. Криворучко, Національний університет цивільного захисту України;  
М.А.Захаров, АРЗ СП ГУ ДСНС України у Харківській області.*

Проведення пошукових та рятувальних робіт особовим складом аварійно-рятувальних підрозділів в умовах сьогодення здійснюється за рахунок використання особовим складом спеціального обладнання та інженерного спорядження різного типу. Такі роботи супроводжуються значним фізичним навантаженням та вимагають від особового складу фізичної витривалості в поєднанні з наявністю навичок та відпрацьованих алгоритмів використання різноманітного аварійно-рятувального інструменту. Крім того постійні тренування є обов'язковою складовою готовності сил та засобів аварійно-рятувальної служби до дій за призначенням [1].

Повномаштабне вторгнення російської федерації вимагає від рятувальників постійної готовності до проведення аварійно-рятувальних робіт, з масштабами яких досі мало хто зтикався. За попередніми підрахунками, в Україні в результаті російської агресії наразі пошкоджено або зруйновано близько 120 тис. приватних домоволодінь та понад 20 тис. багатоповерхових будинків, третина з яких зруйновані повністю. Розбір завалів за допомогою ручного інструменту та з використанням інженерної техніки (підйомні крани, бульдозери, екскаватори, лебідки), розбір конструкцій пошкоджених будівель на висотах, деблокування потерпілих та тіл загиблих стали повсякденністю для рятувальників [2].



**Рисунок 1 – Наслідки ракетно-артилерійських обстрілів.**

Проведення пошукових та аварійно-рятувальних робіт нерідко триває днями, а ліквідація наслідків таких подій може тривати тижнями. І якщо роботи з розбору завалів, розчищення території, відновлення комунікацій та інших, не термінових, робіт можливо організувати за певним планом, то виконання пошуково-рятувальних робіт вимагає значної концентрації сил, фізичної витривалості, підготовленості та оснащеності рятувальників.





**Рисунок 2 – Розбір завалів.**

Руйнування багатоповерхових житлових будинків вимагає, в тому числі, проведення робіт на висоті. Ці роботи можуть бути пов'язані як з рятуванням людей з верхніх поверхів, так і з демонтажем аварійних чи нависаючих конструкцій. Тому підготовка рятувальників в цьому напрямку, удосконалення їх практичних навичок та відпрацювання прийомів подібних робіт є актуальним питанням.



**Рисунок 3. Робота рятувальників на висоті.**

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України підвищення рівня знань, умінь, навичок та професійних якостей осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту з метою забезпечення успішного виконання завдань за призначенням проводиться під час службової підготовки у робочий час [3]. При цьому запорукою набуття, закріплення та вдосконалення умінь та навичок особовим складом є якісна організація практичних занять в системі службової підготовки та забезпечення відповідної навчально-тренувальної база в органах та підрозділах цивільного захисту. До складу навчально-тренувальної бази, що забезпечує проведення практичних занять входять навчальні споруди [4]:

- спортзал;
- спортивна кімната;
- спортивний майданчик;
- навчальна башта;
- стометрова смуга з перешкодами;
- смуга психологічної підготовки;
- навчальний майданчик з підготовки піротехніків;
- обладнане місце для проведення водолазних спусків;
- теплодимокамера (димокамера, теплокамера, тренажери).

В умовах війни до проведення аварійно-рятувальних робіт, враховуючи складність ситуації, велику кількість потерпілих та масштаби руйнувань, залучаються не тільки фахівці спеціалізованих підрозділів а й пожежно-рятувальні підрозділи та інші служби. Питання їх підготовки є надважливим. Окрім самої підготовки актуальним залишається підтримання готовності та вдосконалення раніше набутих, в тому числі в умовах ліквідації наслідків подій, навичок та умінь. Все це можливе лише при наявності відповідної навчально-тренувальної бази. Це можуть бути штучні завали, залізобетонні конструкції для імітації частково зруйнованих будівель, конструкції для відпрацювання прийомів рятування потерпілих з висоти (Рис. 4) та інше.



**Рисунок 4. Практичні заняття на штучному завалі та аварійній будівлі.**

Наявність навчально-тренувальних баз (полігонів) для підготовки фахівців пожежно-рятувальних та аварійно-рятувальних підрозділів, навчально-тренувальних майданчиків в територіальних органах ДСНС чи окремих спеціалізованих підрозділах - є запорукою готовності сил та засобів до дій за призначенням.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Дубінін Д. П., Іванов М.А.. Вимоги діючого законодавства України для підготовки пожежних-рятувальників за рахунок використання тренажерів. Матеріали 3-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми пожежної безпеки 2024» («Fire Safety Issues 2024»). – Х.: НУЦЗ України, 2024. С. 170-172.
2. Остапов К.М., Грицина І.М., Використання сучасних технічних засобів для підвищення ефективності пошукових робіт при руйнуванні будівель. Матеріали круглого столу «Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням». НУЦЗ України, 2022. С. 58-60.
3. Кодекс цивільного захисту України. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34- 35, ст.458.
4. Наказ МВС України № 511 від 15.06.2017 р. «Про затвердження Порядку організації службової підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту».

## АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ ДСНС УКРАЇНИ

*В. І. Луц, кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри ПТ та АРР, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

На сьогодні в умовах воєнного стану в Україні робота пожежних-рятувальників (далі газодимозахисників) є однією з найбільш складних і небезпечних професій, тому кожен співробітник Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі ДСНС України) повинен бути готовий до виконання завдань за призначенням в надзвичайних ситуаціях. В середньому кожна шоста пожежа ліквідувалась у складі ланки газодимозахисної служби (далі ГДЗС). Кожна пожежа характеризується виникненням небезпечних факторів пожежі, такими як підвищена температура, задимлення, погіршення складу газового середовища. Роботу пожежних-рятувальників в умовах небезпечних чинників пожежі регламентує нормативна документація, яка визначає організаційний порядок, спрямований на припинення дії небезпечних факторів пожежі, рятування життя та збереження здоров'я людей. Сучасні інноваційні технології, а також євроінтеграція повинна стосуватися усіх галузей людської діяльності, в тому числі і порядку професійної підготовки особового складу ДСНС України. Інтенсивний стан розвитку усіх галузей людської діяльності в епоху глобальних соціально-економічних перетворень вимагає від фахівців галузі пожежної та техногенної безпеки високого рівня професійної підготовки та постійного підтримання їх у готовності. Саме тому аналіз, а також удосконалення методів та технічних засобів підготовки пожежних-рятувальників до дій за призначенням є актуальним.

Підготовка газодимозахисників до роботи в надзвичайних умовах і ліквідації їх наслідків багато в чому залежить від якісного навчання на початковому етапі їх професійного становлення. Важливу роль в забезпеченні підготовки пожежних-рятувальників відіграє їх практична підготовка, яка є складовою частиною професійної підготовки.

Професійні навички дозволяють газодимозахиснику вміло і швидко виконувати оперативні завдання в умовах пожежі, сприяють здійсненню активних, рішучих і ефективних дій. Однак вони не виникають самі по собі, а цілеспрямовано і систематично формуються і закріплюються в процесі всієї його службової діяльності, на навчальних заняттях і тренуваннях.

Системне вивчення теоретичних і практичних основ інженерного забезпечення функціонування пожежно-рятувальної служби, особливостей і можливих наслідків роботи в непридатному для дихання середовищі, способів і прийомів ефективного використання спеціальної пожежно-рятувальної техніки та обладнання в таких умовах покликане підготувати людину до професійної діяльності в системі підготовки газодимозахисника. Якість навчання багато в

чому зумовлюється впровадженням в навчальний процес сучасного технічного потенціалу газодимозахисної служби: дихальних апаратів, пожежно-рятувальних автомобілів, рятувального обладнання, приладів контролю, а також використання сучасних навчально-тренувальних комплексів.

У відповідності до керівних документів газодимозахисники, які допущені до роботи в засобах індивідуального захисту органів дихання (далі ЗІЗОД), удосконалюють свої навички в системі службової підготовки. Практичні заняття із газодимозахисниками проводяться протягом календарного року за методикою проведення практичних занять із газодимозахисниками: на свіжому повітрі – один раз на місяць та в теплодимокамерах, теплокамерах, димокамерах, на полігонах, смугах психологічної підготовки і навчально-тренувальних комплексах ГДЗС – один раз на рік. Безумовно, якщо провести аналіз кількості занять на свіжому повітрі, це цілком достатньо для вдосконалення вмінь та навичок газодимозахисників. Але основний акцент підготовки (тренувань) газодимозахисників має відбуватись в умовах максимально наближених до реальних умов пожежі: велика концентрація продуктів горіння (диму), висока температура, підвищена вологість та інші. Відповідно, тренування в теплодимокамерах і в навчально-тренувальних комплексах ГДЗС для газодимозахисників один раз на рік, буде беззаперечно недостатньо для підтримання в них психологічної готовності до дій в екстремальних ситуаціях, вироблення та підтримки теплової адаптації, що сприяє збереженню необхідного рівня їх працездатності в умовах високої температури та вологості. А якщо врахувати що деякі пожежно-рятувальні підрозділи мають малу кількість викликів та часу роботи в ЗІЗОД під час ліквідації наслідків небезпечних подій, цю вимогу необхідно переглянути та вдосконалити враховуючи вимоги сьогодення: військовий стан та наявну матеріально-технічну базу ГДЗС. Як показує європейський досвід підготовки газодимозахисників тренування відбуваються по двох основних принципах (умовах), як показано на рис. 1.



Рисунок 1 – Умови проведення тренувань газодимозахисників в країнах Європейського Союзу

Відповідно тренування газодимозахисників країн Європейського Союзу проводяться в сучасних тренувальних комплексах стаціонарного та мобільного типу. Також за допомогою програмного забезпечення може відбуватись тестування газодимозахисника з метою визначення його можливості виконання навантажень, які відповідають умовам пожежі. На сьогодні в навчальних закладах ДСНС України та в деяких гарнізонах створено тренувальні стежки стаціонарного типу з використанням театрального диму (холодного диму) також є мобільний тренажер контейнерного типу MAW-Contaneranlage. Найкраща ситуація щодо забезпечення тренажерами контейнерного типу (багатофункціональний тренажер та вогневий модуль) для проведення тренувань із застосуванням (гарячий дим), як я зазначав вище це у навчальних закладах та ГУ ДСНС України у Львівській та Івано-Франківській областях.

На підставі викладеного пропонується дослідити та обґрунтувати необхідну кількість практичних занять для тренувань газодимозахисників ДСНС України в умовах максимально наближених до реальних умов пожежі, а саме на багатофункціональному тренажері та вогневому модулі враховуючи європейський досвід та воєнний стан в Україні. Окрім, того проводиться дослідження з метою тестування газодимозахисника для визначення його можливостей виконувати оперативні дії в непридатному для дихання середовищі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України від 25.09.2023 року №780 “Про затвердження порядку організації роботи органів управління та підрозділів, закладів освіти системи ДСНС під час підготовки особового складу, гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та інших небезпечних подій в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження”.
2. Наказ ДСНС України від 27.06.2024 №680 “Про затвердження методичних рекомендацій з підготовки газодимозахисників ДСНС України”.
3. Наказ МНС України від 07.05.2007 року №312 “Про затвердження Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС”.
4. Наказ ДСНС України від 02.04.2024 року №375 “Про особливості реагування на надзвичайні ситуації під час збройної агресії”.
5. Ковалишин В.В., Луц В.І., Пархоменко Р.В. «Основи підготовки газодимозахисника». Львів: ЛДУ БЖД, 2015. 379 с.
6. Луц В.І., Пархоменко Р.В., Луц І.В. Аналіз підготовки газодимозахисників ДСНС України та шляхи підвищення її ефективності *Пожежна безпека: зб. наук. праць*. №30. Львів: ЛДУ БЖД, 2017. С. 114-125.

## ОБГРУНТУВАННЯ ПОТРЕБИ РОЗРОБКИ РОЗДІЛУ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ПРОТИРАДІАЦІЙНОГО УКРИТТЯ

Михайленко О.А., магістр, НУЦЗ України  
НК – Виноградов С.А., к.т.н., доцент, НУЦЗ України

Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту у складі проектної документації на будівництво об'єктів – це складова проектної документації, що визначає комплекс інженерно-технічних рішень, спрямованих на запобігання виникненню надзвичайної ситуації, забезпечення захисту населення і територій від них та небезпеки, що може виникнути під час воєнних (бойових) дій або внаслідок таких дій, а також створення умов для забезпечення сталого функціонування суб'єктів господарювання і територій [1].

Наявність розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (далі — ІТЗ ЦЗ) у складі проектної документації на будівництво об'єктів передбачено у ДБН А.2.2-3 [2]. Зокрема, у додатку Б вказано, що завдання на проектування має містити вимоги щодо розроблення розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони).

Перелік об'єктів, проектна документація на будівництво яких повинна включати розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту наведено в [3].

Зокрема, серед вичерпного переліку об'єктів та споруд, проектна документація на будівництво яких повинна включати розділ ІТЗ ЦЗ, такий розділ потрібно розробляти для:

об'єктів, у тому числі житлових та громадських будинків (крім об'єктів, будівництво яких здійснюється на підставі будівельного паспорта), будівництво яких планується на території таких небезпечних зон згідно з ДБН В.1.2-4:2019 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту» [4]:

- зони можливих значних руйнувань;
- зони можливого небезпечного і значного радіоактивного забруднення;
- зони можливого хімічного забруднення;
- зони можливого катастрофічного затоплення.

Таким чином, розділ ІТЗ ЦЗ у складі проектної документації на будівництво об'єктів потрібно передбачати у випадку, коли протирадіаційне укриття будується на території наведених небезпечних зон відповідно до [4].

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 8773:2018: Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації на будівництво об'єктів. Основні положення.

2. ДБН А.2.2-3:2014: Склад та зміст проектної документації на будівництво.

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 р. № 6 «Про затвердження переліку об'єктів, проектна документація на будівництво яких повинна включати розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту» (зі змінами).

4. ДБН В.1.2-4:2019 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту»

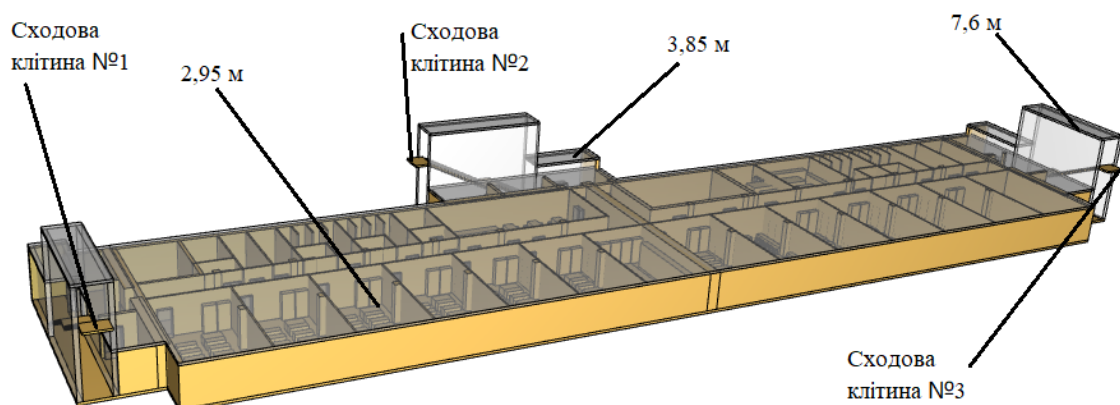
**УДК 614.8**

## **ОЦІНКА РІВНЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРУ ШЛЯХОМ МОДЕЛЮВАННЯ ЕВАКУАЦІЇ ПРИ ПОЖЕЖІ**

Новіков О.О., НУЦЗ України

НК – Виноградов С.А., к.т.н., з.н.к., НУЦЗ України

Моделювання евакуації виконувалось за із використанням математичної моделі індивідуально-потокowego руху [1], що реалізовано у програмному забезпеченні PathFinder [2]. Моделювання розвитку небезпечних чинників пожежі виконувалось із використанням математичної польової модель пожежі [1], що реалізовано у реалізовано у програмному забезпеченні FDS [3] від NIST з інтерфейсом Pyrosim [4]. Вхідні параметри для оцінки часу евакуації при пожежі в ПРУ подано на рис. 1.



а

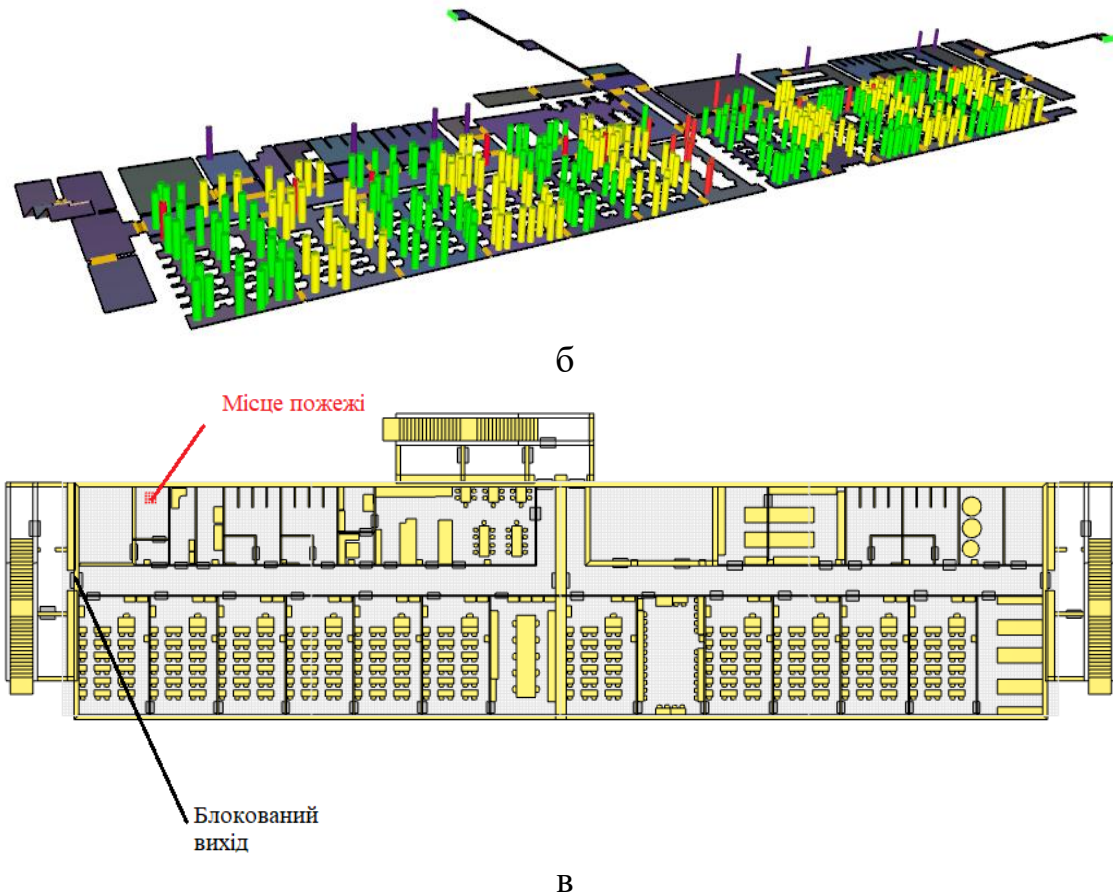


Рис. 1. Вхідні параметри для оцінки часу евакуації при пожежі в ПРУ: а) розроблена модель; б) ймовірне місце розміщення людей; ; в) місце виникнення пожежі

У табл. 7 подано результати оцінки рівня безпеки при шляхом моделювання евакуації при пожежі

Табл. 7. Результати моделювання

№ вимірювача та евакуаційних виходів	T, °C	Vis, м	CO, кг/м <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> , кг/м <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> , кг/м <sup>3</sup>	HCl, кг/м <sup>3</sup>
1 зміна						
№ 1 (час виходу останньої людини 134 с) двері №1	< 60	> 20	< 1,16·10 <sup>-3</sup>	< 0,11	> 0,226	< 23·10 <sup>-6</sup>
№ 3 (час виходу останньої людини 102 с) двері № 3	< 60	> 20	< 1,16·10 <sup>-3</sup>	< 0,11	> 0,226	< 23·10 <sup>-6</sup>
№ 4 (час виходу останньої людини 168 с) двері № 4	< 60	> 20	< 1,16·10 <sup>-3</sup>	< 0,11	> 0,226	< 23·10 <sup>-6</sup>
№ 5 (час виходу останньої людини 149 с) евакуаційний вихід двері № 5	< 60	> 20	< 1,16·10 <sup>-3</sup>	< 0,11	> 0,226	< 23·10 <sup>-6</sup>
Умови безпечної евакуації у разі пожежі забезпечено						
2 зміна						
№ 1 (час виходу останньої	< 60	> 20	< 1,16·10 <sup>-3</sup>	< 0,11	> 0,226	< 23·10 <sup>-6</sup>



людини 136 с) двері №1						
№ 3 (час виходу останньої людини 109 с) двері № 3	< 60	> 20	< $1,16 \cdot 10^{-3}$	< 0,11	> 0,226	< $23 \cdot 10^{-6}$
№ 4 (час виходу останньої людини 212 с) двері № 4	< 60	> 20	< $1,16 \cdot 10^{-3}$	< 0,11	> 0,226	< $23 \cdot 10^{-6}$
№ 5 (час виходу останньої людини 150 с) евакуаційний вихід двері № 5	< 60	> 20	< $1,16 \cdot 10^{-3}$	< 0,11	> 0,226	< $23 \cdot 10^{-6}$
Умови безпечної евакуації у разі пожежі забезпечено						

Під час моделювання оцінено значення небезпечних чинників пожежі на шляхах евакуації в ПРУ. За результатами моделювання порівняно значення небезпечних чинників пожежі на шляхах евакуації і встановлено, що за розроблених проектних рішень умови безпечної евакуації у разі пожежі забезпечено.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення»
2. Pathfinder user manual 2023. Thunderhead engineering, Manhattan, USA.
3. NIST Special Publication 1019 Sixth Edition Fire Dynamics Simulator User's Guide. Kevin McGrattan.
4. PyroSIM user manual 2023. Thunderhead engineering, Manhattan, USA

**УДК 614.841.4**

### **ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРАСТАННЯ ТРЕНАЖЕРУ ДЛЯ РОБОТИ З ВОДЯНИМИ СТВОЛАМИ У ДЕРЖАВНИХ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛАХ**

*Шевченко С.М., к.т.н., Луцик В., курсант 3-го курсу, Національний університет цивільного захисту України*

В ДСНС згідно з нормативними документами [1], що регламентують підготовку осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту повинна проводитись службова підготовка в рамках якої проводяться такі види службової підготовки: профільна підготовка, тактична підготовка та спеціальна підготовка. У роботі [2] пояснено необхідність застосування тренажеру для роботи з водяними стволами. Вибір типу такого тренажеру обраний не випадково, тому як вода є основним вогнегасячим засобом і пожежні-рятувальники повинні знати основні характеристики води та вміти застосовувати водяні стволи. Чому саме водяні стволи?

Вода як вогнегасний засіб охолоджувальної дії. Вода – основна вогнегасна речовина охолодження, найбільш доступна й універсальна у використанні. Потрапляючи в зону горіння, вода віднімає від матеріалів, що

горять, та продуктів горіння велику кількість тепла. Вода як вогнегасна речовина характеризується як позитивними, так і негативними властивостями.

Охолоджувальна дія води зумовлена її високою теплоємністю [4,187 кДж/(кг·К), 1 ккал/(кг·К)] за нормальних умов. При попаданні в осередок горіння вода частково випаровується і перетворюється на пару. При випаровуванні 1 л води утворюється 1725 л пари, завдяки чому відбувається розбавлення концентрації окислювача та горючих компонентів у зоні реакції, що саме по собі сприяє припиненню горіння[3].

У процесі випаровування вода, маючи високу теплоту пароутворення [2256 кДж/кг], додатково віднімає від матеріалів, що горять, та із продуктів горіння велику кількість теплоти.

Вода має високу термічну стійкість, її пара тільки за температури вище 1700 С може розкладатися на водень і кисень. У зв'язку з цим гасіння водою більшості твердих матеріалів (деревини, пластмас, каучуку та ін.) є безпечним, оскільки їх температура горіння не перевищує 1300–1500 °С, при їх гасінні термічне розкладання води не відбувається.

Вода, особливо у розпиленому вигляді та водяна пара здатні розчиняти деякі горючі та токсичні пари, гази і поглинати аерозолі. Розпиленою водою можна осаджувати продукти згоряння на пожежах в будівлях. Для цих цілей застосовують розпилені та тонкорозпилені струмені.

Деякі горючі рідини, наприклад спирти, альдегіди, органічні кислоти та ін., розчиняються у воді, тому, при змішуванні з водою, вони утворюють негорючі або менш горючі розчини.

Вода має низьку теплопровідність, що сприяє створенню на поверхні матеріалу, що горить, надійної теплової ізоляції. Ця властивість, у поєднанні з попередніми, дозволяє використовувати її не тільки для гасіння, але і для захисту матеріалів від займання.

Мала в'язкість (від 1,5193 мПа·с при 5 °С – до 0,2821 мПа·с при 100 °С) та пружність води дозволяють подавати її по рукавах на значні відстані й під великим тиском.

Поряд з цим у воді є й негативні властивості. Основним недоліком води як вогнегасної речовини є її електропровідність. Тому використання води для гасіння обладнання під напругою є обмеженим, а використання її розчинів (у тому числі і повітряно-механічної піни) – заборонено.

При гасінні металів (Mg – магнію; Zn – цинку; Al – алюмінію; Ti – титану) та їх сплавів температура горіння яких становить 2300–2500 °С та перевищує температуру розкладання води, вона розкладається на кисень і водень ( $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{T > 2300 \text{ K}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ ), які, у свою чергу, реагують між собою з вибухом.

При контакті з абсолютною більшістю горючих речовин вода не вступає в хімічну реакцію. Виняток становлять лужні (Li – літій; Na – натрій; K – калій; Rb – рубідій) і лужноземельні (Ca – кальцій; Sr – стронцій; Ba – барій) метали та деякі інші речовини, гасіння яких водою є неможливим.

Крім того, вода характеризується високим поверхневим натягом ( $72,8 \cdot 10^{-3}$  Дж/м<sup>2</sup>), що перешкоджає швидкому розподіленню її по поверхні та проникненню вглиб твердих і особливо волокнистих речовин і уповільнює їх охолодження.

Для зменшення поверхневого натягу і збільшення змочувальної здатності до води додають поверхнево-активні речовини (ПАР), або, як їх ще називають, – «змочувачі». На практиці використовують розчини ПАР, поверхневий натяг яких в 2 рази менше, ніж у води.

Застосування розчинів змочувачів дозволяє зменшити витрату води на 35–50% та скоротити час гасіння на 20–30%, що забезпечує ліквідацію горіння одним і тим же об'ємом вогнегасної речовини на більшій площі, як змочувачі використовуються піноутворювачі.

Вода має відносно велику щільність (при 4 °С – 1000 кг/м<sup>3</sup>), що обмежує, а іноді й виключає її застосування для гасіння нафтопродуктів, що мають меншу щільність і нерозчинних у воді. Вона добре гасить сірковуглець, що має більш високу щільність (1264 кг/м<sup>3</sup>).

Вище зазначалося, що вода має малу в'язкість. У силу цього значна частина її витікає з місця пожежі, не справляючи істотного впливу на процес припинення горіння. Якщо збільшити в'язкість води до 2,5 мПа·с, то значно знизиться час гасіння, а коефіцієнт її використання підвищиться більш ніж в 1,8 рази. Задля цього доцільно застосовувати добавки органічних сполук, наприклад, КМЦ (карбоксиметилцелюлоза).

Вогнегасна ефективність води залежить від способу подачі її в осередок пожежі. Найбільший вогнегасний ефект досягається при подачі води в розпиленому вигляді, оскільки при цьому збільшується площа одночасного рівномірного охолодження, вода швидко нагрівається і перетворюється на пару, відбираючи на себе велику кількість теплоти. Щоб уникнути непотрібних втрат, розпилену воду застосовують в основному за порівняно невеликої висоти полум'я, коли можна подати крізь факел полум'я на нагріту поверхню (наприклад, при горінні підшивки перекриттів, стін та перегородок, решетування даху, волокнистих речовин, пилу, темних нафтопродуктів та ін.). Розпилені водяні струмені застосовують також для зниження температури у приміщеннях, захисту від теплового випромінювання (водяні завіси), для охолодження нагрітих поверхонь будівельних конструкцій споруд, установок, а також для осадження диму.

В залежності від виду матеріалів, що горять, використовують розпилені струмені води різного ступеня дисперсності.

При гасінні пожеж твердих матеріалів, мастил доцільно застосовувати високодисперсні струмені із середнім діаметром крапель близько 100 мкм; при гасінні водорозчинних горючих рідин – спиртів, ацетону, метанолу та деяких інших рідин – середньодисперсні струмені, що складаються з крапель діаметром 200–400 мкм. Слід враховувати, що при роботі стволів-розпилювачів на поверхні матеріалу утворюється незначний за товщиною шар води, який швидко випаровується, і горіння може виникати знову.

Компактні струмені використовують при гасінні зовнішніх і відкритих внутрішніх пожеж, коли необхідно подати велику кількість води на значну відстань або якщо воді необхідно надати ударної сили. (Наприклад, при гасінні газонафтових фонтанів, відкритих пожеж, а також пожеж у будівлях великих об'ємів, коли неможливо близько підійти до осередку горіння; при охолодженні сусідніх об'єктів з великої відстані, металевих конструкцій, резервуарів, технологічних апаратів тощо).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Порядку організації службової підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту: Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 15 червня 2017 року № 511 (у редакції наказу Міністерства внутрішніх справ України від 12 липня 2023 року № 480). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0835-17#Text> (дата звернення 30.08.2023).

2. Шевченко С.М. Підготовка пожежних–рятувальників, які працюють з водяними стволами. *Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків* : тези доповідей учасників Круглого столу м. Харків, 23 лют. 2023 р. / Харків. НУЦЗ України, 2023. С. 170-171.

3. Довідник керівника гасіння пожежі. – Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016.  
**УДК 355.588:358.4**

## СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ВІЙСЬКОВИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЗА НАПРЯМОМ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ (PERSONNEL RECOVERY) В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

*Р.М.Яцько<sup>1</sup>; Р.В.Король<sup>2</sup>; Є.І.Жилін<sup>3</sup>, ктн, снс*

<sup>1</sup>*Головне управління державної авіації Міністерства оборони України;*

<sup>2</sup>*Пошуково-рятувальна та парашутно-десантна служба Командування  
Повітряних Сил Збройних Сил України;*

<sup>3</sup>*Харківський національний університет Повітряних Сил*

Незважаючи на суттєву різницю у сферах діяльності Збройних Сил (ЗС) України та Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) питання пошуково-рятувального забезпечення (ПРЗ) польотів авіації є однією з точок перетину їх функцій і завдань. Уповноваженим органом виконавчої влади, що здійснює регулювання питань ПРЗ польотів державної авіації, відповідно до Повітряного кодексу України є Міністерство оборони (МО) України.

Взаємосумісність та ефективна взаємодія між ЗС України і ДСНС з питань ПРЗ польотів державної авіації в першу чергу ґрунтується на дотриманням всіма суб'єктами вимог чинних нормативно-правових актів за цим напрямом. В цьому сенсі нормативна база виконує системоутворюючу

функцію, яка забезпечує єдині принципи і процедури авіаційного пошуку та рятування, розподіл сфер відповідальності і завдань між суб'єктами державної авіації, визначає структуру й порядок взаємодії всіх складових системи ПРЗ.

Поєднання військових та цивільних аспектів пошуково-рятувальної діяльності (Search and Rescue, Personnel Recovery) не є виключенням і для міжнародної нормативної бази, що сформована переважно документами ООН (ICAO-ІМО), ЄС та НАТО. Наприклад, Настанова ICAO-ІМО з міжнародного авіаційного і морського пошуку та рятування (IAMSAR) містить положення щодо особливостей пошуково-рятувальної діяльності під час та в районі локальних воєнних конфліктів, а тактична публікація НАТО АТР-10 цілком присвячена організації та проведенню пошуково-рятувальних робіт поза межами конфлікту (Search and Rescue).

Актуальність запровадження міжнародних нормативних документів на національному рівні базується на тому факті, що Україна є членом ООН, а також таких її інституцій, як ICAO і ІМО. Це накладає певні зобов'язання щодо забезпечення виконання їх вимог, зокрема з ПРЗ польотів авіації у визначеному районі відповідальності.

Поміж того, спрямованість України до набуття членства в ЄС і НАТО, що задекларована на законодавчому рівні, буде вимагати досягнення необхідного рівня взаємосумісності, у тому числі з питань пошуково-рятувальної діяльності (Personnel Recovery).

Таким чином запровадження міжнародних нормативних документів з пошуково-рятувальної діяльності у ЗС України є та буде необхідною умовою, як для виконання існуючих міжнародних зобов'язань, так і для набуття членства у НАТО і ЄС.

В доповіді надається загальна характеристика основних міжнародних документів ООН [1] – [2], ЄС [3] і НАТО [4] – [15] з питань пошуково-рятувальної діяльності (Search and Rescue, Personnel Recovery). Наводяться дані щодо динаміки розвитку міжнародної нормативної бази з пошуково-рятувальної діяльності протягом останніх десятиліть. Визначається вклад міжнародних установ в їх розробку.

Розкривається зміст та структура процесу запровадження міжнародних (військових) нормативних документів в Збройних Силах України. Дається оцінка сучасного стану та обговорюються перспективи запровадження міжнародних документів з пошуково-рятувальної діяльності в Збройних Силах України.

Робляться висновки щодо доцільності та шляхів запровадження міжнародних нормативних документів за напрямом пошуково-рятувальної діяльності в ЗС України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Search and Rescue. Annex 12 to the Convention on International Civil Aviation. ICAO. Eighth Edition. July 2004;

2. International Aeronautical And Maritime Search And Rescue (IAMSAR) Manual Vol I- III Organization & Management. ICAO-IMO: 2022;
3. EU military concept for PR (EEAS(2017) 1287 REV 7). EU. 2017;
4. ACO Directive 080-101 PR in NATO Operations. 2015. 53 p.;
5. ACO Manual 080-071 PR in NATO Operations. 2016. 309 p.;
6. AJP-3.7. Allied Joint Doctrine for Recovery of Personnel in a Hostile Environment. Edition A. Version 1. 2016. 38 p.;
7. APRP-3.3.7.2 Standardization of Reintegration. Edition A, Version 1. October 2017;
8. APRP-3.3.7.4 PR Staffs Training Standard. Edition A, Version 1. 2020;
9. APRP-3.3.7.5 The NATO Survival, Evasion, Resistance and Extraction (SERE) Training Standard. Edition B, Version 1. February, 2024. 68 p.;
10. APRP-3.3.7.7 Vol. I- III, Ed. A Ver. 1 Personnel Recovery Tactics, Techniques and Procedures. 2019;
11. APRP-3.3.7.9 Horse Collar/Rescue Strop Type Helicopter Hoisting Gear, Ed.A,V.1, December 2021;
12. STANAG 7007 Covert search and rescue electronic systems. 2008;
13. ATP-10(D) - Search And Rescue. (STANAG 3552). NATO. 1995;
14. ATP-62 Combat Search and Rescue (CSAR) Ed.1,V.1,November 2000;
15. ATP-3.2.49.2.4 Ed. A. Ver. 1 Aerial recovery equipment and techniques for helicopters. NATO. 2022.

---

**СЕКЦІЯ 2**  
**«ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ**  
**ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ**  
**СИТУАЦІЙ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ»**

---

**УДК 614.84**

**АНАЛІЗ ОПЕРАТИВНО-СЛУЖБОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ**  
**ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ХАРКІВСЬКОГО**  
**ГАРНІЗОНУ У ПЕРІОД РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ**

*В.Г.Аветісян, канд. техн. наук, доцент, Ю.М. Сенчихін, канд. техн. наук,  
професор, Національний університет цивільного захисту України*

В результаті російської агресії, з початку ведення активних бойових дій з 24 лютого 2022 року, органи управління та підрозділи оперативно-рятувальної служби Харківського гарнізону переведено на посилений режим роботи та функціонують в режимі воєнного стану [1].

Стислим аналізом, на підставі розгляду конкретних питань, обґрунтуємо, яким чином організована та здійснювалася оперативно-службова діяльність державного пожежно-рятувального загону №3 Харківського гарнізону ОРС ЦЗ (далі – 3-ДПРЗ або загін), визначим недоліки, позитивний досвід та пропозиції щодо підготовки фахівців пожежно-рятувальної справи.

*Переналаштування служби та управління загonom району у воєнний час (посилення чергових змін, переведення на двозмінний варіант несіння служби, введення додаткової техніки в оперативний розрахунок та ін.).*

Служба 3-ДПРЗ була переведена в добовий режим, в підвальному приміщенні частини облаштовано місце штабу загону, який цілодобово збирав та обробляв інформацію з головного управління (ГУ) та підпорядкованих підрозділів (інформацію щодо чисельності особового складу, стану техніки та кількості її в підрозділах та в оперативному розрахунку, стан будівель частин, забезпечення життєдіяльності підрозділів (водопостачання, електрозабезпечення, тепло, забезпечення особового складу їжею та питною водою), кількість виїздів та їх мета, збір інформації щодо залучення особового складу, який був задіяний до ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) в наслідок ворожих обстрілів (інформація збиралось за допомогою електронної пошти та месенджерів). Чергова зміна була переведена на добу через дві (в підрозділах чергували два караули, була задіяна уся техніка яка знаходилась у оперативному розрахунку та в резерві. При чергуванні караули поділялися на основний та резервний, через добу вони міняли призначення) [2].

*Порядок залученні підрозділів Харківського гарнізону на ліквідацію пожеж та наслідків нальотів та бомбардування та обстрілів залишився тим же чи змінився.*

Розклад виїздів гарнізону залишився без змін, але він був посилений резервними відділеннями. За рахунок великою кількості пожеж та руйнувань одночасно, до ліквідації НС були задіяні підрозділи області та зведеного загону ДСНС України у Луганській області. Велике навантаження щодо виїздів на НС та аварії було з північної сторони міста, де знаходяться підрозділи 3-ДПРЗ а саме 18, 22, 5, 27, 36 ДПРЧ, і де за добу відбувалося одночасно до 50 пожеж та аварій. Ці підрозділи були посилені, як підрозділами міста, так і підрозділами зведеного загону ДСНС України у Луганській області.

*Особливості управління підрозділами під час гасіння пожеж та ліквідації наслідків бомбардувань та обстрілів, в умовах загрози нанесення повторних ударів або наявності на місці не боєприпасів що не розірвалися.*

За умови можливого виникнення повторних обстрілів час виїзду підрозділів збільшився від 3-х до 15 хвилин. По прибутті до місця виклику необхідно було: провести пошук безпечних місць та можливих укриттів для особового складу, техніки, шляхів евакуації при повторних обстрілах; визначити наявність вибухо-небезпечних предметів (ВНП) на місцях проведення робіт, можливість їх детонації, забезпечити роботу піротехніків, саперів, організувати взаємодію з вибухо-технічною службою НПУ МВС, повернення до підрозділу при обстрілі на шляху прямування до місця НС. При масованих обстрілах та великої кількості пожеж були введені резервні Штаби на пожежі, також додатково залучався особовий склад оперативних груп ГУ для керівництва гасінням пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт (АРР). За рахунок великої кількості повідомлень про пожежі та НС було переведено чергову частину ОДС ОКЦ ГУ на посилений варіант несення служби. У ході оперативних дій спостерігалася слабка координація ведення радіообміну під час залучення великої кількості оперативно-рятувальних розрахунків на різній техніці під час масованого обстрілу. Особовий склад, який долучався до ліквідації НС, повинен бути забезпечений на 100% броне захистом (шоломи, бронежилети) [3].

*Роботи, які в основному доводилося виконувати під час виїздів: гасіння пожеж (в.ч. масштабних); розбір завалів за допомогою ручного інструменту та з використанням інженерної техніки (підйомні крани, бульдозери, екскаватори, лебідки) розмінування ВНП; розбір конструкцій пошкоджених будівель на висотах; евакуація населення; доставка гуманітарних вантажів; ексгумація тіл загиблих громадян; забезпечення електроживленням об'єктів критичної інфраструктури.*

*Дефіцит фахівців, що відчувався під час виконання робіт в осередках ураження: фахівці проведення АРР на висоті (верхолази, альпіністи, тощо); сапери; ідентифікатори ВНП; фахівці домедичної підготовки (парамедик у караулі); керівники АРР (спеціалісти по розбору завалів); фахівців для закріплення будівельних матеріалів (стропальники).*

Які були недоліки, що було позитивного та які пропозиції на майбутнє.

Недоліки:



дефіцит рятувальних засобів (рятувальний капюшон) для роботи ланок ГДЗС;

більшість підрозділів міста облаштовані найпростішими укриттями для особового складу, або особовий склад укривається в найближчих будівлях;

відсутність протипожежного водопостачання в окремих районах міста, неможливість під'їзду до водоймищ у зв'язку із відсутністю облаштованих місць для забору води;

ускладнений під'їзд до місця НС у зв'язку із завалами конструкцій зруйнованих будівель, обірваними лініями електромереж;

недостатність засобів аеророзвідки на пожежах та проведенні АРР.

#### Позитивний досвід:

оновлено автопарк пожежно-рятувальної техніки більш сучасними зразками з великим об'ємом вогнегасних речовин

отримано велику кількість електричного, гідравлічного, пневматичного обладнання;

отримано потужні електростанції, які використовувались, як для потреб підрозділів так і для об'єктів критичної інфраструктури;

повністю оновлено бойовий одяг та спорядження в підрозділах;

отримані комплекти сучасного верхолазного обладнання та екіпірування;

отримано величезний досвід при проведенні АРР (розбір завалів), гасіння пожеж в умовах бойових дій.

Пропозиції щодо підготовки здобувачів вищої освіти в університеті (НУЦЗУ) до виконання робіт умовах бойових дій (воєнного стану):

включити до навчальних програм питання з вивчення: структури функціонування гарнізону та пожежно-рятувальних підрозділів в умовах воєнного стану; особливостей оперативних дій підрозділів під час бомбардувань та обстрілів; характеристик найбільш розповсюджених ВВП та боєприпасів;

приділити більшу увагу при підготовці спеціалістів цивільного захисту на такі напрямки: верхолазна підготовка, ідентифікація сучасних зразків ВВП;

оновити програму підготовки спеціалістів у напрямку цивільного захисту, домедичної підготовки, хімічного та радіаційного контролю.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2021 року. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/5/3/8/5/7/5/2021-ctatuctuka-analitychna-dovidka-pro-pojeji-122021.pdf>.

2. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2022 року. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/1/6/0/8/6/7/7/analychna-dovidka-pro-pojeji-122022.pdf>.

3. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2023 року. [Електронний ресурс]. Режим доступу:

## УДК 614.84

# НЕОБХІДНІСТЬ УРАХУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВАНТАЖІВ ТА УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ НА ТРАНСПОРТІ

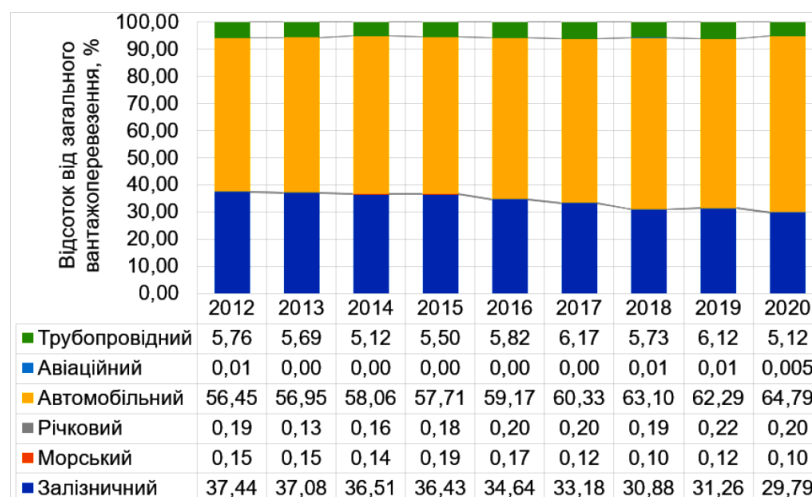
*О.І. Богатов, к.т.н., доцент, зав. каф., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна,*  
*О.М. Роянов, к.т.н., доцент, доц. каф., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна*

Забезпечення життєдіяльності нашої країни важко уявити без транспортної галузі. У статті 21 [1] визначено склад транспортної системи України:

- транспорт загального користування;
- залізничний;
- морський;
- річковий;
- автомобільний;
- авіаційний;
- міський електротранспорт (у тому числі метрополітен);
- промисловий залізничний транспорт;
- відомчий транспорт;
- трубопровідний транспорт;

В таблиці 1 наведено показники вантажоперевезень в Україні основними видами транспорту [2].

**Таблиця 1 – Показники співвідношення перевезених вантажів за видами транспорту України**



Переміщення вантажів незалежно від видів транспорту завжди пов'язано з ризиком виникнення пожеж та вибухів, який залежить від властивостей вантажу. Під властивостями будемо вважати здатність вантажу горіти, утворювати горючі суміші незалежно від їх агрегатного стану, випаровуватись та витікати через нещільності або під час порушень герметичності тари.

Під час транспортування вантажів працівники підприємств транспорту повинні забезпечити його охорону та проводити протипожежні профілактичні роботи та контролювати виконання встановлених вимог пожежної безпеки [1]. На транспортні підприємства також покладаються задачі вживання невідкладних заходів для ліквідації наслідків стихійного лиха, одним з яких є пожежа, аварій та катастроф, які призвели до порушення роботи транспорту [1].

30 серпня 2018 року в західній частині Мельбурна (Австралія) під час завантажування продукції в автоцистерни сталась пожежа на хімічному заводі. Пожежу вдалось локалізувати, проте гасінню пожежі заважали вибухи з ацетоном та ацетиленом, які були у складських приміщеннях. Для гасіння було задіяно більше 120 співробітників пожежного департаменту та 30 одиниць техніки. За 4 години поширення пожежі на території підприємства було зупинено. В складських приміщеннях гасінню заважали новоутворованні витоки парів ацетону та ацетилену, які живили серії нових вибухів.

За своїми фізичними властивостями ацетон розчинюється воді, ацетилен добре розчинюється у ацетоні. Таким чином, під час пожежі склалась ситуація, коли у взаємодію могли вступити парогазові суміші ацетону, ацетилену та парів води, яка виділилась під час гасіння пожежі, що призвело до значного збільшення вибухопожежних концентрацій. Слід також відмітити, що пари ацетону важчі за повітря та можуть переміщуватись над поверхнею земної поверхні, при цьому можливе дистанційне спалахування.

Другу групу можливої вибухопожежонебезпеки на транспорті можна визначити такою, в якій використовується холодильне обладнання. Основною речовиною в системі, за рахунок якої отримується ефект охолодження, є холодагент. Це речовина, яка проходить по лініям і переходить з рідкого стану до газоподібного, потім конденсується і так знов.



Рисунок 1 – Пожежа полупричепа-рефрижератора

23 січня 2021 року у Дніпрі (Україна) загорівся полуприцеп-рефрижератор. Рятувальники за 30 хвилин локалізували, а ще через 6 хвилин повністю ліквідували пожежу. Попередньо причиною стало холодильне обладнання, розгерметизації системи з витокм холодагенту не виникло.

Оскільки Україна рухається шляхом вступу до Європейського союзу, то відбувається імплементація європейських стандартів та міжнародних правових норм.

В 2023 році Агенція з питань охорони навколишнього середовища (ЕРА) ввело федеральні приписи A2L, які вимагають від виробників до січня 2025 року використовувати легкозаймисті холодагенти, такі як A2L або A3. Ці холодагенти займисті (табл. 2, табл. 3). До займистих холодагентів відносяться гази, які використовують у системах Heating, Ventilation, & Air Conditioning HVACR, та які здатні легко спалахнути. Прикладами є R-290 (пропан, клас A3), R-152a (клас A2) та R-32 (клас A2L). Такі холодагенти підпадають до класифікації A2L, A2 або A3 та широко відомі своєю енергоефективністю та низьким впливом на навколишнє середовище.

**Таблиця 2 – Класифікація груп безпеки холодагентів**

Підвищена вогненебезпека	A3	B3
Знижена вогненебезпека	A2	B2
	A2L <sup>1</sup>	B2L <sup>1</sup>
Нерозповсюдження полум'я	A1	B1
	Знижена токсичність	Підвищена токсичність

Прим. 1- A2L и B2L – холодагенти з пониженою вогненебезпекою та максимальною швидкістю горіння  $\leq 0,10$  м/сек.

**Таблиця 3 – Розподіл ДТП за видами технічних несправностей ТЗ**

Клас A1 – незаймисті	Клас A2L – слабозаймисті	Клас A3 – легкозаймисті
R-22	R-1234yf	R-170 (етан)
R-134A	R-1234ze	R-290 (пропан)
R-407C	R-32	R-600 (бутан)
R-410A	R-447A	R-600A (ізобутан)
R-450A	R-452B	
R-513A	R-454A	
	R-454B	

До холодагентів групи A2L належать нетоксичні холодагенти (A), вогненебезпечні (2), з низькою швидкістю горіння(L). Холодагенти A2L характеризуються низькою займистістю та низькою токсичністю, що робить їх

більш безпечними та екологічно чистими під час використання в умовах глобального потепління. До складу холодагентів A2L належать: R-1234yf, R-1234ze, R-32, R-447A, R-452B, R-454A, R-454B, R-454C и R-455A.

До холодагентів групи A3 належать нетоксичні (A) з високою займистістю (3). Холодагенти A3, такі як пропан (R290) та ізобутан (R600a), є легкозаймистими та вважаються навіть більш екологічно чистими, ніж A2L. До холодагентів класу A3 входять R-170 (етан), R-290 (пропан), R-600 (бутан) та R-600A (ізобутан).

Виходячи з аналізу речовин, які переміщуються засобами транспортної системи України можна зробити висновок, що деякі з них являють собою загрозу з точки зору вибухопожежонебезпеки. Під час гасіння та ліквідації пожеж, в яких беруть участь розглянуті в наведених прикладах речовини, не виключено виникнення ускладнюючих гасіння факторів. До таких факторів можна віднести деякі:

- рельєф місцевості;
- характер та склад ґрунту;
- пора року;
- наявність опадів;
- швидкість повітряних мас;
- вологість повітря;
- відсутність вичерпної інформації щодо характеристик і властивостей вантажу.

З урахуванням особливостей умов перевезення та наведених факторів попередньо можна запропонувати наступне:

- зобов'язати перевізників дотримуватись правил маркування вантажів та сповіщувати органи та підрозділи ДСНС про маршрут слідування та особливості вантажу;
- під час гасіння пожеж враховувати рельєф місцевості для запобігання поширення пожежі та виключення взаємодії вантажу, який розгерметизувався, з факторами та чинниками, які прискорять чи поширяють пожежу;
- враховувати властивості вантажу під час гасіння пожежі з урахуванням пори року, опадів, вологості та швидкості повітря, які можуть сприяти розвитку масштабів пожежі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про транспорт: Закон України від 10.11.1994 р. № 232/94-ВР: станом на 28 трав. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-вр#Text> (дата звернення: 18.09.2024).

2. Volume of freight transportation by type of carrier. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/tr/tr\\_rik/opvvt\\_95\\_20\\_ue.xlsx](https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/tr/tr_rik/opvvt_95_20_ue.xlsx).

**ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ НА ТЕРИТОРІЯХ, ЩО ПОТРАПЛЯЮТЬ У ЗОНУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ОБСТРІЛІВ, РАКЕТНИХ ТА АВІАЦІЙНИХ УДАРІВ, УДАРІВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ, УДАРІВ РЕАКТИВНИМИ СИСТЕМАМИ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ ПІД ЧАС ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ**

*П.Ю. Бородич, к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України,*

*Р.І. Долгополов, здобувач вищої освіти, Національний університет цивільного захисту України*

Посадові особи оперативно-чергової служби ДСНС, оперативно-координаційних центрів територіальних органів ДСНС здійснюють:

- постійний моніторинг повітряного простору на території України за допомогою автоматизованих підсистем відображення відомостей про повітряну обстановку для встановлення ймовірної кількості та часу підльоту засобів повітряного нападу;
- негайне інформування органів управління та підрозділів ОРС ЦЗ щодо загрози застосування засобів повітряного нападу для відведення особового складу в безпечне місце.

Органи управління та підрозділи ОРС ЦЗ виконують завдання за призначенням у населених пунктах та/або на територіях, що потрапляють у зону обстрілів під час збройної агресії, із дотриманням особовим складом додаткових заходів безпеки з урахуванням ситуації, що склалася на місці НС, пожежі, небезпечної події, пов'язаної з обстрілами.

Особовий склад підрозділів ОРС ЦЗ під час реагування на НС, пожежі, небезпечні події, проведення АРІНР обов'язково повинен застосовувати засоби бронезахисту (бронешоломи, бронежилети) та бути забезпечений індивідуальними аптечками і турнікетами, а пожежно-рятувальні та аварійно-рятувальні транспортні засоби повинні бути укомплектовані медичними укладками і медичними ношами.

Під час організації заходів з реагування на НС, пожежі, небезпечні події органи управління та підрозділи ОРС ЦЗ здійснюють обмін інформацією з підрозділами Збройних Сил України, Національної поліції України, Національної гвардії України, Державної прикордонної служби України та місцевими органами виконавчої влади у визначених зонах оперативного реагування територіальних органів ДСНС щодо:

- підконтрольності населених пунктів і територій та оперативної обстановки в районах їх розташування;
- уточнення місць (районів) ведення артилерійських обстрілів, ракетних та авіаційних ударів, ударів безпілотних літальних апаратів, ударів реактивними системами залпового вогню, мінування території та види

озброєння, що ймовірно можуть бути використані (артилерія, ракети, безпілотні літальні апарати, стрілецька зброя);

- можливості виконання завдань за призначенням підрозділами ОРС ЦЗ, урахуваючи безпекову ситуацію в населеному пункті або на території, характер НС, пожежі, небезпечної події, загрозу їх розповсюдження на об'єкти критичної інфраструктури та забезпечення життєдіяльності, можливі ризики для життя людей;

- уточнення безпечних маршрутів (основний і запасний) пересування підрозділів ОРС ЦЗ до місць виникнення НС, пожежі, небезпечної події.

Отримавши інформацію про виникнення НС, пожежі, небезпечної події керівник підрозділу ОРС ЦЗ, у районі виїзду якого сталася НС, пожежа, небезпечна подія, уточнює оперативну обстановку, розташування найближчих до місця виклику закладів охорони здоров'я (пунктів надання медичної допомоги) та приймає рішення щодо виїзду підпорядкованих сил і засобів до місця НС, пожежі, небезпечної події.

Залежно від відстані до місця виникнення НС, пожежі, небезпечної події за рішенням керівника підрозділу ОРС ЦЗ особовий склад і техніка можуть перебувати в пункті постійної дислокації в готовності до виїзду (на період обстрілів - в укритті) або здійснити пересування до найближчих безпечних районів. Про прийняте рішення керівник підрозділу ОРС ЦЗ негайно (протягом 10 хвилин) інформує засобами зв'язку оперативно-координаційний центр територіального органу ДСНС.

Реагування на НС, пожежі, небезпечні події, проведення АРІНР, розмінування (гуманітарного розмінування), евакуацію та життєзабезпечення населення, доставку гуманітарної допомоги (гуманітарних вантажів), забезпечення функціонування пунктів надання допомоги населенню, надання домедичної та психологічної допомоги постраждалим, забезпечення аварійним електроживленням об'єктів критичної інфраструктури, відновлювальні роботи та облаштування фортифікаційних споруд підрозділи ОРС ЦЗ здійснюють у підконтрольних населених пунктах і територіях:

- за умови відсутності загрози життю і здоров'ю особового складу;
- у взаємодії з підрозділами Збройних Сил України, Національної поліції України, Національної гвардії України, Державної прикордонної служби України та місцевими органами виконавчої влади;

- за умови супроводження підрозділу ОРС ЦЗ представниками підрозділів Збройних Сил України, Національної поліції України, Національної гвардії України, Державної прикордонної служби України в разі виконання завдань за призначенням у районах (на територіях), де можлива діяльність диверсійно-розвідувальних груп противника.

У разі наявності інформації про загрозу життю населення за рішенням керівника підрозділу ОРС ЦЗ реагування на НС, пожежі, небезпечні події може здійснюватися в умовах підвищеного ризику та небезпеки для життя і здоров'я особового складу.

Для оцінки обстановки та прийняття заходів реагування після обстрілу

першочергово до місця виникнення НС, пожежі, небезпечної події залежно від безпекової ситуації може виїжджати одне відділення на чолі із старшою за посадою особою, яка перебуває в підрозділі ОРС ЦЗ, після чого приймає рішення щодо рятування людей, гасіння пожежі, проведення АРІНР та необхідності залучення основних і додаткових сил та засобів.

У разі необхідності до місця виникнення НС, пожежі, небезпечної події, спричиненої обстрілами, за рішенням керівника територіального органу ДСНС або керівника районного управління територіального органу ДСНС можуть направлятися відповідні мобільні оперативні групи.

Під час проведення розвідки додатково визначають:

- безпечні місця для розміщення пожежно-рятувальної (аварійно-рятувальної) техніки;
- шляхи евакуації та можливі місця для укриття особового складу на випадок повторного обстрілу (захисні споруди, найпростіші укриття, підвальні приміщення та заглиблені споруди, рельєф місцевості);
- наявність ВВП на місці ліквідації НС, пожежі, небезпечної події.

Керівник підрозділу ОРС ЦЗ під час виконання завдань за призначенням, потрапляючи під обстріл, уживає заходів щодо негайного виїзду підрозділу із зони обстрілу в безпечне місце (на відкритій території - не ближче 500 м від зони обстрілу), а в разі неможливості організовує укриття особового складу і техніки на місцевості. Про обстановку, що склалася, керівник підрозділу ОРС ЦЗ доповідає до оперативно-координаційного центру територіального органу ДСНС та діє з урахуванням його інформації про загрозу застосування засобів повітряного нападу.

Пересування підрозділу ОРС ЦЗ до місця виникнення НС, пожежі, небезпечної події здійснюється безпечним маршрутом. На випадок непередбачуваної зміни оперативної обстановки під час руху визначається запасний маршрут.

Техніка має рухатися зі збільшеною дистанцією між транспортними засобами. Під час пересування, як правило, вибираються дороги з твердим покриттям, мінімізується кількість зупинок техніки та переміщення особового складу.

Пересування техніки ґрунтовими та лісовими дорогами здійснюється, за необхідності, у супроводі піротехнічних підрозділів ОРС ЦЗ, підрозділів вибухотехнічної служби Національної поліції України або інженерно-саперних підрозділів Збройних Сил України.

## ЛІТЕРАТУРА

Основи створення та експлуатації засобів індивідуального захисту / [Стрілець В.М., Ковальов П.А., Бородич П.Ю., Росоха С.В.] – Харків : НУЦЗУ, 2014. – 360 с.



## ДОСЛІДЖЕННЯ ЛИЦЬОВИХ ЧАСТИН ЗІЗОД

*П.Ю. Бородич, к.т.н., доцент, Р.В. Пономаренко, д.т.н., професор,  
В.О. Мірошніченко, здобувач вищої освіти, Національний університет  
цивільного захисту України*

Ізолюючі апарати (ІА) цілком ізолюють органи дихання людини від навколишнього середовища. Проте ступінь ізоляції системи “ІА – органи дихання людини” від навколишнього середовища, або ж герметичність цієї системи не може бути абсолютною.

У повітропровідній системі апарата, або її частині в періоди вдихів створюється розрідження, яке залежить від типу дихального апарата й інтенсивності фізичного навантаження. Під дією різниці тисків зовні й усередині системи навколишнє повітря, що містить шкідливі домішки, може проникати двома шляхами:

- через недостатньо затягнуті з’єднання повітропровідної системи, або через ушкодження цілісності її оболонки;
- через нещільне з’єднання лицьової частини апарата з органами дихання людини.

Тому дослідження лицевих частин буде актуальною задачею.

Відомі п’ять видів лицевих частин ІА:

- мундштуковий пристрій із загубником і носовим затискачем;
- півмаска (іноді розглядають і чвертьмаску, але вона має коефіцієнт захисту ще менше, ніж у півмаски);
- маска;
- шолом-маска;
- шолом.

Мундштуковий пристрій забезпечує надійну ізоляцію органів дихання, оскільки ущільнювальна смуга обтюраторії, має невеличку довжину та постійно змочена слиною, а щільність притискання губами до поверхні пластини загубника постійно контролюється газодимозахисником. За результатами дослідження фірми “Дрегерверк”, підсоси під загубник не перевищують рівня підсосів під обтюратор кращих дихальних масок. Тобто коефіцієнт захисту мундштукового пристрою оцінюється величиною . Саме мундштуковий пристрій має просту конструкцію, малу масу (до 0,2 кг), мінімальний мертвий простір (до 60 см<sup>3</sup>), дозволяє швидко вмикатись в апарат і вимикатись з нього.

До вад мундштукового пристрою насамперед відноситься фізіологічно неправильний вид дихання – через рот. Крім того, він, коли довгий час знаходиться у роті, подразнює слизову оболонку. Жувальні м’язи утомлюються. Газодимозахисники не можуть розмовляти. Можливі випадкові зіскакування носового затискача та випадання мундштукового пристрою. В окремих випадках, без очевидних порушень правил роботи в ізолюючому

апараті, коефіцієнт підсосу підвищується до величини, яка відповідає коефіцієнту захисту, що менше нормованого рівня показника.

Півмаска (як і чвертьмаска) має недостатню надійність ущільнення в зоні притискання до обличчя людини. Внаслідок цього і, відповідно, її під час експлуатації ізолюючих ІА (окрім тих випадків, коли є можливість створити надлишковий тиск чистого повітря в підмасковому просторі) не застосовують.

Дихальна маска герметизується з органами дихання шляхом притискання обтюратора до обличчя по лобно-щічно-підборідній лінії. Маска кріпиться на обличчі за допомогою гумового оголов'я. У нижній частині її корпуса розміщується штуцер, де знаходиться клапан видиху, якщо маска використовується в ізолюючого апарата з відкритою схемою дихання; під час роботи з регенеративними дихальними апаратами штуцер щільно зачиняється заглушкою.

Дихальні маски захищають також очі людини і забезпечують фізіологічно правильний тип дихання – через ніс. Щоб додатково обмежити підсос навколишнього повітря в систему ІА, конструкція маски включає до себе підмасочник. Крім того, завдяки підмасочнику об'єм шкідливого простору зводиться до 180–220 см<sup>3</sup>. Панорамне небитке скло забезпечує досить високий огляд. У більшості сучасних масок обмеження поля зору становить всього 18–22%, а в деяких і ще менше – до 2–5%. Прозорість скла протягом зміни забезпечується натиранням перед роботою спеціальною рідиною. В деяких масках передбачаються ручні склоочишувачі. Майже всі конструкції мають мембрани, які практично не зменшують гучності і розбірливості переговорів. Дослідження герметичності показали, що коефіцієнт підсосу під правильно вдягнутої і добре підігнаної маски коливається від 10<sup>-5</sup> до 10<sup>-6</sup> і не перевищує 10<sup>-4</sup>. В той же час наявність на обличчі у людини бакенбардів та довгого волосся підвищує коефіцієнт підсосу на один-два порядки, а наявність бороди – навіть на три. Наявність надлишкового тиску в підмасковому просторі, що характерно роботі в АСП, які обладнані легеневиими автоматами третього типу, суттєво (фактично на два-три порядки) підвищує герметичність лицевої частини.

Хибами масок є також досить велика маса (0,6–0,7 кг), складна конструкція, значний час на одягання та підгонку. Маска виключає обдув обличчя навколишнім повітрям. Для відпрацювання правильної підгонки маски та набуття навичок роботи в ній під час ліквідації надзвичайних ситуацій газодимозахисник повинен заздалегідь навчитись виконанню тренувальних вправ на чистому повітрі та в непридатному для дихання середовищі.

Шолом-маски закривають вуха і велику частину волосяного покриву голови і не мають оголів'я. Конструкція включає в себе два окремих круглих скла. Внаслідок того, що в шолом-масці відсутній підмасочник, шкідливий простір може становити до 450 см<sup>3</sup>. У той же час за герметичністю шолом-маска значно краще, ніж маска. Величина її коефіцієнта захисту дорівнює близько 10<sup>6</sup>.

Шолом має складну конструкцію, великий шкідливий простір, значну

масу та громіздкість і тому, незважаючи на те, що має коефіцієнт захисту є не меншим, ніж 107, у пожежно-рятувальних підрозділах майже не використовується.

Таким чином, коефіцієнт захисту лицевих частин, які застосовуються газодимозахисниками, є більшим, ніж 104. З урахуванням раніше отриманого значення коефіцієнт захисту безпосередньо самого апарата, яке дозволяє говорити, що коефіцієнт захисту системи “апарат–органи дихання” буде більше, ніж. Це вище нормованого рівня цього параметра, який дорівнює  $5 \cdot 10^3$ .

Експериментальна наближена перевірка системи «ізолюючий апарат у зборі з лицевою частиною – органи дихання» показникам захисної ефективності проводиться в камері газоокурення. Для цього газодимозахисник, що включився до апарата, входить до герметичної камери, в якій створюється певна концентрація контрольної шкідливої речовини, та виконує вправи, що імітують реальну роботу.

Необхідна концентрація цієї речовини визначається за формулою

$$C_k = C_{\text{пор}} \cdot K_z, \quad (1)$$

де  $C_{\text{пор}}$  – порогова концентрація, за якої чоловік починає відчувати запах контрольної речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$K_z$  – необхідний коефіцієнт захисту.

В якості контрольної речовини здебільшого використовуються хлорпікрин  $\text{CClNO}_2$  ( $C_{\text{пор}} = 0,6 \text{ мг/м}^3$ ) або аміак  $\text{NH}_3$  ( $C_{\text{пор}} = 0,5 \text{ мг/м}^3$ ).

Порогові концентрації цих речовин є нешкідливими для організму людини, але легко розпізнаються за запахом та подразнювальною дією. Якщо в таких умовах газодимозахисник не відчуває наявності контрольної шкідливої речовини у повітрі, яке він вдихає, вважається, що коефіцієнт захисту апарата, що перевіряється, разом із лицевою частиною не нижче допустимого.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Рекомендації про особливості виконання органами управління та підрозділами ДСНС завдань за призначенням у населених пунктах і на територіях під час збройної агресії. Наказ ДСНС № 375 від 02.04.2024 р.

УДК 351.861

## ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ПРОЦЕС ДИХАННЯ

*П.Ю. Бородич, к.т.н., доцент, В.Г. Кононович, начальник кафедри, к.н.з держ.упр., доцент, В.О. Мірошніченко, здобувач вищої освіти, Національний університет цивільного захисту України*

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 людини визначається кількістю повних дихальних рухів (вдихів та видихів), здійсненою 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, залежно від фізичного навантаження, збільшується в більшій мірі, ніж у тренуваної. Крім того, частота дихання залежить від статі і віку людини.

Одним з основних параметрів, який характеризує вентиляційну функцію легень, є об'єм одного вдиху (видиху), або дихальний об'єм. За спокійного стану людина вдихає та видихає близько 0,5 літра 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 поступити в легені після звичайного вдиху, називається додатковим об'ємом вдиху. Для дорослої людини він становить в середньому 1,5 л. Максимальна кількість видихуваного повітря після звичайного видиху називається резервним об'ємом видиху. Крім того, після максимального видиху в легенях людини залишається ще 1–1,5 л повітря (так зване залишкове повітря).

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, 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 легневим автоматом. Перевищення ЖЄЛ (6 л і більше) є небажаним для роботи людей у регенеративних дихальних апаратах, тому що при цьому протигаз повинен мати збільшену корисну ємність дихального мішка, а також відповідні, 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 вентиляція. 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 легеневу вентиляцію іноді розглядають як результат множення частоти дихання  $f$  на дихальний об'єм повітря. 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 у тканинах та підвищенням їх потреби в кисню, показники всіх трьох параметрів підвищуються. Дуже важке фізичне навантаження характеризується частотою дихання до 40–45 хв<sup>-1</sup>, об'ємом 3,5–4 л та легеневою вентиляцією до 150 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 важка 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 на увазі слід мати, що за незначного збільшення числа вдихів можна цілком використовувати ЖЄЛ. За більшого підвищення частоти дихання можливість використання ЖЄЛ знижується. Звідси впливають дві важливі особливості, котрі необхідно враховувати при роботі в ізолюючих апаратах.

По-перше, до цієї роботи слід залучати осіб, які добре підготовлені з фізичного боку і мають малу частоту дихання. Надмірне збільшення вентиляції легень під час роботи в апаратах є небажаним. 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 береться за основу при визначенні часу роботи в ЗІЗОД. У розрахунках часу роботи газодимозахисників у регенеративних дихальних апаратах приймається, що вони виконують роботу середньої важкості, чергуючи важку або дуже важку роботу, якщо така має місце, з відпочинком. 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 40 л/хв.

Мертвий простір визначається об'ємом повітря, який не бере участі у процесі газообміну. Мертвий простір складається з мертвих просторів людини і безпосередньо апарата. Мертвий простір людини дорівнює сумі об'ємів повітря, що залишається в носовій порожнині, гортані, трахеї, бронхах і бронхіолах при видиху. Об'єм мертвого простору в дорослої людини є досить великим і становить в середньому 140 мл. Кожний апарат має свій мертвий простір. Об'єм мертвого простору проти газів не повинен перевищувати під час користування дихальною маскою 200 мл. Оскільки повітря, що не бере участі у процесі газообміну, містить мало кисню й у значній мірі забруднене вуглекислим газом, воно шкідливо відбивається на процесі дихання. Тому мертвий простір іноді називають шкідливим простором. Важливою характеристикою є доза споживання кисню, яка визначається споживанням кисню, який поглинає людина з повітря. Кількість визначається як результат помноження легеневої вентиляції на долю відбору кисню людиною у процесі

дихання (ще називають коефіцієнтом відбору кисню з дихальної суміші). Споживання кисню є похідною від частоти серцевих скорочень в особи, яка виконує роботу. Для газодимозахисників, які працюють у регенеративних дихальних апаратах, доза споживання повітря оцінюється в середньому як при виконанні роботи середньої важкості. Тому для таких апаратів захисту постійна подача, яка дорівнює дозі споживання кисню. Взаємозв'язок кількісних показників дихання, до яких необхідно віднести також і об'ємну швидкість виділення вуглекислого газу (л/хв), об'ємну швидкість поглинання (споживання) кисню (л/хв) та дихальний коефіцієнт зумовлює дихальні режими. При цьому головною при визначенні дихального режиму є об'ємна швидкість виділення вуглекислого газу, яка характеризує рівень енергетичного обміну в організмі. Для кожного дихального режиму є можливими сім комбінацій значень. Одна з них відповідає основному значенню – це основний дихальний режим. Інші шість комбінацій відповідають збільшеному або зменшеному значенню одного з трьох параметрів – це додаткові дихальні режими. Таким чином система містить 15 основних та 90 додаткових дихальних режимів, які охоплюють діапазон дихання людини як за енергетичним рівнем, так і за індивідуальним відхиленням окремих параметрів. Запропонована система дихальних режимів реалізується як під час приймання нових зразків ізолюючих апаратів, так і під час виконання дослідних робіт при створенні нових дихальних апаратів. Практично дихальні режими реалізуються під час випробувань ізолюючих дихальних апаратів на установці «Штучні легені».

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану - навчальний посібник / [Мирослав КОВАЛЬ, Сергій КРУК, Дмитро БОНДАР та інші] - Львів: ЛДУ БЖД, 2023. - 306 с.

УДК 614.841

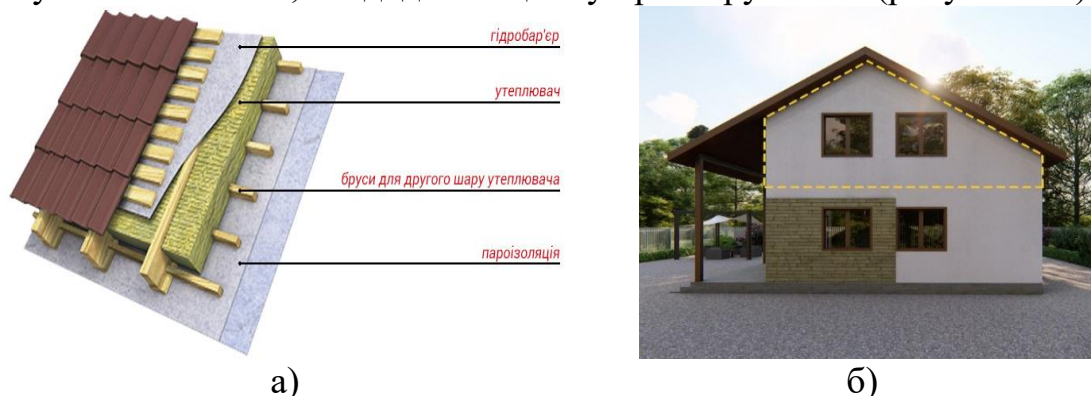
## АНАЛІЗ СПОСОБІВ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В МАНСАРДНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

*Я.Б. Великий, канд.пед.наук., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Внаслідок сучасних тенденцій у будівництві, ми можемо спостерігати зростання кількості житлових будинків без повноцінних поверхів, які обладнані мансардами. Мансарди можуть мати різні розміри та дизайн, починаючи від невеликих куточків під дахом до великих, просторих кімнат. Вони бувають оснащені вікнами або люками для освітлення та провітрювання, а також мати різні системи опалення та кондиціонування повітря, в залежності від місцевих умов і призначення приміщення [1]. Пожежі в мансардних приміщеннях можуть бути особливо небезпечними через обмежений доступ та складні умови

для гасіння. Такі пожежі часто важко помітити, і вогонь може швидко поширюватися через дерев'яні конструкції даху та інші горючі матеріали, які можуть бути у мансарді. Таким чином, конструктивні особливості будівель із мансардними приміщеннями вимагають нових підходів та тактики дій для ефективного гасіння пожеж, які можуть виникати в них.

Мансардні приміщення характеризуються своєрідною конструкцією та характерною поверховістю тобто декілька повноцінних поверхів (переважно 1 або 2) та один неповноцінний поверх для оптимального використання простору під дахом. Основними елементами конструкції мансард є перекриття даху, теплоізоляційні матеріали та обробка приміщень. Перекриття даху мансарди може складатися з металевого листа, черепиці та подібних покрівельних матеріалів. Під покрівельним матеріалом розміщується шар теплоізоляційного матеріалу, який може бути виконаний з пінопласту, мінеральної вати або інших сучасних теплоізоляційних матеріалів (рисунок 1 а) [2]. Окрім цього, мансардні приміщення можуть мати специфічні конструкційні особливості, такі як нахил стін та стелі, що відповідають конструкції даху. Додатковою особливістю можуть бути великі вікна, які додають цьому простору світла (рисунок 1 б).



**Рисунок 1 – Мансардне приміщення у житловому секторі:**  
**а) будова покрівлі мансардного приміщення**  
**б) загальний вигляд мансардного приміщення**

Попадання одного з небезпечних елементів продуктів горіння теплоізолюючих матеріалів в організм людини навіть в незначній концентрації викликає отруєння. Коли гази, пари, альдегіди, смоли і дрібні частинки на пожежі змішані і розігріті, їх смертельний вплив на живий організм різко посилюється тому потрібно розуміти що при 0,15 % концентрації CO в об'ємі житлового приміщення людина може отримати тяжке отруєння або взагалі загинути [3]. Через цей фактор, основною небезпекою для життя та здоров'я людей є не лише можливість обвалу конструкцій під час евакуації з місця пожежі, але й токсичні речовини, що утворюються під час горіння.

Розвиток пожежі у мансардному приміщенні може залежати від багатьох чинників. На початку розвитку такої пожежі керує паливо, це означає, що на динаміку процесу згорання впливає лише кількість, вид і характеристики палива. Достатня кількість кисню наявна постійно і у кожному місці процесу горіння. Такий стан утримується впродовж певного часу, впродовж якого

потужність пожежі зростає. Пожежа продовжує збільшувати свою динаміку, утворюється все більше продуктів згорання, оскільки зростає зона горіння. Задимлення призводить до утворення та зниження нейтральної зони, тим самим обмежується простір, через який до пожежі поступає кисень із повітрям і пожежа стає керованою вентиляцією. Настає критичний момент у розвитку внутрішньої пожежі. З цього моменту усі зміни у вентиляції будуть суттєво впливати на динаміку та розвиток пожежі [4].

Для досягнення найбільш ефективного гасіння пожежі в мансардному приміщенні, потрібно виправити та додати ряд наступних факторів :

1. Зменшення концентрації окисника в повітрі.
2. Зменшення кількості особового складу для ліквідації пожежі.
3. Оперативність ведення дій.
4. Мінімізація пролитої води.

Проводячи аналіз способів гасіння пожежі в мансардних приміщеннях, відповідно керівним документам можемо відзначити два основні способи [5;6; 7]:

1. Подача ствола на гасіння по висувній драбині.
2. Подача ствола на гасіння по сходовій клітині.

Гасіння пожежі за допомогою висувної драбини може бути ефективним методом в деяких випадках, але також має свої власні особливості.

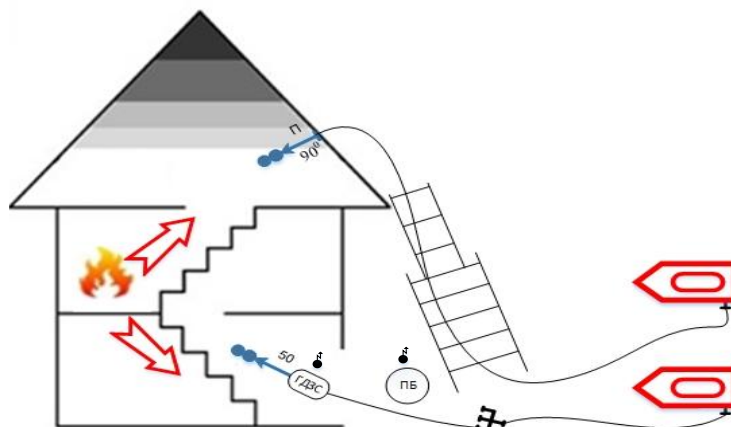
Ефективність такого методу полягає в тому, що доступ до пожежі, на даху або в мансардному приміщенні, стає більш доступним. Особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів може скористатися висувною драбиною, щоб піднятися на дах та використати інструменти для гасіння або локалізації вогню. Це дозволяє пожежним-рятувальникам працювати та безпосередньо контролювати рух вогню, особливо у випадках, коли пожежа розповсюджується з нижніх поверхів до даху або стінах будівлі. Проте, цей підхід має свої труднощі. Доступність до даху може бути ускладненою через різні фактори, такі як висота будівлі, стан даху внаслідок чого може бути обвалення конструкції, проведення гасіння за таким принципом задіює велику кількість особового складу, також великим та основним недоліком такого методу гасіння є велика кількість пролитої води, яка може затопити нижні поверхи тим самим завдати великих матеріальних збитків. Оцінка ситуації та розуміння умов є важливими для визначення ефективності цього методу гасіння. Пожежні підрозділи повинні мати не лише відповідну підготовку для роботи на даху, але й усі необхідні засоби безпеки та обладнання для ефективного втручання.

Зважаючи на пожежі в мансардних приміщеннях, гасіння через сходову клітину має свої суттєві недоліки. Піднімаючись сходовою клітиною, ланка ГДЗС може швидко досягти місця загоряння. Це може бути дуже ефективно, особливо якщо пожежа локалізована на верхніх поверхах чи в мансардному приміщенні. Такий метод дозволяє контролювати поширення вогню та реагувати оперативно. Проте, існує ряд ризиків, які можуть призвести до пошкодження конструкції будівлі, зокрема сходової клітини, створюючи



небезпеку обвалу тим самим ускладнюючи доступ до осередку пожежі, цим методом також нам потрібно залучити значну кількість особового складу та вимагає альтернативних шляхів гасіння. Крім того, якщо вогонь швидко розповсюджується, гасіння знизу є нефективним, оскільки він вже встиг розповсюдитися на вищі поверхи до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів.

Враховуючи вищенаведене, а також аналіз шляхів та видів газообміну під час гасіння пожеж в огороженні можна стверджувати, що у більшості випадків дані пожежі контролюються вентиляцією. Ключовим питанням за таких умов стає доступ повітря в зону горіння, таким чином використання стволів пробійників набуває максимальної ефективності за рахунок подачі розпилених та тонкорозпилених струменів води на гасіння або захист в осередок горіння, за умов повної або часткової ізоляції пожежі [8;9]. Якщо поширення пожежі відбувається у вище (мансардні приміщення) та нище розташовані поверхи ефективним методом гасіння може бути комбінований спосіб, одночасне використання ланки ГДЗС для гасіння та ствола пробійника для захисту мансардного приміщення за умови роботи на пожежі не менше 2-х відділень рисунок 2.



**Рисунок 2 – Гасіння мансардного приміщення комбінованим способом**

Методи роботи, вибір засобів і тактика дій пожежно-рятувальних підрозділів залежить від поставленої мети, завдання та тактичних можливостей підрозділів які прибули для гасіння пожежі. Проаналізувавши закордоні та вітчизняні роботи, щодо способів проведення гасіння пожеж мансардних приміщень у житловому секторі бачимо, що в Україні немає методів та досвіду гасіння таких пожеж стволами пробійниками. Беручи до уваги можливі варіанти виникнення та розповсюдження таких пожеж з найтяжчими наслідками, запропоновано комбінований спосіб гасіння мансардних приміщень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення.
2. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель.
3. Ковалишин В.В., Луц В.І., Пархоменко Р.В. Основи підготовки газодимозахисника: навчальний посібник. Львів: ЛДУБЖД 2015. 390 с.
4. Шимон Кокот: Вентилятори і вентиляція в пожежній охороні: посібник, переклад з пол.. Володимира Дубасюка. Львів: 2022. 72 с.2
5. Наказ МВС 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. Ключ П.П., Палюх В. Г., Пустовий А.С., Сенчихин Ю.М., Сировий В. В. Пожежна тактика Харків: Основа, 1998.
7. Український науково-дослідний Інститут цивільного захисту. Довідник керівника гасіння пожежі. Київ: ТОВ “Літера-Друк”, 2016. 320 с.
8. Шимон Кокот. Гасіння внутрішніх пожеж : посібник, переклад з пол.. Володимира Дубасюка. Львів: 2022. 319 с.
9. Шимон Кокот: Вентилятори і вентиляція в пожежній охороні: посібник, переклад з пол.. Володимира Дубасюка. Львів: 2022. 72 с.

**УДК 614.841**

## **ПРО ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ТА ІНШИХ НЕВІДКЛАДНИХ РОБІТ НА ОБ’ЄКТАХ ЕНЕРГЕТИКИ**

*І.М. ГРИЦИНА, канд. техн. наук, доцент,  
В.Ю. БЕЗИМЕННИЙ, курсант факультету оперативно-рятувальних сил  
Національний університет цивільного захисту України  
Н.І. ГРИЦИНА, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний  
автомобільно-дорожній університет*

Вже майже три роки в нашій країні триває повномасштабна війна з російськими окупантами. За цей час загину велика кількість наших громадян, зруйновані домівки та інфраструктурні об’єкти. Удари по об’єктам критичної інфраструктури, а саме, розподілу та генерації електричної енергії [1] носять системний характер. За висновками ДТЕК, станом на кінець березня 2024 року він втратив близько 80% генерації через удари і станом на вересень ситуація не покращилась. Скориш за все нас чекає дуже важкий опалювальний сезон.

В 2023 році Рада національної безпеки і оборони України прийняла рішення РНБО [2] яке дозволить покращити стійкість та відновлення об’єктів критичної інфраструктури. В цьому рішенні передбачено створення інженерного захисту об’єктів, підсилення протиповітряної оборони, створення запасів стратегічного обладнання та програмного забезпечення та інше. Але

фактично це не призвело до покращення ситуації з захистом об'єктів енергетичної інфраструктури.

Загальна організація аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт (АРР і НАВР) відбувається відповідно [3] але необхідно враховувати особливості які добре наведено в [4-6]. Внаслідок ракетно-артилерійського обстрілу об'єктів енергетики виникають руйнування та пошкодження значної кількості технологічного обладнання, споруд і технологічних комунікацій, що супроводжується масштабними пожежами.

Відповідно до [3] унаслідок вибуху обстановка характеризується за такими параметрами: площа пожежі та зона теплової дії; ураження персоналу об'єкта і загроза населенню найближчих житлових будинків під час вибухів від вогню і задимлення; руйнування будинків, споруд і виникнення завалів, пошкодження зовнішнього і внутрішнього протипожежного водопостачання, стаціонарних систем пожежогасіння, технологічного обладнання тощо.

Під час проведення розвідки встановлюються: деформацію та руйнування незахищених металевих конструкцій покрівлі будівель, ходових містків, майданчиків, технологічного обладнання; можливість повторних обстрілів сусіднього електроустаткування та місць дислокації сил і засобів ДСНС; можливість одночасного пошкодження декількох елементів електроустаткування та швидкого поширення вогню горючою ізоляцією кабелів, прокладених у лотках, тунелях і шахтах, горючим утеплювачем та конструктивними елементами будівлі або мастилом, що виливається з пошкоджених змащувальних систем генераторів, розподільних пристроїв; можливість утворення вибухонебезпечних сумішей у разі пошкодження водневих систем охолодження генераторів; затримку виїзду сил і засобів ДСНС у зв'язку із обстрілами території об'єктів енергетики; можливість тимчасового призупинення оперативних дій під час гасіння пожежі для відведення та укриття особового складу внаслідок загрози обстрілу; виникнення небезпечних рівнів радіації у разі розгерметизації технологічного обладнання і комунікацій на атомних електростанціях; відсутність тиску в мережі протипожежного водопроводу через ураження електричних і водопровідних мереж, пошкодження насосного обладнання; можливе руйнування пожежних водойм і резервуарів із запасом води для пожежогасіння та місць зберігання запасу піноутворювача; забруднення території боєприпасами, що не вибухнули та їх вибухонебезпечними осколками; можливу відсутність обслуговуючого персоналу через загрозу обстрілу, їх перебування у захисних спорудах (або якщо це не передбачено режимом їх роботи).

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

проведення стабілізації будівельних та інших конструкцій.

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

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

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

Слідування підрозділу ДСНС до місця проведення робіт здійснюється безпечним маршрутом. У разі непередбаченої зміни оперативної обстановки використовується завчасно визначений запасний маршрут.

З моменту виїзду і до повернення у пункт постійної дислокації старший колони (машини) підтримує зв'язок з пунктом зв'язку підрозділу (оперативно-координаційним центром, центром управління в надзвичайних ситуаціях) та проводить оцінку обстановки на маршруті слідування. Техніка має рухатися на безпечній швидкості та з дотриманням збільшеної до 100 м дистанції між машинами. Використання засобів зв'язку під час управління силами і засобами на пожежі погоджується з військовою адміністрацією. Категорично забороняється самовільно здійснювати фото і відеофіксацію наслідків обстрілу об'єктів енергетики.

Сили і засоби ДСНС у першочерговому порядку вводяться на вирішальному напрямку оперативних дій з урахуванням обстановки та загрози повторного обстрілу району розташування об'єкта.

Необхідно утворити Штаб на пожежі, до якого включити інженерно-технічний персонал об'єкта енергетики.

Після прибуття персоналу з укриттів необхідно встановити зв'язок зі старшим зміни на об'єкті енергетики, уточнити в нього обставини та отримати письмовий допуск за встановленою формою до гасіння пожежі або ліквідації наслідків аварії. Уточнити, які електроустановки уцілили, яке електроустаткування становить небезпеку для особового складу, робота яких систем і агрегатів сприятиме поширенню вогню.

Забороняється допускати скупчення особового складу у приміщеннях з електроустаткуванням та його перебування у заборонених (небезпечних) зонах, приміщеннях, на дільниці.

Особовий склад, задіяний у подаванні вогнегасних речовин, зобов'язаний працювати у діелектричних засобах.

Узгодити з інженерно-технічним персоналом об'єкта енергетики припинення подачі водню у систему охолодження генераторів, до виконання цих робіт залучити обслуговуючий персонал.

Гасіння водню всередині трансформаторів та наповненого мастилом

електрообладнання здійснювати порошком, піною чи розпиленою водою, стволи подавати через отвори шинопроводів.

Для локалізації місць розливу мастила необхідно організувати створення їх обвалування та облаштування спрямовуючих валів для відведення розлитого мастила у безпечне місце.

На об'єктах енергетики, де не передбачено постійне чергування персоналу, необхідно вжити заходів для виклику виїзної аварійної бригади. До прибуття аварійної бригади організувати оперативні дії з гасіння пожеж у обсязі, визначеному заздалегідь розробленим та узгодженим оперативним планом пожежогасіння.

На об'єктах атомних електростанцій необхідно створювати окремі оперативні дільниці для гасіння пожеж у зонах чи у приміщеннях з підвищеним рівнем радіації.

Під час обстрілу або загрози повторних обстрілів району розташування об'єкта, коли існує небезпека особовому складу, оперативні дії з гасіння пожеж на об'єктах енергетики не проводяться. Особовий склад і техніка відводяться у безпечне місце. Відновлення оперативних дій здійснюється після припинення або мінімізації загрози для особового складу.

Резервну техніку необхідно розосереджувати за укриттями, а не концентрувати на відкритій місцевості. Для надання екстреної допомоги рятувальникам, необхідно створити окремих підрозділ або сформувати групу з транспортом, засобами медичного забезпечення та аварійно-рятувальним обладнанням. Для своєчасного реагування на можливі загрози призначити спостерігача з засобами радіозв'язку. В разі повітряної або іншої військової загрози спостерігач подає команду «В укриття!». У випадку формування зведених загонів доцільно провести розосередження сил і засобів зведених загонів на місцевості з метою уникнення значного скупчення людей та техніки і недопущення значних одномоментних втрат при раптовому артилерійському, ракетному чи авіаційному ударах по місцю дислокації загону. Обмежити користування мобільними засобами зв'язку з метою уникнення виявлення місця дислокації особового складу засобами радіоелектронної боротьби та розвідки противника з наступним завданням удару засобами ураження.

У випадку розташування місця дислокації зведеного загону в зоні ураження ствольної і реактивної артилерії противника обмежити відпочинок особового складу у наметах. Доречно організувати підготовку польових фортифікаційних укриттів (окопів, щілин тощо).

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

## ЛІТЕРАТУРА

1. ЗУ «Про критичну інфраструктуру» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 5, ст.13). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>
2. Указ Президента України про введення в дію рішення Ради національної безпеки і оборони України від 17 жовтня 2023 року «Про організацію захисту та забезпечення безпеки функціонування об'єктів критичної інфраструктури та енергетики України в умовах ведення воєнних дій» Режим доступу: <https://www.rnbo.gov.ua/ua/Ukazy/6670.html>.
3. Наказ МВС України № 340 від 26.04.2018. «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>.
4. Дій підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану. Навчальний посібник / М. Коваль, С. Круг, Д. Бондар та інші.- Львів: ЛДУБЖД, 2023.–306 с.
5. Про особливості реагування на надзвичайні ситуації під час збройної агресії: наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 02.04.2024 р. № 375. URL: <https://dsns.gov.ua/upload/2/0/8/0/8/1/6/rekom.pdf>.
6. Про забезпечення безпеки : окреме доручення Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 22.03.2022 р. № 022-01-од ппу URL: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u184/metodichni\\_rekomendaciyi\\_pes\\_vnp\\_rm\\_d.doc.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u184/metodichni_rekomendaciyi_pes_vnp_rm_d.doc.pdf).

**УДК 614.8**

## ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКОВАНИХ ДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ

*Д.В. Грищенко, , С.М. Шахов, доктор філософії Національний  
університет цивільного захисту України*

Основними властивостями компресійної піни[1], що впливають на ефективність пожежогасіння, є її стійкість та кратність. Разом з тим, рядом авторів підтверджено, що введення в склад водних вогнегасних речовин хімічних модифікованих добавок дозволяє підвищити ефективність гасіння пожежі.

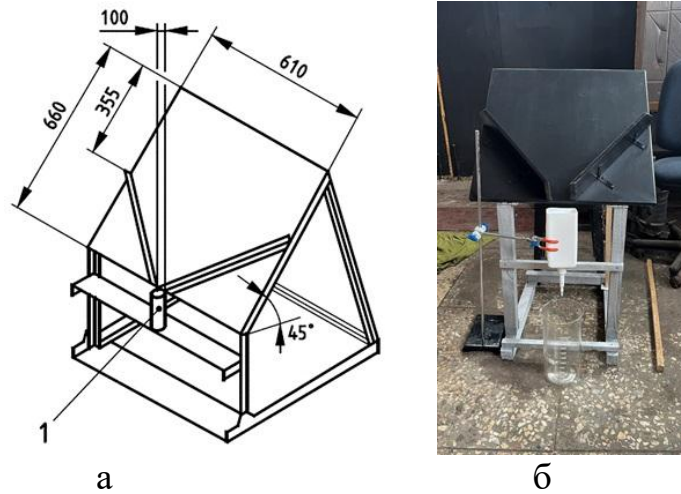
Метою дослідження є виявлення особливостей впливу модифікованих добавок на властивості КП. З практичної точки зору отримані залежності дозволяють в подальшому визначити ефективність пожежогасіння компресійної піни з модифікованими добавками у її складі

Об'єктом дослідження є властивості компресійної піни із застосуванням модифікованих добавок: стійкість та кратність.

Основна гіпотеза полягає в тому, що використання модифікованих

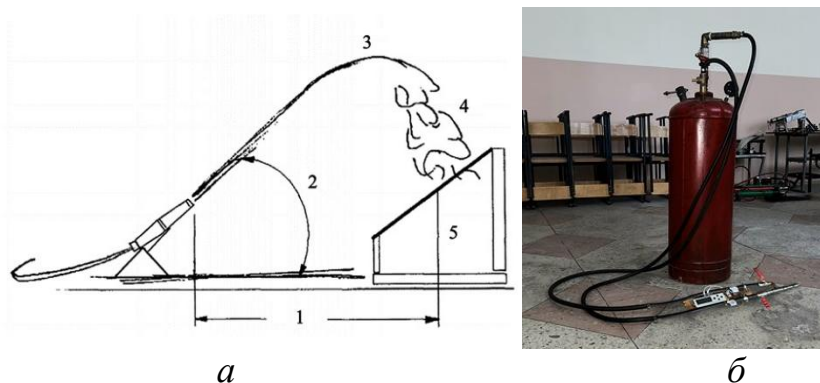
добавок у складі компресійної піни буде впливати на її стійкість та кратність.

Згідно методики ДСТУ EN 16327:2018 було використано обладнання, що подано на рис. 1.



**Рисунок 1 – Обладнання для проведення дослід з вимірювання стійкості та кратності піни: а – піноприйчач: 1 – пінозбирач зі зливним пристроєм; б – фото розробленого стенду.**

Розміщення ствола для подавання піни на вимірювальний стенд (рис. 2, а), відповідали вимогам ДСТУ EN 16327:20. Під час досліджень використано оригінальний розроблений зразок системи генерування та подавання компресійної піни (рис. 2, б) [1].



**Рисунок 2 – Обладнання та умови дослідження: а – вимоги розміщення ствола та стенду згідно ДСТУ EN 16327:20; б – фото системи генерування та подавання КП оригінального зразка [15].**

Оцінювання кратності та стійкості піни відповідно до рекомендацій, викладених ДСТУ EN 16327:2018. Для кожної проби вимірювання кратності та стійкості дослід повторювали тричі. Стійкість визначали за інтервалом часу, за який витікає 50 % рідини з генерованої піни шляхом встановлення пінозбирача на ваги, при цьому фіксуючи втрату його маси.

Кратність піни розраховували за формулою:

$$E = \frac{V}{M_2 - M_1} \quad (1)$$

де  $V$  – об’єм пінозбирача, л;

$M_1$  – маса порожнього пінозбирача, кг;

$M_2$  – маса пінозбирача, заповненого піною, кг.

Модифіковані добавки для проведення досліджень було обрано згідно [15]: гідрофосфат амонію ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>); дігідроортофосфат амонію (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>); карбонат амонію ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>); карбонат калію (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>); хлорид калію (KCl). Концентрація модифікованих добавок у складі компресійної піни варіювались в межах від 1 % до 5 % із урахування аналізу досвіду попередників, викладених у [2].

При дослідженні використовували ПУ загального призначення «Барс S», із концентрацію  $P=6$  % у водному розчині згідно рекомендацій виробника.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Zhaoqian L., Hongqing Z., Jinlong Z., Yilong Z., Lintao H. Experimental research on the effectiveness of different types of foam of extinguishing methanol / Diesel pool fires. Combustion science and technology. 2022. Vol. 12 (196). P. 1791-1809. <https://doi.org/10.1080/00102202.2022.2125306>
2. Kodrik A., Titenko O., Vinogradov S., Shakhov S. Improvement of the prototype of the compressed air foam system and its testing. In Applied Mechanics and Materials. 2023. Vol. 917. P. 59–68. <https://doi.org/10.4028/p-sj8kwy>

**УДК 614.8**

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ ІЗ МОДИФІКОВАНИМИ ДОБАВКАМИ

*Д.В. Грищенко, С.А. Виноградов, к.т.н., доцент Національний  
університет цивільного захисту України*

Розчин піноутворювача (94% води і 6 % піноутворювача) із модифікованими добавками готувався для кожного дослідження в об’ємі 1 л. Відповідно до пропорцій концентрації модифікованих добавок в межах від 1–5 % було визначено їх необхідну масу, яка вимірювалась із застосуванням електронних настільних ваг. Розрахункові маси модифікованих добавок подано у табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахункові маси модифікованих добавок

Концент рація МД С, %	Маса МД $m$ , г	
	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
1	10	10
2	20	20



3	30	30
4	40	40
5	50	50

Процес приготування робочого розчину із модифікованими добавками подано на рис. 1.



*а б*

*в*

**Рисунок 1 – Процес приготування розчину: а – контрольне зважування модифікованих добавок; б – приготування розчину піноутворювача із модифікованими добавками в заданих пропорціях; в – заповнення ємності системи генерування та подавання компресійної піни.**

Стандарт Guide for the Use of Class A передбачає три типи компресійної піни[1] за кратністю: «мокра (wet)» від 1 до 5; «рідка (fluid)» від 5 до 10; «суха, або жорстка (dry or stiff)» від 10 до 20. Кратність компресійної піни регулюється співвідношення витрат водного розчину піноутворювача та повітря і тиском в системі. Враховуючи зазначене, тиск в системі був постійний та дорівнював 6 бар. Вентилі ствола системи генерування та подавання компресійної піни регулювались таким чином, щоб забезпечити 4 режими (М1–М4) співвідношення водного розчину піноутворювача/повітря, які відповідають  $K=5$  для М1,  $K=10$  для М2,  $K=15$  для М3 і  $K=20$  для М4 для компресійної піни без добавок.

На рис. 2. подано фото процесу дослідження дослідженні [2].

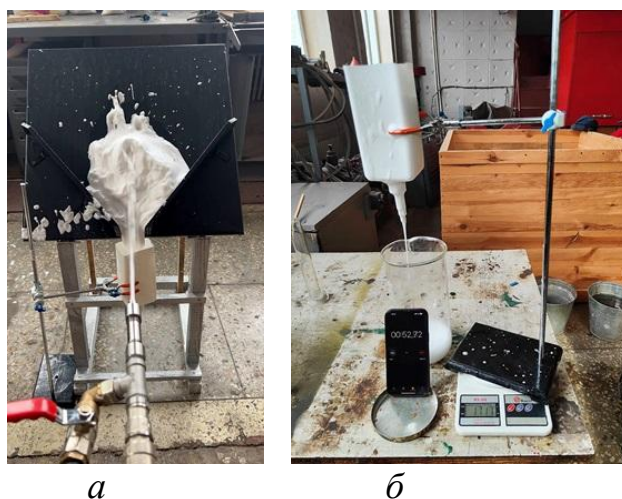


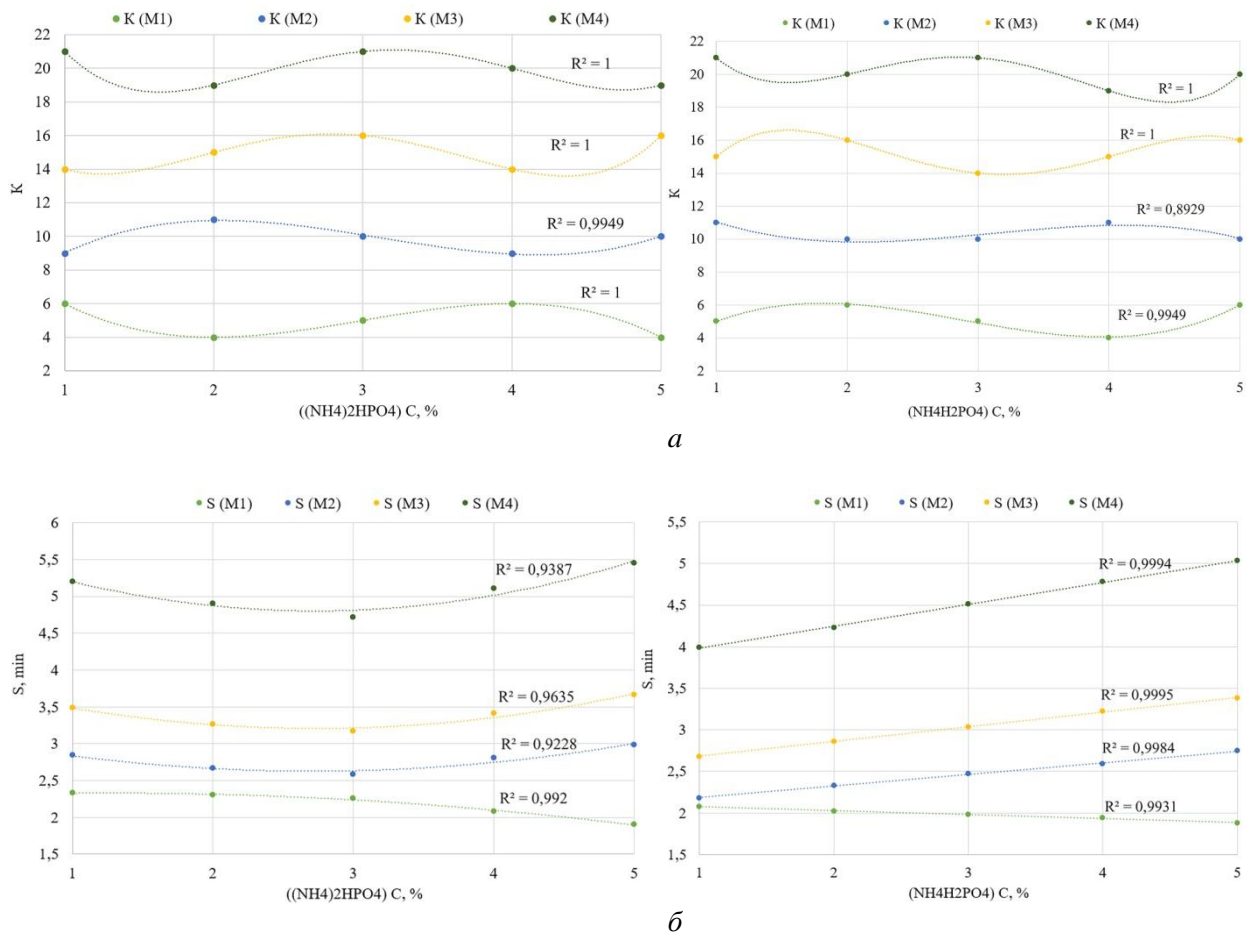
Рисунок 2 – Фото процесу дослідження: а – подавання компресійної піни на стенд; б – вимірювання кратності та стійкості компресійної піни.

У табл. 2 подано зведені результати (середні розрахункові значення) дослідження впливу фосфатів амонію із концентрацією в межах 1–5 % на властивості компресійної піни.

Таблиця 2 – Вплив фосфатів амонію на кратність та стійкість компресійної піни

МД	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$					$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$				
<i>M</i>	1 (5)									
<i>C</i> , %	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>K</i>	6	4	5	6	4	5	6	5	4	6
<i>S</i> , min	2,33	2,3	2,26	2,08	1,9	2,08	2,02	1,98	1,94	1,88
<i>M</i>	2 (10)									
<i>K</i>	9	11	10	9	10	11	10	10	11	10
<i>S</i> , min	2,84	2,67	2,58	2,81	2,98	2,18	2,33	2,47	2,59	2,75
<i>M</i>	3 (15)									
<i>K</i>	14	15	16	14	16	15	16	14	15	16
<i>S</i> , min	3,49	3,26	3,17	3,41	3,66	2,68	2,86	3,03	3,22	3,38
<i>M</i>	4 (20)									
<i>K</i>	21	19	21	20	19	21	20	21	19	20
<i>S</i> , min	5,20	4,90	4,72	5,11	5,45	3,99	4,23	4,51	4,78	5,03

На рис. 3 подано залежність впливу фосфатів амонію в межах концентрації від 1÷5 % у водному розчині піноутворювача на властивості компресійної піни.



**Рисунок 3 – Вплив концентрації фосфатів амонію у водному розчині піноутворювача на властивості компресійної піни: а – кратність в режимах М1–М4 з  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  та  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ; б – стійкість із урахуванням кратності, отриманої при режимах М1–М4 з  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  та  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$**

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Zhaoqian L., Hongqing Z., Jinlong Z., Yilong Z., Lintao H. Experimental research on the effectiveness of different types of foam of extinguishing methanol / Diesel pool fires. *Combustion science and technology*. 2022. Vol. 12 (196). P. 1791-1809. <https://doi.org/10.1080/00102202.2022.2125306>
2. Kodrik A., Titenko O., Vinogradov S., Shakhov S. Improvement of the prototype of the compressed air foam system and its testing. In *Applied Mechanics and Materials*. 2023. Vol. 917. P. 59–68. <https://doi.org/10.4028/p-sj8kwy>

## РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ

*Д.П.Дубінін, к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Актуальність створення вимірювального комплексу для визначення ефективності застосування технічних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою викликано потребою подальшого розвитку технічних засобів з отримання та доставки тонкорозпиленої води в осередок пожежі з метою підвищення ефективності їхнього застосування (рис. 1) [1–6]. Механізм гасіння тонкорозпиленою водою полягає в охолодженні зони горіння, зниженні концентрації кисню в зоні горіння за рахунок його заміщення парами води і зниженні теплового випромінювання від полум'я пожежі [7–10]. При цьому слід зазначити, що вогнегасна ефективність тонкорозпиленої води залежить від розміру крапель (дисперсності) та інтенсивності подавання, відповідно основними критеріями, за якими визначається ефективність застосування технічних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою, насамперед є оптимальна дисперсність крапель у потоці тонкорозпиленої води та інтенсивність подачі тонкорозпиленої води. Таким чином, виникає питання, щодо якісної оцінки ефективності застосування технічних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою за даними критеріями.

Для вирішення поставленого завдання до складу комплексу входять:

- комплектний кабель;
- датчики для визначення вологості та температури;
- блок обробки інформації (дисплей);
- флеш карта;
- джерело живлення (ПКП, повербанк).

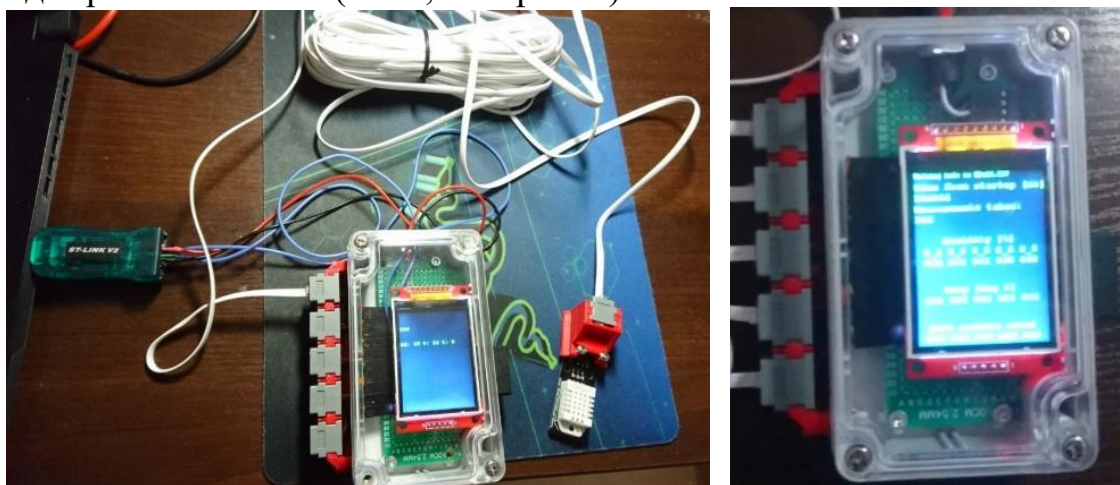


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд вимірювального комплексу для визначення ефективності застосування технічних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою

Вимірювальний комплекс складається з 5-ти датчиків які розміщуються в середині приміщенні на різних висотах та відстані від осередку пожежі. Датчики, насамперед, вимірюють температуру та вологість на різний проміжок часу. Отримане значення (температури та вологості) від датчика передається на блок обробки інформації і за рахунок інтегрування з обчислювальним засобом (ноутбуком) відбувається його подальше обчислення в залежності від часу, та вивід на екран ноутбука результатів вимірювання з подальшим їх збереженням.

Отримані результати дослідження аналізуються, робляться певні висновки, щодо проведених експериментальних досліджень, та в подальшому можуть стати підставою для написання відповідних рекомендації, тощо. Вимірювання здійснюється під час застосування технічного засобу пожежогасіння тонкорозпиленою водою, при цьому може змінюватися дисперсність крапель води, інтенсивність подавання тонкорозпиленої води, відстань від технічного засобу до осередку пожежі, тощо. Вимірювальний комплекс дозволить оцінити ефективність застосування технічних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою із визначенням оптимальної дисперсності та інтенсивності подавання тонкорозпиленої води, а також й сферу його використання.

Розробка використовується кафедрою пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт факультету оперативно-рятувальних сил НУЦЗ України при проведенні наукових досліджень з визначення ефективності використання засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою при розвитку внутрішніх пожеж так і в навчальному процесі при підготовці здобувачів вищої освіти за спеціальністю «Пожежна безпека».

## ЛІТЕРАТУРА

1. Dubinin D., Korytchenko K., Krivoruchko Y., Tryfonov O., Sakun O., Ragimov S., Tryhub V. Numerical studies of the breakup of the water jet by a shock wave in the barrel of the fire extinguishing installation. *Sigurnost*. 2024. 66 (2). P. 139–150. doi: 10.31306/s.66.2.4.

2. Дубінін Д. П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2021. № 33. С. 15–29. doi: 10.52363/2524-0226-2021-33-2.

3. Дубінін Д. П., Лісняк А. А., Шевченко С. М., Криворучко Є. М., Гапоненко Ю. І. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2021. № 34. С. 110–121. doi: 10.52363/2524-0226-2021-34-8.

4. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпиленим водяним струменем. *Проблеми пожежної безпеки*. 2018. № 43. С. 45–53. URL: <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol43/dubinin.pdf>.

5. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А., Криворучко Є. М. Експериментальне дослідження водяного аерозолі, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. *Проблеми пожежної*

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

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

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

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

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

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

## УДК 614.8

### ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ У ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ

*Я.Б. Кирилів, к.т.н., с.н.с., І.В. Жиденко, д.філос., І.І. Калужняк  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Лісові пожежі стали глобальною проблемою, адже щороку згорає все більше їх територій на планеті. Лісові пожежі класифікуються як природні катастрофи, але лише 10-15% трапляються природно. Решта 85-90 % є наслідком діяльності людини, включаючи пожежі, залишені без нагляду, викинуті недопалки та підпали [1].

Згідно з даними Державної служби статистики України, на території лісового фонду країни протягом 1990–2021 років виникло 109,4 тис. пожеж на загальній площі 141,8 тис. га. Середня, за останні 30 років, площа однієї пожежі становить 1,3 га. За період незалежності України вогнем пошкоджено 4,7 млн куб. м деревини на корені, або 170 тис. куб. м щорічно [2].

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для ліквідації пожеж у природних екосистемах та лісових масивах стало ключовою інновацією у сфері цивільного захисту, особливо під час війни в Україні. Пожежі внаслідок бойових дій, а також через природні фактори, викликають значні загрози для навколишнього середовища та населення. БПЛА дозволяють оперативно оцінювати масштаби пожежі, виявляти її осередки, а також здійснювати моніторинг ситуації в реальному часі. Це особливо важливо в умовах, коли доступ до зони пожежі ускладнений або небезпечний.

Під час війни в Україні БПЛА активно використовуються для боротьби з наслідками пожеж, викликаних обстрілами або іншими військовими діями. Такі апарати допомагають знижувати ризики для рятувальників, надаючи точні дані про розповсюдження вогню, дозволяючи швидше реагувати на загрози та ефективніше використовувати ресурси. Вони також використовуються для оцінки пошкоджень інфраструктури та природних територій, що дозволяє краще планувати заходи з відновлення.

Війна в Україні, що почалася в 2022 році, значно ускладнила боротьбу з пожежами в природних екосистемах та лісових масивах. Обстріли, вибухи боєприпасів та інші військові дії спричиняють масштабні пожежі, які складно контролювати через нестабільність регіонів і небезпеку для рятувальників. У цих умовах БПЛА стали невід'ємним інструментом в управлінні кризовими ситуаціями, особливо під час пожеж.

Сучасний стан розвитку методів дистанційного зондування забезпечує можливість оцінити стан лісового покриву і створити систему регіонального моніторингу лісів на підставі комбінованого використання даних різного просторового розрізнення [3, 4]. Також важливим є метод інформування Державної системи протипожежного захисту лісів у разі виявлення осередку пожежі під час здійснення авіаційних польотів.

Доповнити сучасні авіаційні пілотовані системи, наземні системи під час виконання патрулювання лісових масивів може система раннього дистанційного виявлення осередків лісових пожеж на базі наявних сучасних БПЛА, які здатні здійснювати допоміжний протипожежний моніторинг лісів [5].

Основні переваги застосування БПЛА:

**1. Моніторинг у реальному часі.** БПЛА можуть здійснювати аерофотозйомку в реальному часі, що дозволяє швидко оцінити масштаби пожежі та спрямувати зусилля рятувальників на найбільш критичні ділянки.

**2. Зниження ризику для людей.** У небезпечних для життя умовах, таких як обстріли або мінування територій, БПЛА можуть виконувати функції, які зазвичай виконують рятувальники, значно знижуючи ризик втрат серед особового складу.

**3. Точність виявлення осередків пожеж.** За допомогою тепловізорів, встановлених на БПЛА, можна ефективно ідентифікувати найгарячіші осередки вогню, що допомагає швидко реагувати на ситуацію та приймати правильні рішення щодо розташування пожежно-рятувальних підрозділів.

**4. Оцінка пошкоджень.** Після ліквідації пожежі БпЛА використовуються для оцінки збитків та складання звітів для подальшого відновлення територій.

Вплив війни на природні пожежі в Україні

Згідно з даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), кількість пожеж у природних екосистемах збільшилась через військові дії. Обстріли викликають пожежі в лісах та природних заповідниках, що завдає серйозних збитків флорі, фауні та екологічному середовищу країни.

**Таблиця 1 – Кількість пожеж у природних екосистемах України у 2022-2023 роках (за даними ДСНС)**

Рік	Кількість пожеж	Площа уражених територій (га)	Основні причини пожеж
2022	1500	50 000	Обстріли, мінування, вибухи боєприпасів
2023	1600	55 000	Військові дії, недбале поводження з вогнем

Згідно з даними, наведеними в таблиці, кількість пожеж у природних екосистемах України у 2022 та 2023 роках значно зросла, що відображає серйозний вплив військових дій на природне середовище. У 2022 році було зафіксовано 1500 пожеж, що охопили площу 50 000 гектарів, тоді як у 2023 році ця кількість зросла до 1600, з площею ураження 55 000 гектарів. Основними причинами таких пожеж стали обстріли, мінування та вибухи боєприпасів під час війни, що створюють безпрецедентні умови для виникнення вогнищ у природних екосистемах. Крім того, у 2023 році додалася проблема недбалого поводження з вогнем, що також сприяло зростанню кількості пожеж. Ці дані свідчать про зростаючу загрозу для екосистем України і підкреслюють важливість застосування сучасних технологій, таких як безпілотні літальні апарати, для ефективноної боротьби з пожежами.

**Таблиця 2 – Використання БпЛА у ліквідації пожеж у 2022-2023 роках**

Показник	2022	2023
Кількість операцій з використанням БпЛА	120	180
Оцінка площі моніторингу (га)	15 000	20 000
Виявлення осередків пожеж	500	700
Кількість врятованих ресурсів	Зростає на 30%	Зростає на 40%



Кількість виявлених осередків пожеж зросла з 500 у 2022 році до 700 у 2023 році, що вказує на ефективність використання БпЛА для виявлення пожеж на ранніх стадіях. Крім того, кількість врятованих ресурсів зросла на 30% у 2022 році і на 40% у 2023 році, що свідчить про покращену оперативність і точність дій завдяки використанню БпЛА. Ці дані підтверджують, що БпЛА стали важливим інструментом для підвищення ефективності ліквідації пожеж, знижуючи ризики для рятувальників і мінімізуючи втрати.

Переваги застосування БпЛА під час війни:

**1. Швидка реакція.** БпЛА можуть працювати в небезпечних зонах і значно скорочують час на розгортання рятувальних операцій.

**2. Ефективність витрат.** БпЛА потребують менше ресурсів та персоналу для управління, що є важливим у кризових ситуаціях.

**3. Аналіз пошкоджень.** Дані, зібрані БпЛА, використовуються для аналізу пошкоджень лісових масивів і планування заходів з відновлення.

Таким чином, безпілотні літальні апарати значно підвищують ефективність ліквідації пожеж у природних екосистемах та лісових масивах України під час війни, знижуючи ризики для людей і забезпечуючи точність та швидкість моніторингу та реагування.

Завдяки сучасним технологіям дистанційного зондування, БпЛА можуть доповнювати традиційні методи боротьби з пожежами, такі як пілотовані авіаційні системи та наземні засоби моніторингу [6]. Комбіноване використання БпЛА із системами раннього виявлення осередків пожеж дозволяє зменшити ризики та значно підвищити ефективність боротьби з лісовими пожежами [7, 8].

Використання БпЛА під час ліквідації пожеж у природних екосистемах та лісових масивах значно підвищує ефективність рятувальних операцій в умовах сучасних викликів, таких як війна в Україні. Технології дистанційного зондування, моніторинг у реальному часі та зниження ризиків для рятувальників роблять БпЛА незамінним інструментом у боротьбі з пожежами. Системи на базі БпЛА дозволяють значно скоротити час реакції, підвищити точність і знизити втрати як серед людей, так і природних ресурсів.

БпЛА також є важливим інструментом для оцінки пошкоджень та планування відновлювальних робіт, що стає актуальним у післявоєнному відновленні країни. З огляду на ці переваги, можна стверджувати, що застосування БпЛА стає одним з ключових елементів сучасної стратегії управління кризовими ситуаціями в екосистемах України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. У скільки обходиться пікнік для планети?. Національний університет біоресурсів і природокористування України.

2. Проєкт «Державна стратегія національної системи управління ландшафтними пожежами на 2021-2035 роки.

3. Гусак О. М. Інформаційна технологія раннього виявлення лісових пожеж. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. наук. пр. Львів : ЛДУБЖД. 2017. №. 15. С. 33–38.

4. Климчик О. М., Ковальчук С. В. Упередження пожежі на торф'яних полях. Наука. Молодь. Екологія – 2018: матеріали XIV Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (17 трав. 2018, м. Житомир). Житомир: ЖНАЕУ, 2018. С. 190–195.

5. Климчик О.М., Ковальчук С.В. Можливості застосування безпілотних літальних апаратів для забезпечення екологічної безпеки регіону. Наука. Освіта. Практика: матеріали наук.-практ. конф. (12 жовт. 2017, м. Житомир). Житомир: ЖНАЕУ, 2017. С. 192–196.

6. Пархоменко В.-П.О., Козка Б. Можливість застосування БПЛА під час лісових пожеж. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2023. С. 314–317.

7. Лаврівський М.З., Тур Н.Є. Використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу надзвичайних ситуацій у лісовій місцевості. Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.8. С. 353–359.

8. Тарабан Д.А., Радченко О.С., Карпець Ю.В. Використання сучасних технологій у виявленні та моніторингу лісових пожеж. Міжнародна науково-практична конференція «Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи» (24-25 жовтня 2023 р.). С. 70–71.

**УДК 656.085.5**

## **ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ПЛАМІННЯ ЛІТІЙ-ІОННОГО АКУМУЛЯТОРА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

*М. М.Кравцов, к. т. н., доцент кафедри МБЖД Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*

Принцип роботи будь-якого електричного акумулятора полягає в накопиченні електричної енергії в процесі хімічної реакції, що відбувається при протіканні через акумулятор зарядного електричного струму і генерації електричної енергії при розрядному протіканні струму в процесі зворотної хімічної реакції.

Оборотність хімічної реакції в акумуляторі дозволяє багаторазово розряджати і заряджати акумулятор. У цьому полягає перевага акумуляторів перед одноразовими джерелами струму, звичайними батарейками, у яких можливий лише розрядний струм.

Як середовище для перенесення заряду з одного електрода акумулятора на інший, використовується електроліт – спеціальний розчин, завдяки хімічній реакції якого з матеріалом на електродах стають можливими як пряма, так і зворотна хімічні реакції в акумуляторі, що робить можливим як заряд акумулятора, так і його розряд.

Сьогодні одним із найбільш перспективних типів акумуляторів є літійіонний акумулятор (рис. 1). У цих акумуляторах як негативний електрод (катод) виступає алюміній, а як позитивний електрод (анод) – мідь. Електроди можуть мати різну форму, як правило, це фольга у формі циліндра або довгастого пакета.

На алюмінієву фольгу наносять катодний матеріал, яким найчастіше може бути один із трьох: кобальтат літію  $\text{LiCoO}_2$ , літій-ферофосфат  $\text{LiFePO}_4$ , або літіймарганцева шпинель  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ , а на мідну фольгу наносять графіт. Літійферофосфат  $\text{LiFePO}_4$  є єдиним, на даний момент, безпечним катодним матеріалом з точки зору небезпеки вибуху та екологічності загалом [1]



Рисунок 1 – Літій-іонний акумулятор

В процесі заряду такого акумулятора, іони літію переміщуються через електроліт, і впроваджуються в кристалічні ґрати графіту на аноді, утворюючи з'єднання графітіту літію  $\text{LiC}_6$ . При розряді відбувається зворотний процес - від анода іони літію рухаються до катода (окислювача), а в зовнішньому ланцюгу до катода рухаються електрони, в результаті процес набуває електричної нейтральності (рис. 2).

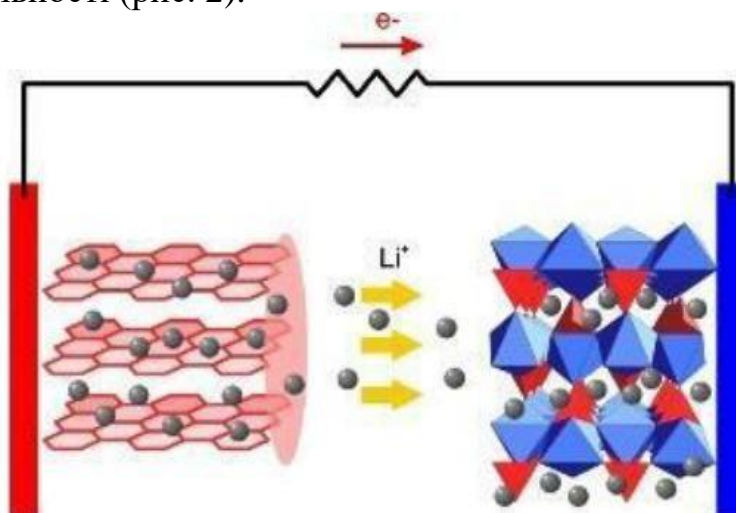


Рисунок 2 – Схема роботи літій-іонного акумулятора

Номинальна напруга літій-іонного акумулятора становить 3,6 вольт, проте різниця потенціалів при зарядці може досягати 4,23 вольт. У зв'язку з цим фактом заряд проводиться при максимально допустимій напрузі не більше 4,2 вольт.

Принцип роботи Li-іон акумуляторів наступний. При заряді Li-іон акумулятора відбуваються реакції: - на позитивних пластинах:  $\text{LiCO}_2 \rightleftharpoons \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + xe^-$  - на негативних пластинах:  $\text{C} + x\text{Li}^+ + xe^- \rightleftharpoons \text{CLi}_x$  де:  $x$  - ступінь інтеркаляції (на перших 4-5 циклах має величину  $0,5 \leq x \leq 1,6$ , а на наступних  $0,3 \leq x \leq 0,8$ ).

При розряді Li-іон відбувається деінтеркаляція (вилучення) іонів літію з вуглецевого матеріалу (на негативному електроді) та інтеркаляції іонів літію в оксид (на позитивному електроді). При заряді процеси йдуть у зворотному напрямку. Отже, у всій системі відсутній металевий (нуль-валентний) літій, а процеси заряду та розряду зводяться до перенесення іонів літію з одного електрода на інший. Тому такі акумулятори називаються "літій-іонними" або типу "крісла-качалки" [2]. Акумулятори літєві виготовляються герметичними в циліндричному і призматичному варіантах. Схема хімічного процесу Li-іон акумулятора наведена на рис. 3.

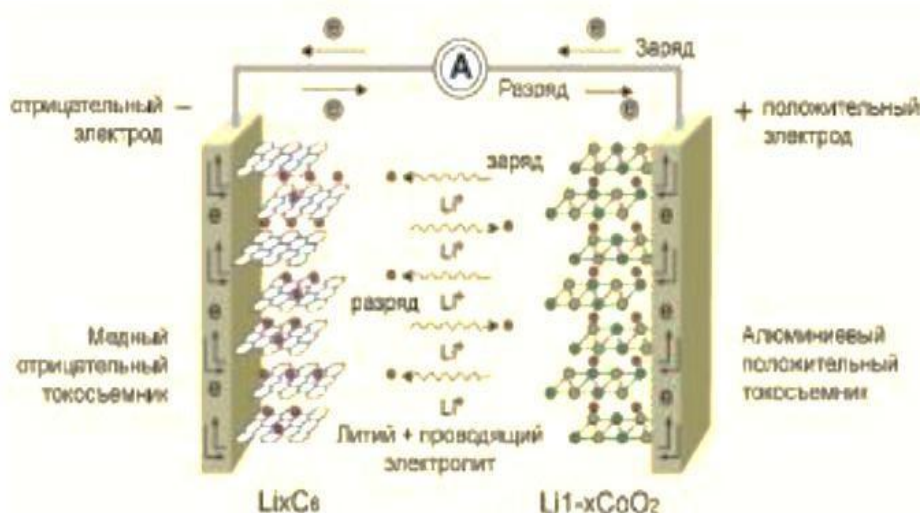


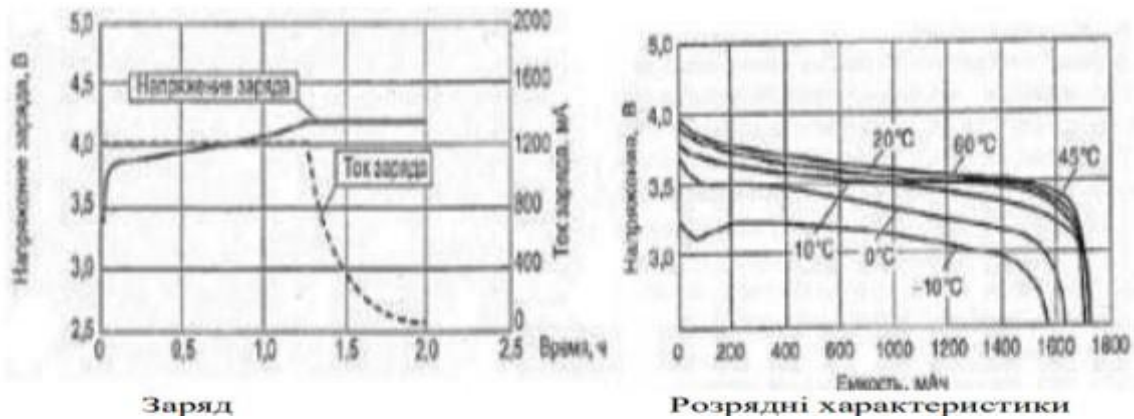
Рисунок 3 - Схема Хімічного процесу Li-іон акумулятора

Особливості експлуатації, заряджання, розрядки Li-іон акумуляторів, які мають низьку стійкість до перезаряду. На негативному електроді на поверхні вуглецевої матриці при значному перезаряді можливе осадження металевого літію (у вигляді дрібно роздробленого мошистого осаду), що має велику реакційну здатність до електроліту, а на позитивному електроді починається активне виділення кисню. При цьому можливе інтенсивне виділення тепла, підвищення тиску та розгерметизація акумулятора [3].

Заряд Li-іон акумулятора здійснюється в комбінованому режимі: спочатку при постійному струмі (в діапазоні від 0,2 до 1 С) до напруги 4,1 - 4,2

В (залежно від рекомендації виробника), далі при постійному напрузі. Перша стадія заряду триває близько 40 хв, друга стадія довша. Момент завершення заряду настає, коли величина струму заряду знизиться до значення 3% відпочаткового. Швидкіший заряд може бути досягнутий при імпульсному режим (рис. 4). Втрата ємності з допомогою саморозряду становить 5-10% на рік.

**Рисунок 4 - Зарядні та розрядні характеристики Li-іон акумуляторів**



Порівняння характеристик акумуляторів електромобілів наведені (Табл. 3) для автомобіля вагою 1200 кг, при вазі батареї 250 кг та її об'ємі кожного типу 200 л. Літій-іонний акумулятор великої енергоємності приведений у табл.1.

**Таблиця 1 - Порівняння характеристик акумуляторів електромобілів**

Типи акумуляторів	Свинцево-кислотні	Нікель-кадмієві	Нікель-металогідридні	Літій-іонні
Питома енергія	33 Вт·ч/кг	45 Вт·ч/кг	70 Вт·ч/кг	120 Вт·ч/кг
Бортова енергія	6,4 кВт·ч	8,8 кВт·ч	13 кВт·ч	23,4 кВт·ч
Пробіг при 120 Вт·ч/км	53 км	73 км	114 км	195 км
Питома потужність	75 Вт/кг	120 Вт/кг	170 Вт/кг	370 Вт/кг
Питома енергія у "одиниці обсягу"	75 Вт·ч/л	80 Вт·ч/л	160 Вт·ч/л	190 Вт·ч/л

Серйозну небезпеку представляє металевий літій акумуляторної батареї, що загорівся (рис. 5). Коли горить літій, він тече і може просочитися в негерметичність.



**Рисунок 5 – Пожежа автомобіля від короткого замикання літій-іонної батареї**

Літій-іонні батареї можуть горіти годинами, вони також можуть знову загорітися після того, як їх потушили. Після того, як спочатку пожежа була потушена, пожежна команда може використовувати камери для спостереження за автомобілем на відстані. Якщо автомобіль знову начне горіти, вони зможуть швидко среагувати. Другий варіант — повністю завантажити автомобіль у воду [4].

Щоб згасити Tesla Model S, яка потрапила в аварію і спалахнула в Австрійському Тиролі, знадобилося аж 35 осіб та п'ять спеціальних автомобілів.

Науковцями ХНАДУ запропоновані декілька найкращих технічних рішень запатентованих у Державному реєстрі патентів України на корисні моделі: № 127742 від 27.08.2018 р. “ЛІТІЙ-ІОННИЙ АКУМУЛЯТОР”; № 132337 від 25.02. 2019 р. “СПОСІБ ЗАПОБІГАННЯ САМОЗАЙМАННЮ ЛІТІЙ-ІОННОГО АКУМУЛЯТОРА”; № 143615 від 10.08 2020 р. “ЛІТІЙ- ІОННИЙ АКУМУЛЯТОР ПІДВИЩЕНОГО ЗАХИСТУ”.

16 вересня 2021 року у конкурсі на кращій патент, корисна модель № 132337 “СПОСІБ ЗАПОБІГАННЯ САМОЗАЙМАННЮ ЛІТІЙ-ІОННОГО АКУМУЛЯТОРА” за перемогу у Відкритому конкурсі на кращій патент у сфері цивільного захисту та пожежної безпеки Харківського Національного Університету Цивільного захисту України нагороджений ДИПЛОМОМ ІІ СТУПЕНЯ.

Автори цих патентів України на корисні моделі з вдячністю, повагою та увагою здатні спілкуватися та надавати консультації з улюбленими

товаровиробниками, фахівцями з проектування з метою виготовлення безпечних, не пожеже- та вибухонебезпечних, будь-яких видів акумуляторів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бажинов О. В., Бажинова Т. О., Кравцов М. М. Основи ефективного використання екологічно-чистих автомобілів : монографія / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. Харків : ФОП Панов А. В., 2018 р. 200 с.
2. Бажинов О. В., Кравцов М. М. Електромагнітна безпека транспортних засобів : монографія / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. Харків, 2021. 133 с. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/5754> (дата звернення: 09.02.2024).
3. Бажинов О. В., Кравцов М. М. Небезпека транспортних засобів : монографія / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. Харків : ЧП Стариченко Л. А., 2022. 160 с. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/6638> (дата звернення: 09.02.2024).
4. А. Остаді, М. Казерані. Порівняльний аналіз оптимальних розмірів гібридних систем накопичення енергії тільки на батареях, тільки на ультраконденсаторах та на батареях та ультраконденсаторах для міського автобуса. IEEE Transactions on Vehicular Technology, том 64, випуск 0, стор. 4449–4460, 2014
5. А. Остаді, М. Казерані. Оптимальний розмір акумуляторної батареї в електромобілі, що підключається. IEEE Transactions on Vehicular Technology, том 63, випуск 7, стор. 3077–3084, 2014.
6. М. Йилмаз, П. Т. Крейн. Огляд топологій зарядних пристроїв, рівнів зарядної потужності та інфраструктури для електромобілів, що підключаються до мережі, та гібридних транспортних засобів. IEEE Transactions on Power Electronics, том 28, випуск 5, стор. 2151–2169, 2013 44.

**УДК 614.8**

## **ВОГНЕЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ КРЕМНЕЗЕМУ ТА ФОСФАТНИХ БУФЕРНИХ РОЗЧИНІВ**

*Лисак Н.М., аспірант, викладач*

*Скородумова О.Б., доктор технічних наук, професор, професор*

*Чернуха А.А., кандидат технічних наук, доцент, доцент*

*Національний університет цивільного захисту України*

Фосфорвмісні сполуки є одними з найбільш ефективних та безпечних засобів для підвищення вогнестійкості полімерних матеріалів. Однією з переваг використання таких речовин у галузі пожежної безпеки є їхня здатність проявляти антипіренові властивості як у газовій, так і в конденсованій фазах під час процесу горіння. Така характеристика робить фосфорвмісні речовини універсальними та дієвими вогнезахисними агентами. У конденсованій фазі

сполуки фосфору сприяють утворенню захисного вуглецевого шару, що перешкоджає доступу кисню та поширенню вогню. У газовій фазі відбувається розкладання цих антипіренів при дії високих температур із вивільненням фосфорвмісних груп, що здатні захоплювати активні радикали  $\text{H}^\bullet$  і  $\text{HO}^\bullet$ , каталізуючи при цьому процеси дегідратації [1]. Низька токсичність також є одним із факторів, що сприяють широкому використанню цих сполук для вогнезахисту.

Існує низка робіт, що присвячена вивченню синергічної антипіренової дії сполук силіцію та фосфору [2]. Результати досліджень підтверджують покращення вогнезахисних властивостей полімерів у разі використання комплексних композицій. Зокрема, кремній може покращувати стабільність та структурну цілісність карбонізованого шару, утворенню якого сприяють фосфорвмісні речовини. Такий синергізм двох елементів є основою для забезпечення більш надійного захисту полімерних матеріалів від термічного руйнування у випадку пожежі.

Метою представленої роботи була оцінка впливу фосфатних буферних розчинів з різним вмістом та рН на властивості кремнеземвмісного вогнезахисного покриття на поверхні деревини та екструдованого пінополістиролу.

Золі кремнієвої кислоти отримували змішуванням розчинів рідкого скла та оцтової кислоти. Як вихідні компоненти для буферних розчинів використовували натрієві солі гідро- та дигідрофосфатів.

Реологічні властивості золів досліджували методом спектрофотометрії (фотоколориметр КФК-2, довжина хвилі 490 нм). Найнижчий час прихованої коагуляції мали композиції, модифіковані фосфатним буферним розчином з рН 6, також спостерігалось зростання цього параметру при збільшенні вмісту добавки. Плинність золів у середньому складала 2 години для всіх експериментальних моделей. Така тривалість застигання є задовільною для того, щоб нанесення композиції на поверхню матеріалу було якісним, а утворене покриття однорідним. Модифікування фосфатними буферними розчинами підвищило живучість золів майже в 2 рази, порівняно із системами, де як добавку вносили ортофосфатну кислоту.

За даними інфрачервоної спектроскопії (спектрометр FTIR-8400S, споряджений приставкою QATR 10 (Shimadzu), діапазон частот коливання 400–4000  $\text{cm}^{-1}$ ) було підтверджено однорідність структури модифікованих гелів кремнезему, що дозволило прогнозувати високу ефективність захисту від вогню покриттів на основі досліджуваних композицій.

Золі кремнієвої кислоти наносили на поверхню експериментальних зразків (дерев'яних розмірами 9x6x3 см та з екструдованого пінополістиролу марки XPS розміром 5x5x3 см) ванним методом. Наносили три шари композиції, висушуючи кожен у сушильній шафі при 80°C. На поверхню зразків також додатково наносили розчин  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  методом розпилення та висушували.

Вогневі випробування для деревини проводили згідно з ДСТУ 4479:2005, встановлюючи групу вогнезахисної ефективності покриття, та згідно з ДСТУ



8829:2019, визначаючи групу горючості. Зразки пінополістиролу випробовували вогнем протягом 10 с, вимірюючи масу до та після експерименту.

І групу вогнезахисної ефективності покриття було встановлено для композицій, модифікованих фосфатним буферним розчином з рН 7 з масовою часткою добавки 25 %, зразки деревини належали до важкозаймистих.

Використання фосфатних буферних розчинів у складі покриття сприяло запобіганню утворенню палаючих крапель під час горіння екструдованого пінополістиролу. Досліджувані склади підвищували вогнестійкість зразків, збільшуючи час початку горіння майже вдвічі, порівняно із необробленим зразком. У разі використання композиції із 20 %-м вмістом фосфатних буферних розчинів з рН 6 та 7 взагалі не спостерігалось горіння. Втрата маса зразків становила < 2 %.

Отже, кремнеземвмісне покриття, модифіковане фосфатним буферним розчином з рН 7, потенційно може розглядатися як універсальний вогнезахисний склад для оздоблювальних будівельних матеріалів, таких як деревина та екструдований пінополістирол. Отримані результати можуть стати фундаментом для подальших досліджень у галузі розробки та впровадження технологій пожежної безпеки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Zhang C., Jiang Y., Li S., Huang Z., Zhan X., Ma N., Tsai, F. Recent trends of phosphorus-containing flame retardants modified polypropylene composites processing. *Heliyon*. 2022. № 8(11). P. e11225. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11225>.

2. Wang K., Huang W., Tian Q., Tu C., Yang C., Yan W. Multiple synergistic effects of silicon-containing flame retardants and DOPO derivative enhance the flame retardancy of epoxy resin. *Polymer-Plastics Technology and Materials*. 2024. № 63(10). P. 1294-1305. doi: <https://doi.org/10.1080/25740881.2024.2328617>.

УДК 614.84

## ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ПРИЛАДІВ ГАСІННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ СИЛ ТА ЗАСОБІВ

*А.А.Лісняк, к.т.н., доцент, НУЦЗУ*

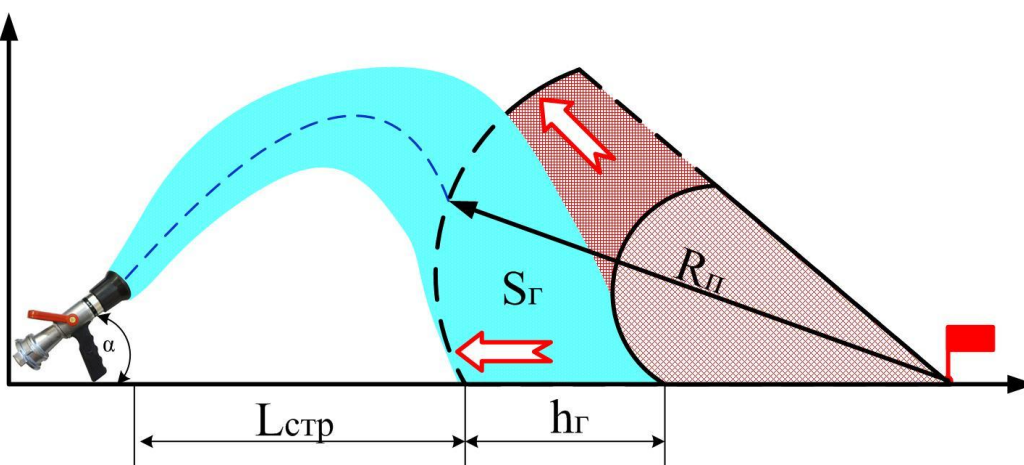
Ефективність гасіння пожеж значною мірою залежить від вмілого використання особовим складом способів і прийомів гасіння пожеж у поєднанні з максимальним використанням технічних можливостей протипожежної техніки, пожежень-технічного оснащення, що використовується, а також правильного застосування вогнегасних речовин.

Під час реагування пожежно-рятувальних підрозділів на пожежі, з моменту прибуття пожежно-рятувального підрозділу до місця виклику до її

ліквідації, з метою збирання відомостей для оцінки обстановки та прийняття рішення щодо організації оперативних дій, проводиться розвідка пожежі. За результатами розвідки проводиться розрахунок сил і засобів з метою ефективного рятування людей та гасіння пожежі [1].

Одним з основних параметрів під час розрахунку сил та засобів є площа гасіння, яка може бути менша або дорівнювати площі пожежі ( $S_{гас.} \leq S_{пож.}$ ) [2].

Площа гасіння залежить, головним чином, від глибини подавання вогнегасної речовини на площу горіння з ручних чи лафетних стволів (рис. 1).



**Рисунок 1 - Графічна ілюстрація впливу глибини гасіння стволів**  
 де:  $R_п$  – радіус розвитку пожежі, м;  $h_г$  – глибина гасіння стволом, м;  
 $S_{гас}$  – площа гасіння,  $m^2$ ;  $\alpha$  – кут нахилу (до  $30^\circ$ );  $L_{стр}$  – довжина струменя, м.

Практика свідчить, що під час гасіння пожеж водою та розчинами піноутворювача глибина гасіння ( $h_г$ ) для ручних стволів «Б» складає 5 м, для ручних стволів «А» - 7 м; для лафетних – 10 м [2].

Глибина гасіння, в першу чергу, залежить від витрат зі ствола, а враховуючи широке застосування зараз саме комбінованих стволів з можливістю змін витрат на стволі, один і той же ствол за певних умов, може відповідати як до стволів малої продуктивності, так і середньої, а для певних стволів і високої, як видно з таблиці 1, на прикладі комбінованих пожежних стволів Protek.

**Таблиця 1 - Тактико-технічні характеристики комбінованих пожежних стволів Protek**

Показник	Protek 360	Protek 366	Protek 368	Protek 600
Витрати води (напір на стволі 70 м вод. ст.) суцільного струменя, л/с	0,3 0,6 1,5 2,5	1,9 3,8 6,0 7,9	6,0 8,0 9,0 12,0 16,0	15,8 22,1 31,7

Відповідно, враховуючи широкий спектр приладів гасіння за продуктивністю, доцільно ввести універсальну класифікацію приладів за

типами, що дозволить уніфікувати розрахунок глибини гасіння, як показано в таблиці 2.

**Таблиця 2 – Уніфіковане визначення за типом приладу та глибиною гасіння**

Витрати, л/с	Класифікація типу приладу за витратами	Глибина гасіння ( $h_r$ ), м
< 5	«Б»	5
5-15	«А»	7
15 >	лафетний	10

Застосування даного «шаблону» в методиці розрахунку потрібної кількості сил та засобів дозволить адаптувати нормативно-правову базу під сучасні прилади гасіння пожеж та уніфікувати застосування професійної термінології.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України № 340 від 26.04.2018 року «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

2. Довідник керівника гасіння пожежі. – Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016. – 320 с.

3. Кузьменко М.І., Лісняк А.А. Особливості використання компактного або розпиленого струменя під час гасіння пожеж. Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, 20 квітня 2023 року. Харків: НУЦЗУ, 2023. С. 165. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/17371>

4. Нанкова В.С., Лісняк А.А. Реалізація способів подачі води під час гасіння пожеж. Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, 20 квітня 2023 року. Харків: НУЦЗУ, 2023. С. 173. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/17372>

**УДК 614.844; 614.845**

### **ВИКОРИСТАННЯ ШВИДКОГОРЯЩИХ АЕРОЗОЛЬУТВОРЮВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ КЛАСУ В**

*В. С. МИРОШКІН, ад'юнкт, Н. І. ГУЗАР, ад'юнкт, О. І. ГІРСЬКИЙ, аспірант, В. М. БАЛАНЮК, д.т.н., доцент, В. С. ПИКУС, аспірант, Д. О. Чалий, Львівський державний університету безпеки життєдіяльності*

Відомо, що останнім часом в сфері пожежогасіння широкого застосування набули вогнегасні аерозольутворювальні сполуки. Вони володіють рядом переваг, а саме – ефективні, мають низькі вогнегасні

концентрації, володіють високою вогнегасною ефективністю та експлуатаційними характеристиками, про що зазначає ряд авторів [1-3]. Найважливіші з них: вогнегасна концентрація перевищує відомі концентрації порошкових засобів пожежогасіння не менш як у 5-ть разів; для зберігання аерозольотворюючих зарядів не потрібно посудин під тиском; твердопаливний аерозольотворюючий заряд та вогнегасний аерозоль, що утворюється – екологічно безпечний (озононеруйнівний) та нетоксичний. На відміну від порошків, аерозоль створює захист від повторного виникнення дифузійного горіння на протязі 30 хвилин, собівартість протипожежного захисту 1 м<sup>3</sup> вогнегасними аерозолями є найменшим в порівнянні з іншими засобами об'ємного пожежогасіння – галоїдовуглеводнями, газовим та порошковим пожежогасінням. Враховуючи це – аерозольні засоби пожежогасіння можна вважати універсальними засобами об'ємного пожежогасіння, але вони також володіють певними недоліками. При утворенні вогнегасного аерозолу спостерігається утворення форсу полум'я котрий набуває значних розмірів, а температура його сягає 1000 °С, вогнегасна концентрація більшості вогнегасних аерозолів лежить в межах від 10 до 100 г/м<sup>3</sup> при різних компонентних рецептурах аерозольотворюючих АУС. Деякі аерозольотворюючі АУС володіють високою температурою кінцевого продукту - аерозолу. Крім цього в продуктах горіння АУС спостерігається наявність продуктів неповного окислення в кількостях які можуть бути небезпечними для людини. Але більшість таких рецептур АУС має невисоку швидкість горіння, що не дозволяє швидко заповнювати та відповідно подеколи за наявності негерметичності ефективно гасити об'ємні пожежі.

Таким чином для підвищення ефективності гасіння пожеж класів В необхідно розробити рецептури АУС з високою швидкістю горіння, невеликим форсом полум'я, високою вогнегасною ефективністю та тривалим експлуатаційним терміном.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Balanyuk V., Kozyar N., Garasyumyk O. Study of fire-extinguishing efficiency of environmentally friendly binary aerosol-nitrogen mixtures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. 3/10(81), p. 4–11. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.72399>.
2. Balanyuk V., Zhurbinskiy D. Phlegmatisation of Flammable Gas Mixtures by Aerosol Sprays. *Safety & Fire Technology/Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*. 2013. Vol. 32, Issue 4, p.53. doi: <https://doi.org/10.12845/bitp.32.4.2013.6>.
3. Balanyuk V. Extinguishment of N-heptane Difusion Flames with the Shock Wave. *ВіТР*. 2013. Vol. 42 Issue 2, 2016, pp. 103–111. doi: <https://doi.org/10.12845/bitp.42.2.2016.10>

## ШТУЧНЕ СТАРІННЯ ГУМОКОРДНИХ МАТЕРІАЛІВ

*С.Ю. Назаренко, к.т.н., доцент, М.В. Єфременко  
Національний університет цивільного захисту України*

Штучне старіння гумокордних матеріалів є важливою складовою досліджень, присвячених забезпеченню довговічності та надійності виробів, що експлуатуються в складних умовах. Гумокордні матеріали представляють собою багат шарові композити, що складаються з гумової основи та армувальних елементів, таких як текстильний або металевий корд.

Ці матеріали широко використовуються в різних галузях промисловості, зокрема в автомобільній (шини), гірничодобувній (конвеєрні стрічки) та сільськогосподарській техніці (ремені для передачі механічної енергії). Їх тривала експлуатація в умовах високих навантажень, температурних коливань та агресивного середовища призводить до поступової деградації фізико-механічних властивостей, що може стати причиною аварійних ситуацій або передчасного виходу з ладу обладнання.

Оскільки реальні умови експлуатації часто включають декілька факторів одночасно (наприклад, температура, вологість, механічні навантаження), штучне старіння матеріалів в лабораторних умовах стало необхідним інструментом для прискореного оцінювання їхньої стійкості до різних типів впливу. Методики штучного старіння дозволяють дослідникам моделювати вплив основних чинників на матеріали та за короткий час отримати результати, які можна було б спостерігати тільки після багаторічної експлуатації. Зокрема, такі дослідження допомагають передбачити зміни властивостей гумокордних композицій та вибрати найкращі матеріали для використання в тих чи інших умовах.

Основними факторами, що викликають старіння гумокордних матеріалів, є:

- термічне старіння – під впливом високих температур матеріал починає розкладатися, втрачаючи еластичність і міцність.
- озон та УФ-випромінювання – ці фактори можуть викликати утворення тріщин на поверхні гуми, що призводить до її деградації.
- механічні навантаження – постійні деформації й циклічні навантаження впливають на структуру гуми, прискорюючи її старіння.
- хімічний вплив – контакт з агресивними речовинами (олії, кислоти, луги) також може спричинити зміну властивостей матеріалу.

Штучне старіння проводиться в спеціальних камерах, де моделюються відповідні умови – висока температура, вологість, випромінювання. Це дозволяє отримати швидкі результати й оцінити довговічність виробів, таких як автомобільні шини, рукава високого тиску, конвеєрні стрічки або реміні для різноманітних машин.

Значна частина досліджень у цій галузі зосереджена на впливі термічного старіння, озону, ультрафіолетового (УФ) випромінювання та циклічних механічних навантажень на структуру та властивості гумових матеріалів. Комбінація цих чинників впливає на процеси окислення, тріщиноутворення, втрати еластичності та міцності.

Розуміння того, як саме кожен з цих чинників або їх поєднання впливають на матеріал, дозволяє не лише розробляти нові рецептури гумових композицій з покращеними характеристиками, але й вдосконалювати конструкцію виробів для збільшення їхнього ресурсу.

Дослідження термічного старіння в сучасній літературі відображає важливість вивчення впливу підвищених температур на фізико-механічні властивості гумокордних матеріалів. У зв'язку з постійним використанням гумових виробів у різних галузях промисловості, таких як автомобільна, гірничодобувна та нафтовидобувна, дослідники приділяють значну увагу розумінню процесів старіння і розробці методик оцінки довговічності матеріалів. У цьому розділі буде розглянуто кілька ключових робіт у галузі термічного старіння гумокордних матеріалів, зокрема результати досліджень впливу температури на зміну структури і властивостей матеріалів.

Літературні [1] дані щодо штучного старіння резинокордного матеріалу у вигляді пневматичних шин загалом та окремих компонентів зокрема свідчать, що процес старіння показників міцності прискорюється в 30-40 разів при використанні термокамери за постійного рівня температури 70°C.

В результаті, нормальне старіння пневматичних шин після гарантованого терміну зберігання в п'ять років відповідає впливу на компоненти шини повітря без тиску в термокамері при температурі 70°C протягом 6,5-7,5 тижнів. В літературі та рекомендаціях щодо прискореного штучного старіння гумових матеріалів вважається, що процедури штучного старіння слід проводити при температурі не вище 100°C, а оптимальним значенням є температура від 60 до 70°C.

Ці обмеження пов'язані з тим, що отримані результати не відповідають природному старінню, оскільки за вищих температур у гумі можуть відбуватися додаткові хімічні реакції. Тим не менш, слід також зазначити, що гумові суміші, які використовуються в шинах, є термостійкими до 100°C, оскільки в літературі є приклади досліджень старіння шинної гуми при 90°C, а для пневматичних шин є звичайним явищем підвищення температури до 100°C під час експлуатації.

Дослідження термічного старіння в сучасній літературі підкреслюють важливість комплексного підходу до розуміння процесів деструкції гумокордних матеріалів під впливом високих температур. Поєднання термічного старіння з механічними навантаженнями значно прискорює процес деградації матеріалів, що є критично важливим для реальних умов експлуатації. Використання методу термогравіметричного аналізу і розробка антиоксидантних систем дозволяють підвищити стійкість гумових матеріалів, що відкриває нові можливості для продовження терміну служби.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Woo C.S. Heat-aging effects on the material properties and fatigue life prediction of vulcanized natural rubber / C.S. Woo, W.D. Kim // e-Journal of Soft Materials. – 2006. – Vol. 2. – Pp. 7–12.

**УДК 614.843.2**

### **ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ ТИПУ 1 SN**

*С.Ю. Назаренко, к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Пожежі становлять значну частку причин викликів пожежно-рятувальних підрозділів. Збитки, завдані вогнем, залежать від низки факторів, у тому числі від вибору вогнегасної речовини, що використовується для гасіння пожежі. найдешевшою вогнегасною речовиною є вода, але її ефективність у гасінні пожеж залежить від способу її подачі [1], коли вода використовується для гасіння пожеж твердих горючих матеріалів, найефективнішим способом гасіння пожеж є подача тонкого розпиленого струменя води.

Використання розпилених струменів води також може застосовуватися для гасіння пожеж біодизеля та його сумішей з дизельним паливом [2]. Така ефективність гасіння пожеж розпиленими струменями води пояснюється тим, що при цьому одночасно збільшується площа рівномірного охолодження, а вода швидко нагрівається і перетворюється на пару, яка відводить велику кількість тепла [3].

Подача тонкорозпиленої води для гасіння пожеж забезпечується за допомогою пожежних насосів високого тиску, пожежних рукавів високого тиску та спеціального обладнання для подачі води (рис. 1).



**Рисунок 1 – Вигляд насосної установки та спеціального обладнання для подавання тонкорозпиленого струменя води на гасіння пожежі**

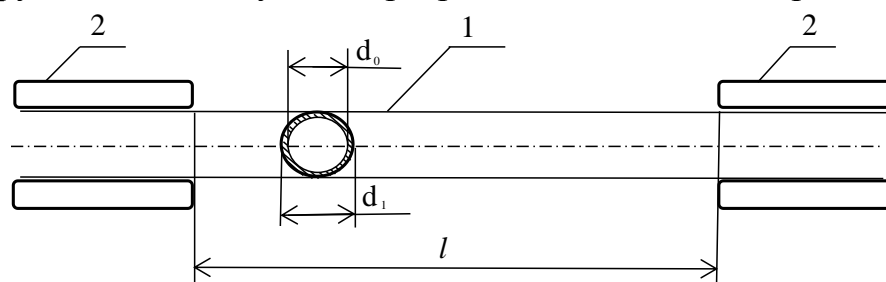
З цих компонентів, що забезпечують подачу тонкорозпиленого струменя води під час гасіння пожежі, пожежний рукав високого тиску є найменш надійним. Пожежні рукави високого тиску піддаються різноманітним впливам під час розпилення та подачі вогнегасної речовини. Наприклад, розмотування і намотування рукава на котушку, деформація матеріалу під час руху, стирання зовнішнього шару об шорсткуваті поверхні під час руху внаслідок зминання, вплив високих температур на матеріал під час гасіння пожежі, а також вплив високого внутрішнього тиску води на матеріал. Композитна структура матеріалів пожежних рукавів високого тиску ускладнює процес діагностики їх технічного стану.

З метою розробки методики діагностування технічного стану пожежних рукавів високого тиску попередньо необхідно дослідити поведінку матеріалу з якого вони виготовлені від впливу на нього різних чинників. Різновидів матеріалу з якого виготовляють пожежні рукава високого тиску достатньо багато. Крім цього, в середині він має армуючий шар, який становить собою плетіння з текстильних ниток або металевого дроту. З цих причин об'єм досліджень є достатньо великим.

В цій роботі пропонується провести планування експериментальних досліджень та визначити методику розрахунку деяких механічних властивостей матеріалу пожежного рукава високого тиску типу 1 SN [4] при випробуванні зразків на розрив у поздовжньому напрямку.

Досліджування плануються проводити на розривній машині FP 100/1 ("VEB MWK Fritz Heckert", Німеччина) в якій зразок рукава фіксувався за допомогою спеціальних затискачів циліндричної форми. Випробування будуть проведені при температурі 20–22 °С. За допомогою штатного механічного динамометра вимірювалось навантаження, а крива деформування зразку буде фіксуватися на індикаторному папері.

З метою початкової перевірки цілісності рукава були проведені його гідравлічні випробування. Після цього проведено його сушку. Далі з цього рукава були відокремлені дослідні зразки для досліджень. По закінченню випробування рукав підлягав сушці та розрізався на відповідні зразки (рис. 2).



**Рисунок 2 – Випробувальний зразок матеріалу пожежного рукава високого тиску: 1 – пожежний рукав високого тиску, 2 – спеціальний затискач циліндричної форми [5].**

Дослідні зразки (фрагменти) матеріалу, було відокремлено від різних ділянок у поздовжньому напрямку пожежного рукава високого тиску. Вони



мали наступні розміри: робоча зона  $l = 0,1$  м, внутрішній діаметр  $d_0 = 0,019$  м, зовнішній діаметр  $d_1 = 0,027$  м.

В цій роботі пропонується дослідження зміни механічних властивостей матеріалу з якого виготовлені пожежні рукава високого тиску, які мають внутрішній армуючий шар з сталевим оплетенням в результаті його розтягу до настання граничного стану (розриву). Діаметр рукава складав 19 мм. Дослідні зразки, які піддавалися розтягу на розривній машині були без дефектів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Лісняк А. А., Бородич П. Ю., Покідін М. В. Підвищення ефективності гасіння пожеж твердих горючих матеріалів в будівлях. *Проблеми пожежної безпеки*. 2013. № 34. С. 115–119. URL:<http://repositc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/1063/1/strelec.pdf> (дата звернення: 13.02.2023).

2. Скоробагатько Т. М., Антонов А. В. Ефективність гасіння бінарних сумішей дизельного та біодизельного палива тонкорозпиленими водними вогнегасними речовинами. *Науковий вісник УкрНДПБ*. 2013. № 1(27). С. 92–99. URL: [http://firesafety.at.ua/visnyk/2013\\_No\\_1-27/19\\_Skorobagatko.Antonov\\_Korylniy.pdf](http://firesafety.at.ua/visnyk/2013_No_1-27/19_Skorobagatko.Antonov_Korylniy.pdf) (дата звернення: 13.02.2023).

3. Криворучко Є. М. Подрібнення води ударною хвилею. *Запобігання надзвичайним ситуаціям та їх ліквідація : матеріали круглого столу.*, м. Харків, 23 лютого 2022 р. Харків, 2022. С. 167–169. URL: <https://msu.edu.ua/library/wp-content/uploads/2019/02/pryklady-oformlennja-bibliografichnoho-opysu-zhidno-dstu-8302.pdf> (дата звернення: 13.02.2023).

4. Рукава пожежні напірні. Напівжорсткі рукави для стаціонарних систем пожежогасіння. ДСТУ EN 694:2019. [Чинний від 2020-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 15 с. — (Національний стандарт України).

5. Nazarenko, S., Kovalenko, R., Pobidash, A., Kalynovskyi, A. (2023). Experimental study of the sleeve material mechanical properties during the sample tensile test. *Key Engineering Materials* 952, 111-118.

**УДК 614.83; 614.84**

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ОСІБ РЯДОВОГО, НАЧАЛЬНИЦЬКОГО СКЛАДУ ТА ПРАЦІВНИКІВ ДСНС УКРАЇНИ, ЯКІ БЕРУТЬ УЧАСТЬ У ЗАХОДАХ З ЕВАКУАЦІЇ МАЛОМОБІЛЬНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ, ВКЛЮЧАЮЧИ ОСІБ З ІНВАЛІДНІСТЮ**

*Олександр НУЯНЗІН<sup>1</sup>, д-р техн. наук, доцент, Сергій ТРОШКІН<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

*<sup>2</sup>ГУ ДСНС України у Дніпропетровській області*

Дану роботу виконано з метою надання рекомендацій особам рядового, начальницького складу та працівникам ДСНС України, які беруть участь у

заходах з евакуації маломобільних груп населення, включаючи осіб з інвалідністю.

Розроблені рекомендації доцільно використовувати як допоміжний інструмент під час урахування відповідних умов та потреб осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення під час проведення евакуації з територій та будівель. Внесення необхідних і доречних коректив, що не становлять непропорційного чи не виправданого тягаря для цілей забезпечення реалізації або здійснення можливостей особам з інвалідністю нарівні з іншими всіх прав людини і основоположних свобод.

Запровадження даних рекомендацій, що ґрунтуються на принципах безбар'єрності, забезпечить виконання професійних обов'язків особами рядового, начальницького складу та працівниками ДСНС України під час проведення заходів з евакуації населення, зокрема маломобільних груп населення, включаючи осіб з інвалідністю. У рекомендаціях під запровадженням принципів безбар'єрності слід вважати систематичний та цілеспрямований процес створення умов, які враховують та відповідають потребам всіх людей, незалежно від їхніх фізичних, психологічних, соціальних чи інших індивідуальних особливостей, з урахуванням Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я.

Усі заходи з евакуації осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення необхідно здійснювати з урахуванням наступних принципів:

- принцип справедливості: полягає у забезпеченні однакового ставлення до всіх осіб з урахуванням їхніх індивідуальних потреб.

- принцип добровільності: евакуація населення повинна ґрунтуватися на інформованій згоді людини і бути недискримінаційною (за винятку об'єктивної загрози безпеці). Евакуйовані повинні бути об'єктивно та достовірно поінформовані з використанням простих для розуміння форматів, про ризики та наслідки евакуації. Це включає їхнє право не селитися в будь-якому з місць, де їхнє життя, безпека, свобода та здоров'я можуть бути під загрозою, або право змінити своє рішення евакуюватися на будь-якому етапі евакуації. Це також означає, що не можна застосовувати жодних заходів примусу (згідно з п. 31 Порядку проведення евакуації, у випадку відмови від обов'язкової евакуації фізична особа підписує відмову від проведення обов'язкової евакуації);

- принцип конфіденційності інформації: отриманні у процесі евакуації відомості про медичні діагнози, хвороби, інтимну і сімейну сторону життя евакуйованих осіб не підлягають розголошенню третім особам, окрім випадків передбачених законодавством;

- принцип заснований на правозахисних та інклюзивних підходах: права людини, такі як право шукати безпеку в межах або за межами державних кордонів; бути захищеним від свавільного переміщення або затримання; право на єдність родини; а також свобода вибору місця проживання повинні враховуватися при плануванні або проведенні евакуації;

- принцип доступності до основних послуг: персонал ДСНС, який

проводить евакуацію, повинен забезпечити, наскільки це можливо, харчування, воду, медичні засоби та засоби гігієни, а також психологічну підтримку переміщеним особам під час евакуації. Допомога має надаватися усім евакуйованим без виключень чи дискримінації;

– принцип збереження єдності сім'ї: діти та законні представники не повинні бути розлучені всупереч їх волі або найкращим інтересам. Необхідно вжити всіх заходів для запобігання розлученню дітей з батьками та повнолітніми членами сім'ї або з іншими родичами. Діти можуть бути розлучені зі своїми законними представниками лише в крайньому випадку і на найкоротший можливий період, і тільки тоді, коли це відповідає найкращим інтересам дитини;

– принцип участі дітей та праві бути почутими: усі діти, повинні мати можливість висловлювати свою думку щодо рішень, пов'язаних з їх переміщенням, розшуком сімей та їх возз'єднанням тощо. Думці дитини слід приділяти належну увагу відповідно до її віку, зрілості та здібностей, що розвиваються. Необхідно докладати зусиль для негайного сприяння возз'єднанню сімей, а якщо це неможливо, розглянути можливість альтернативного догляду сімейного типу.

Таким чином, було сформовано основні принципи, що лягли в основу загальних рекомендацій..

## ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України.
2. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 №5403-VI.
3. Закон України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо уточнення повноважень суб'єктів забезпечення захисту, вдосконалення законодавства з питань захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій, організацій та проведення евакуації населення, забезпечення охорони життя та здоров'я громадян» № 3441-IX від 08.11.2023.

**УДК 614.8**

### **МОДЕЛЬ НАГРІВУ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТАЛЕВОГО РЕЗЕРВУАРА В УМОВАХ ПОЖЕЖІ РОЗЛИВУ**

*В.В. Олійник, кандидат технічних наук, доцент, О.Є. Басманов, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України*

Резервуарні парки є основним місцем зберігання нафти і нафтопродуктів в процесі її переробки. Значна кількість надзвичайних ситуацій починається з аварійного розливу горючої рідини. Поява джерела запалювання у вигляді відкритого вогню або електростатичного розряду призводить до спалахування

парів рідини. Внаслідок скупчення значних об'ємів горючих рідин на невеликій площі виникає небезпека каскадного розповсюдження пожежі на сусідні технологічні об'єкти та природні ландшафти. Відповідно до [1] близько 44 % масштабних пожеж, в яких спостерігався ефект «доміно», починалися саме з пожежі в резервуарі або з пожежі розливу. Згідно з дослідженням [2], близько половини пожеж в резервуарних парках почалися внаслідок появи відкритого вогню. Ще 10 % сталися внаслідок електростатичних розрядів та блискавки, інші – внаслідок помилок операторів або відмови обладнання.

Основним способом зберігання нафти і нафтопродуктів є вертикальні сталеві резервуари. Небезпека теплового впливу пожежі на них пов'язана з розгерметизацією фланцевих з'єднань, втратою міцності сталевими конструкціями та нагрівом окремих частин резервуара до температури самоспалахування парів рідини, що зберігається в ньому. Нагрів сталевих конструкцій до температури самоспалахування рідини перетворює їх на джерело запалювання. Це здатне призвести до вибуху пароповітряної суміші в газовому просторі резервуара або виникненню горіння парів на виході із дихальних пристроїв.

Характерні розміри вертикальних сталевих резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів ємністю (0,7÷20) тис. м<sup>3</sup> складають (10÷40) м в діаметрі і (9÷18) м по висоті. При цьому товщина стінки і покрівлі не перевищує 10 мм, тобто є на 3 порядки меншою порівняно з висотою та діаметром. Це дозволяє вважати температуру однаковою по всій товщині покрівлі резервуара. Тоді розподіл температури по стінці резервуара буде описуватися двовимірним рівнянням теплопровідності, яке в циліндричних координатах має вигляд [3]:

$$\frac{\partial T_w}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T_w}{\partial z^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 T_w}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{q_w}{c_s \rho_s \delta_w}; \quad 0 < z < H; \quad 0 < \varphi < 2\pi,$$

де  $T_w(\varphi, z, t)$  – температура стінки резервуара в точці з координатами ( $\varphi, z$ ) в момент часу  $t$ ;  $a$  – коефіцієнт теплопровідності сталі;  $R, H$  – радіус і висота резервуара (рис. 1);  $c_s, \rho_s$  – питома теплоємність та питома густина сталі;  $\delta_w$  – товщина стінки резервуара;  $q_w = q_w(\varphi, z, t)$  – щільність теплового потоку в даній точці на стінці резервуара внаслідок теплообміну з пожежею, навколишнім середовищем і внутрішнім простором резервуара.

Розподіл температури по покрівлі резервуара описується рівнянням:

$$\frac{\partial T_r}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_r}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T_r}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{q_r}{c_s \rho_s \delta_r}; \quad 0 < r < R; \quad 0 < \varphi < 2\pi,$$

де  $T_r(r, \varphi, t)$  – температура покрівлі резервуара у точці з координатами ( $r, \varphi$ ) в момент часу  $t$ ;  $\delta_r$  – товщина покрівлі резервуара;  $q_r = q_r(r, \varphi, t)$  – щільність теплового потоку в даній точці на покрівлі резервуара внаслідок теплообміну з пожежею, навколишнім середовищем і внутрішнім простором резервуара.

Щільність теплового потоку до покрівлі і верхньої частини стінки, що не контактує з нафтопродуктом у резервуарі, визначається сумою:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7,$$

де  $q_1$  – щільність теплового потоку випромінюванням від пожежі;  $q_2$  – щільність теплового потоку випромінюванням в навколишнє середовище;  $q_3$  – щільність теплового потоку конвекційним теплообміном з навколишнім повітрям і продуктами горіння;  $q_4$  – щільність теплового потоку випромінюванням від внутрішньої поверхні стінки через газовий простір резервуара;  $q_5$  – щільність теплового потоку випромінюванням від внутрішньої поверхні покрівлі резервуара;  $q_6$  – щільність теплового потоку випромінюванням від поверхні рідини;  $q_7$  – щільність теплового потоку внаслідок конвекційного теплообміну з пароповітряною сумішшю в газовому просторі резервуара.

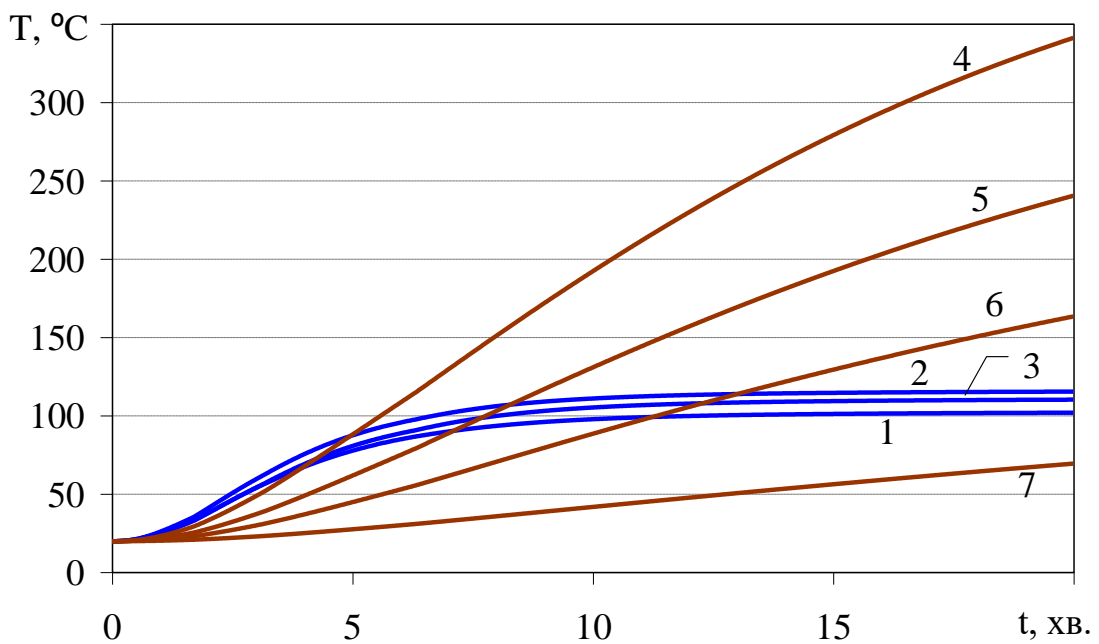
Щільність теплового потоку до нижньої частини стінки, що контактує з нафтопродуктом у резервуарі, представлена сумою:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_8,$$

де  $q_8$  – щільність теплового потоку внаслідок конвекційного теплообміну з рідиною в резервуарі.

В якості приклада розглянемо горіння розливу дизельного палива, що витікає з інтенсивністю 2 л/с на поверхню з кутом нахилу  $3^\circ$ . При цьому напрям нахилу співпадає з віссю X, а початок координат розташований у точці витоку рідини. Резервуар РВС-5000 (висота  $H = 12$  м, діаметр  $D = 23$  м) розташований на відстані 6 м від точки витоку рідини в напрямку осі Y. Вітер відсутній. Резервуар заповнений дизельним паливом до рівня 4 м.

На рис. 1 наведено динаміку зміни температури поверхні резервуара, оберненої в бік пожежі. Аналіз наведених графічних залежностей свідчить, що частина стінки резервуара, розташована вище рівня рідини у резервуарі, досягає більших значень температури, ніж частина стінки, що контактує з рідиною. Це відбувається незважаючи на те, що на нижню частину резервуара припадає більша щільність теплового потоку від пожежі, внаслідок того, що вона розташована ближче до полум'я.



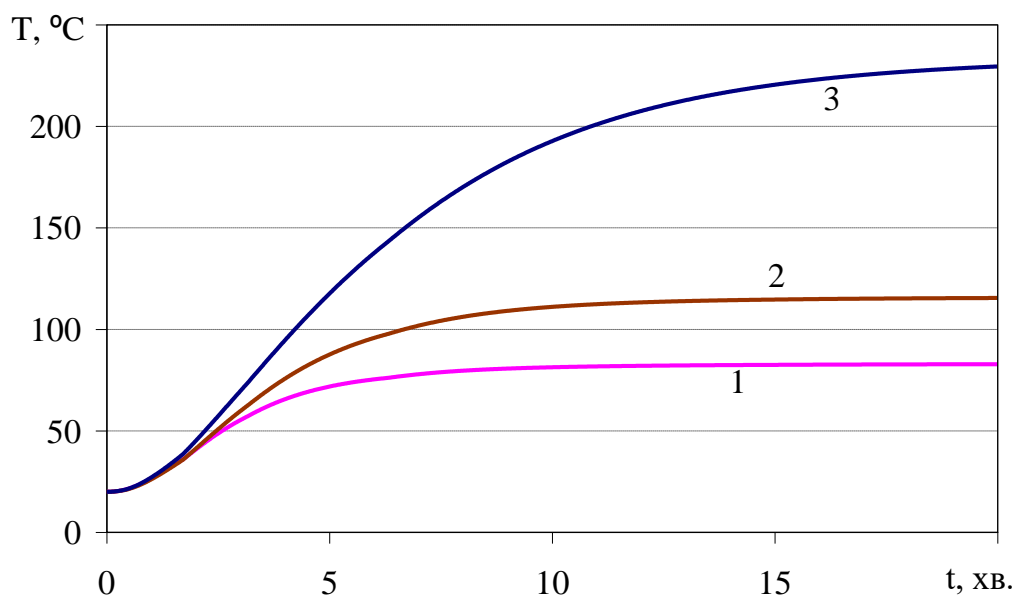
**Рисунок 1 – Динаміка зміни температури частини стінки резервуара, оберненої в бік пожежі ( $\theta = 290^\circ$ ) на різних висотах: 1 –  $z = 0$ ; 2 –  $z = 2$  м; 3 –  $z = 4$  м; 4 –  $z = 6$  м; 5 –  $z = 8$  м; 6 –  $z = 10$  м; 7 –  $z = 12$  м**

Враховуючи, що температура самоспалахування парів дизельного палива складає близько  $300^\circ\text{C}$ , можна зробити висновок, що верхня частина стінки, розташована вище рівня рідини в резервуарі, нагрівається до небезпечних значень температури. Це означає її перетворення у джерело запалювання для парів бензину в резервуарі і можливість вибуху парів у газовому просторі резервуара, якщо концентрація парів знаходиться в межах між нижньою і верхньою концентраційними межами розповсюдження полум'я. При цьому в окремих точках стінки температура досягає величини  $300^\circ\text{C}$  через 16,5 хв.

Опуклість донизу графіків залежностей на початковому етапі (рис. 1) пов'язана з тим, що відбувається збільшення площі горіння внаслідок розтікання рідини, а значить, і щільності теплового потоку на стінку резервуара. З прогрівом стінки і наближенню площі горіння до максимального значення опуклість графіків змінюється на протилежну і розподіл температури по стінці резервуара асимптотично наближається до свого граничного значення.

Частина стінки, що знаходиться нижче рівня рідини в резервуарі, досягає максимального значення температури близько  $115^\circ\text{C}$ , що не становить загрозу вибуху або горіння парів дизельного палива.

Охолоджувальна дія нафтопродукту, залитого в резервуар, залежить, головним чином, від його в'язкості. Порівняння динаміки зміни температури нижньої частини стінки резервуара, оберненої в бік пожежі, для різних видів нафтопродукту наведено на рис. 2.



**Рисунок 2 – Динаміка зміни температури нижньої частини стінки резервуара, оберненої в бік пожежі, в залежності від нафтопродукту у резервуарі: 1 – бензин; 2 – дизельне паливо; 3 – мазут**

Аналіз залежностей, наведених на рис. 2, свідчить, що найбільший охолоджувальний ефект має бензин (кінематична в'язкість  $\nu = 0,6 \text{ мм}^2/\text{с}$ ), а найменший – мазут ( $\nu = 80 \text{ мм}^2/\text{с}$ ).

Запропонована модель теплового впливу пожежі розливу горючої рідини на резервуар з нафтопродуктом може бути використана як при проектуванні систем охолодження, так і в оперативному режимі. З практичної точки зору розроблена модель є основою для побудови системи підтримки прийняття рішення керівником гасіння пожежі. Маючи застосунок, який реалізує вказану модель, керівник гасіння пожежі після проведення розвідки може прийняти рішення щодо охолодження резервуарів і визначити граничний час початку охолодження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Reniers G., Cozzani V. Features of Escalation Scenarios. Domino Effects in the Process Industries. 2013. P. 30-42. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-54323-3.00003-8>
2. Li L., Dai L. Review on fire explosion research of crude oil storage tank. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 236. P. 01022. Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123601022>
3. Oliinyk V., Basmanov O., Romanyuk I., Rashkevich O., Malovyk I. Building a model of heating an oil tank under the thermal influence of a spill fire. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. Vol. 4 (10 (130)). P. 21–28. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.309731>

## ОСОБЛИВОСТІ ВІДЧИНЕННЯ ТА ВИДАЛЕННЯ ЗАКЛИНЕНИХ ДВЕРЕЙ ПРИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОДАХ

*Остапов К.М., к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України*

При лобовому або боковому ударі внаслідок зміщення стійок може відбутися заклинення дверей. За умови, що постраждалий не затиснутий та його стан дозволяє евакуацію через двері, проводиться робота з їх відчинення, для чого потрібно: за допомогою гідравлічного розжиму, або іншого інструменту зробити щілину між центральною стійкою та дверима; перекусити або віджати замок; відкрити двері вручну, або розблокувати їх за допомогою гідравлічного розжиму (рис. 1).

Зазначений порядок дій застосовується при відкритті, як передніх так і задніх дверей автомобіля, в залежності від місцезнаходження постраждалого [1].



**Рисунок 1 – Варіант технології відчинення заклинених передніх дверей**

У разі потреби видалення передніх дверей для деблокування постраждалих, необхідно: за допомогою гідравлічного розжиму, або іншого інструменту створити щілину між передньою стійкою та дверима (також можливе утворення необхідної щілини навколо дверних петель шляхом зминання гідравлічним розжимом крила у верхній точці колісної арки або відгинання дверей до низу від передньої стійки (рис. 2);





**Рисунок 2 – Варіант технології видалення передніх дверей**

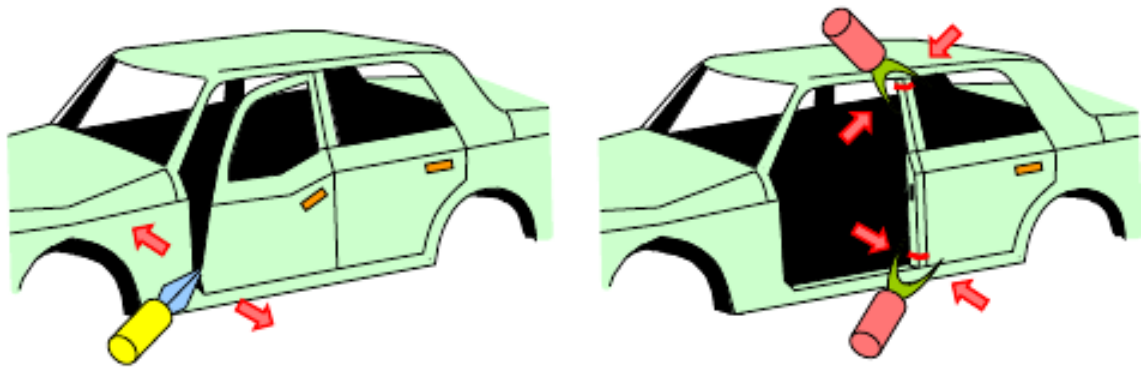
знайшовши надійну точку опори для розжиму над верхньою дверною петлею віджати двері та зірвати їх з шарнірів, починаючи з верхнього (щілину між дверима та кузовом потрібно розширювати поступово, протискуючи вглиб робочі поверхні гідравлічного розжиму).

До виконання зазначених робіт залучаються дві особи, одна працює з гідравлічним інструментом, інша притримує двері, які демонтуються. У разі необхідності повного демонтажу бокової сторони ТЗ, після видалення передніх дверей проводиться подальший демонтаж задніх, шляхом перекусування або розжиму дверних петель та відрізанням верхньої та нижньої частини середньої стійки (рис.3).



**Рисунок 3 – Варіант технології демонтажу бокової сторони ТЗ**

Можливий варіант демонтажу, при якому після видалення передніх дверей, перекушується середня стійка спочатку знизу, потім зверху та притримуючи задні двері, вони видаляються разом зі стійкою ( рис. 4).



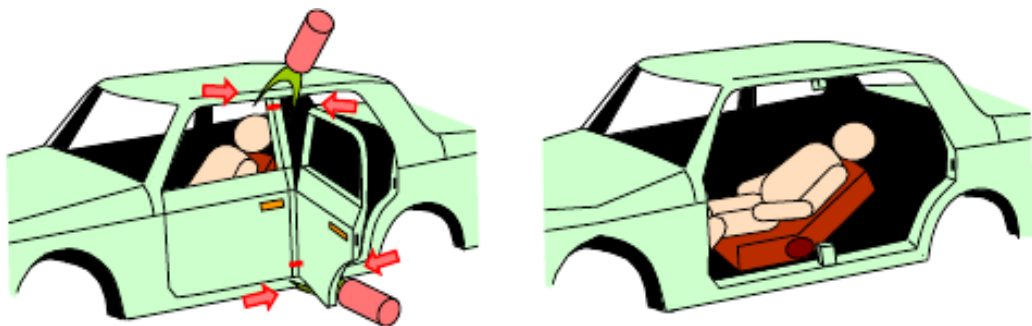
**Рисунок 4 – Варіант технології демонтажу бокової сторони ТЗ**

Якщо постраждалий знаходиться на передньому сидінні, то демонтаж бокової сторони ТЗ розпочинається із задньої двері. Першочергово потрібно за допомогою гідравлічного розжиму розширити щілину біля замка задньої двері та віджати її до відкриття. Можливий варіант, коли розширюється отвір між задніми дверима та кузовом для введення наконечників гідравлічного інструменту шляхом стискання дверей в районі замка та в подальшому віджимаються двері аж до руйнування замка та відкриття дверей (рис. 5).



**Рисунок 5 – Варіант технології відкриття задніх дверей**

Наступним кроком потрібно за допомогою гідравлічних кусачок перекусити середню стійку спочатку внизу, а потім у зверху та притримуючи обидві двері видалити задню зі стійкою. Після видалення задньої двері разом з середньою стійкою передні двері тримаються на шарнірах. Для їх видалення, гідравлічним розжимом зривається спочатку верхній, а потім нижній шарнір (рис. 6).



**Рис.6. Варіант технології демонтажу бокової сторони ТЗ**

Можливий варіант демонтажу обох дверей разом з середньою стійкою, при цьому після відкривання задніх дверей за допомогою гідравлічних кусачок перекушується та відгинається середня стійка (спочатку знизу, потім зверху, рис. 7).



Рис. 7. Технологія перекушування середньої стійки

### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС України №80 від 28.01.2020р. "Про затвердження Методичних рекомендацій щодо порядку дій аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (небезпечних подій), пов'язаних із дорожньо-транспортними пригодами".

**УДК 614.84**

### **ЩОДО ТРАНСПОРТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО ПРИ РУЙНУВАННІ БУДІВЕЛЬ, В РЕЗУЛЬТАТІ РАКЕТНО-БОМБОВИХ УДАРІВ**

*Остапов К.М., к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України*

При підозрі на травми хребта, які характерні при руйнуванні будівель, транспортування постраждалого необхідно здійснювати за допомогою жорсткої транспортної дошки. В цьому випадку, в першу чергу необхідно забезпечити нерухомість шийного відділу хребта постраждалого [1]. Спочатку фіксація голови постраждалого проводиться руками (Рис. 1).



**Рисунок 1 – Фіксація голови постраждалого руками рятувальника**

В цей час визначається відстань між кутом нижньої щелепи та надпліччям постраждалого за допомогою пальців руки. Ця відстань переноситься на шийний комірць, який має спеціальні позначки для визначення розміру шиї постраждалого (Рис. 2).



**Рисунок 2 – Визначення розміру шийного комірця**

Шийний комірць заводять по задній поверхні шиї на лежачого постраждалого, таким чином, щоб підборіддя лягло на виріз комірця, а його нижня частина вперлась в грудну клітку. В такому положенні натягують кінці комірця і фіксують липучками.



**Рисунок 3 – Фіксація шийного комірця на постраждалому**

Для переміщення потерпілого на транспортну дошку необхідно чотири рятувальника: один фіксує голову потерпілого, двоє повертають його тіло на бік, один підносить та тримає дошку. Рятувальник, який розташований біля грудної клітки, розміщує свої руки на бокових поверхнях плечового поясу та в області тазу постраждалого, третій рятувальник - на бокових поверхнях тазу та гомілки постраждалого.



**Рисунок 4 – Розміщення рятувальників для переміщення потерпілого на транспортну дошку**

У такому положенні рятувальники синхронно та обережно повертають постраждалого на бік у напрямку до себе. Рятувальник, який фіксує голову, повинен стежити за тим, щоб голова та шия оберталися одночасно з тулубом. Під спину потерпілого необхідно щільно підкласти транспортну дошку.



**Рисунок 5 – Повертання постраждалого на бік**

Після чого необхідно повернути постраждалого разом із дошкою на спину. Для того щоб вирівняти постраждалого по центру транспортної дошки його штовхають вздовж неї. Перед транспортуванням необхідно надійно зафіксувати потерпілого в області плечей, тазу та нижніх кінцівок.



**Рисунок 6 – Фіксація постраждалого на транспортній дошці**

За командою старшого, четверо рятувальників одночасно піднімають транспортну дошку та за командою починають рухатися і несуть постраждалого до пункту надання йому медичної допомоги.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Наказ МОЗ України №441 від 09.03.2022р. " «Про затвердження порядків надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах».

## СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НАСТІЛЬНОЇ І НАВІСНОЇ ТРАЕКТОРІЙ З ВРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ БІЧНОГО ВІТРУ

*О.Г.Поліванов, викладач кафедри ІтаАРТ, PhD,  
Національний університет цивільного захисту України*

Наведено спосіб розрахунку навісної і настільної траєкторій доставки контейнера з вогнегасною речовиною до вікон верхніх поверхів будинків, де виникла пожежа. У якості засобу доставки використовується імпульсний вогнегасник Тайфун-10, перероблений у пневматичну гармату. Розрахунок здійснено з врахуванням впливу бічного вітру.

Ефективність гасіння пожежі залежить від швидкості прибуття на місце пожежно-рятувальних підрозділів. Адже важливими є дії пожежних саме у «перші хвилини» загоряння, що дає шанс ліквідувати пожежу у початковій стадії. Ситуація ускладнюється, коли пожежа виникає на верхніх поверхах будівлі. Тоді навіть своєчасне прибуття аварійно-рятувальних підрозділів не гарантує початок гасіння пожежі. Тому що територія перед будівлею часто заставлена транспортом, який не дозволяє зручно розташувати автодрабини та іншу техніку. Звідси слідує актуальність тематики гасіння пожеж у висотних будівлях способом дистанційної доставки вогнегасних речовин. Перспективним вважається [1] закидування джерела загоряння контейнерами з вогнегасними речовинами, доставлених за допомогою механічного метання.

В роботі розв'язана задача моделювання доставки контейнера з вогнегасною речовиною до вікон верхніх поверхів будинків, де виникла пожежа. У якості засобу доставки використовується імпульсний вогнегасник Тайфун-10, який перероблено у пневматичну гармату для доставки вогнегасних речовин дискретним способом (тобто порціями). Вважається, що пневматична гармата може здійснити «постріл» контейнером з вогнегасною речовиною під заданим кутом до горизонту і з заданою початковою швидкістю його вильоту. При цьому центр мас контейнера рухатиметься по параболічній траєкторії. Саме це матимемо на увазі в при розгляді моделей траєкторій руху контейнера. Таке спрощення стосується і умовного поняття координат «палаючого» вікна, яке вимірюється такими відстанями:  $L$  - від пневматичної гармати до стіни, а також  $H$  - висотою положення вікна від фундаменту. Ці відстані доцільно виміряти за допомогою лазерного далекоміра Flus "FL-60", який використовується у будівництві.

Для визначення траєкторії доставки контейнера до верхніх поверхів будівлі залучають відомі з механіки співвідношення [2, 3]. Доповненням до цих результатів будуть знайдені залежності визначення кутів вильоту контейнера для навісної і настільної траєкторій. При чому, у безвітряну погоду ці кути забезпечують перетин настільної і навісної траєкторій в наперед заданій точці – а саме, у «палаючому» вікні будівлі необхідного поверху. У даній роботі ці

результати узагальнюються на випадок наявності лише бічного вітру (дослідження далі продовжуються).

Було складено *maple* – програму побудови навісної і настільної траєкторій за умови, що відома висота  $H$  розташування «палаючого» вікна, а також відстань  $L$  від імпульсного вогнегасника до стіни. А також за умови відомої швидкості  $V$  бічного вітру, спрямованого вздовж фасаду будівлі.

Проведені дослідження спрямовані на створення комп'ютерної програми, здатну унаочнити настільну і навісну траєкторії в залежності від швидкості вильоту контейнера, а також від швидкості бічного вітру. Програма призначена для моделювання оперативних ситуацій при виконанні пожежогасіння з використанням планшета.

Нехай в декартовій системі координат  $Oxyz$  задано точку з координатами  $M(x_1, z_1)$ . З початку координат  $O(x_0, z_0)$  вилітає фізичне тіло, наприклад, контейнер з вогнегасною речовиною у формі кулі. Необхідно визначити формулу для опису кута вильоту контейнера, здатного влучити в точку  $M(x_1, z_1)$ . Вважатимемо, що тіло має постійну швидкість  $v$ , а гравітація визначається прискоренням земного тяжіння  $g=9,81$ .

Для виводу формули для опису кута вильоту контейнера, здатного влучити в точку  $M(x_1, z_1)$ , розглянемо відомі з механіки рівняння руху точки

$$x = vt \cos \alpha, \quad z = vt \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}. \quad (1)$$

Тут  $t$  – час,  $v$  - швидкість. З першого рівняння (1) визначимо час  $t = \frac{x}{v \cos \alpha}$  і підставимо його в другу формулу (1). В результаті одержимо:

$$z = \frac{vx \sin \alpha}{v \cos \alpha} - \frac{gx^2}{v^2 \cos^2 \alpha}. \quad (2)$$

Після виконання тригонометричних підстановок і спрощень, одержимо

$$0 = -\frac{gx^2}{2v^2} \operatorname{tg}^2 \alpha + x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v^2} - z. \quad (3)$$

Розглядаючи вираз (3) як квадратне рівняння відносно  $\operatorname{tg} \alpha$ , застосуємо формулу визначення коренів цього рівняння:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v^2 \pm \sqrt{v^4 - g(gx^2 + 2v^2z)}}{gx}. \quad (4)$$

Застосуємо до кожної частини формули (4) арктангенс:



$$\alpha = \arctg \frac{v^2 \pm \sqrt{v^4 - g(gx^2 + 2v^2z)}}{gx}$$

(5)

З формули (5) маємо описи двох коренів рівняння, які визначають описи двох кутів - для настільної і навісної траєкторії руху контейнера. Тобто, якщо в формулу (5) підставити координати  $x=x_1$  і  $z=z_1$ , то одержимо значення двох кутів, які визначатимуть настільну і навісну траєкторії. При чому, при безвітряній погоді ці траєкторії мають перетнутися в точці  $M(x_1, z_1)$  як цілі доставки вогнегасної речовини. При вітряній погоді вплив бічного вітру на величину зміщення  $Y$  контейнера наближено можна визначити [4] за формулою

$$Y = V \left( T - \frac{L}{v_0 \cos \alpha} \right), \quad (6)$$

де  $V$  – швидкість бічного вітру;  $T$  – тривалість переміщення контейнера до вікна;  $L$  – горизонтальна дальність переміщення контейнера;  $v_0$  – початкова швидкість вильоту контейнера;  $\alpha$  - кут вильоту контейнера.

Одержані результати є корисними і важливими, адже вони дозволяють започаткувати нову тактику гасіння пожеж у багатоповерхових будівлях. Крім одержаних в даній статті результатів, для її реалізації необхідно спроектувати нове пневматичне обладнання. Для прицільної доставки вогнегасних речовин в осередок пожежі імпульсний вогнегасник повинен забезпечуватись засобами лазерного прицілювання, а також засобами вимірювання кутів та дальноміром.

## ЛІТЕРАТУРА

1. 073: Fire Extinguisher Ball, just throw it in the fire! How to make it. URL: <https://www.hamido.at/fire-ball/>
2. Mizrahi J. Ballistic motion - Maximum horizontal reach when firing from a height. Making Physics Clear.
3. Mizrahi J. Ballistic problem - Maximum horizontal reach when firing toward a high place. Making Physics Clear.
4. Velychko, L., Petruchenko, O., Tereshchuk, O. Вплив бічного вітру на динаміку руху снаряда. Військово-технічний збірник, 2020. (23), 17–21. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.23.2020.17-21>
5. Ткачук П.П., Величко Л.Д., Горчинський І.В. Вплив вітру на зовнішню балістику кулі, випущеної із СВД. Військово-технічний збірник. – Випуск №19. – Львів: НАСВ, 2018. – С. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.19.2018.43-49>
6. Калиновський А. Я., Поліванов О. Г. Спосіб складання таблиці кутів доставки вогнегасних речовин до багатоповерхової будівлі. The 5th International scientific and practical conference «European scientific congress» Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 2023. P. 54–60.

## СПОСОБИ ЗАВЕРШЕННЯ ГАСІННЯ РІДИН ПІСЛЯ ФОРМУВАННЯ БАЗОВОГО ПЛАВУЧОГО ШАРУ ПІНОСКЛА

*Д.Г. Трегубов, к.т.н., доцент, О.О. Кіреєв, д.т.н., професор,  
Національний університет цивільного захисту України*

Дані всесвітньої статистики пожеж показують широку поширеність пожеж класу «В». Під час війни ця проблема загострилася. До більш поширених можна віднести пожежі нафтопродуктів «В1». Такі пожежі тривалі та створюють багато небезпечних чинників для людини та важкі умови для гасіння. Сучасні технічні нафтопродукти (спиртовий бензин) містять полярні добавки, що наближає режими їх горіння до пожеж «В2» і надає відповідні обмеження на застосування вогнегасних пін. Основний обсяг нафтопродуктів можна віднести до класу легкозаймистих рідин з температурою спалаху  $t_{сп} < 61$  °С, тобто до таких, які можуть за звичайних умов зберігання за певної температури повітря та (або) дії теплового випромінювання нагрітись до  $t_{сп}$  і самостійно утворити пару здатну до запалювання. Нормативна база дозволяє встановлення резервуарів об'ємом до 120000 м<sup>3</sup>, але засоби для їх гасіння не є досконалыми. Тому гасіння нафтопродуктів можна віднести до найбільш масштабних та складних випадків пожежогасіння.

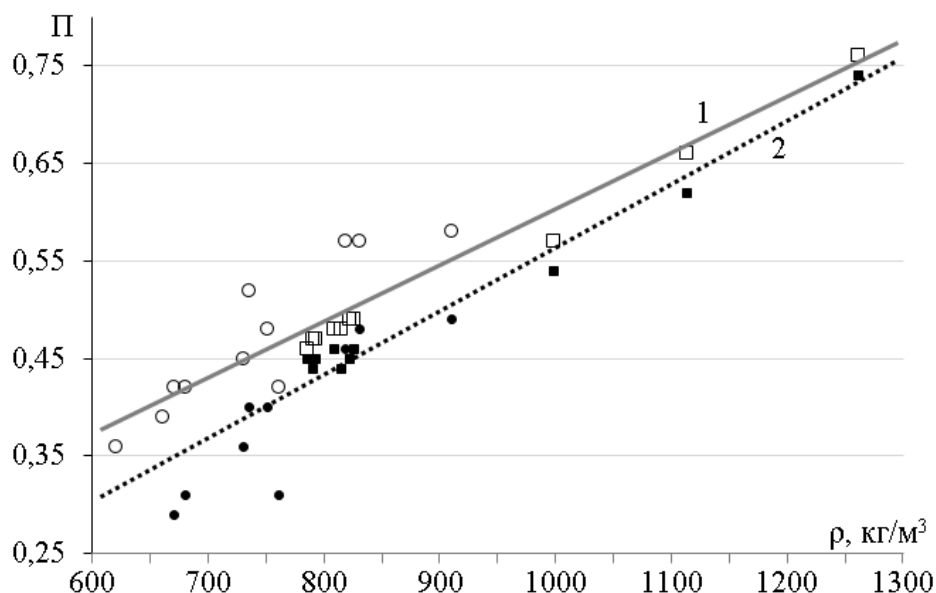
На підставі проведеного аналізу,  $t_{кип}$  більшості н-алканів та н-спиртів укладаються у плавну залежність [1, 2]. Тому зростання швидкості утворення зони загазованості у гомологічних рядах повинно мати теж плавну залежність. Але  $t_{сп}$  та інші параметри горіння й пожежної небезпеки мають осциляційність і ступінчастість, що пояснено та змодельовано як наслідок кластеризації у полум'ї за пероксидним механізмом утворення різних надмолекулярних структур у гомологічному ряду [1–3]. Тому підходи до запобігання або припинення утворення зони загазованості та до пожежогасіння рідин можуть відрізнятися для тієї самої рідини. Зазвичай витрату вогнегасної речовини для гасіння пожеж рідин поділяють на декілька режимів у залежності від  $t_{сп}$ , але цікавим напрямком дослідження є пошук іншого критерію прогнозування вогнегасного ізолюючого шару, який враховує можливі нелінійності залежностей у гомологічних рядах вуглеводнів.

Одним з таких параметрів може бути масова швидкість вигорання  $V_m$ . Звертає на себе увагу нелогічність поведінки  $V_m$  в гомологічному ряду н-спиртів. Очікувалося, що  $V_m$  буде пропорційна  $t_{кип}$  або  $t_{сп}$ . Але виявилось, що формування даного параметру набагато складніше – він є результатом дії комплексу факторів:  $t_{сп}$ ,  $t_{кип}$ ,  $t_{сс}$ , нижньої КМПП, молярної маси, а наявність коливальності цього параметру у гомологічному ряду вимагає враховувати  $t_{пл}$  (але масова швидкість випаровування не має коливальності, що свідчить про пероксидну кластерну будову саме у полум'ї. За довідковими даними більшу  $V_m$  має н-бутанол; але у досліді – н-гептанол, що можна пояснити кращою

змочуваністю вільних бортів. Інтерпретації результатів досліду заважає вміст води з різною часткою у різних технічних спиртах, що визначається точкою азеотропності ( $t_{\text{кип}}$  спирту-ректифікату на  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  менша за  $t_{\text{кип}}$  хімічно чистого спирту). Але й тут є аномалія: очікувалося, що вміст води буде зменшувати  $V_m$ , оскільки зростають  $t_{\text{сп}}$  та  $t_{\text{сс}}$ , тобто умови утворення горючої пари та її запалювання погіршуються (на практиці – навпаки).

На даний час розвивається напрямок пожежогасіння рідин на основі твердого плавучого зернистого засобу, наприклад, піноскла (ПС). Під час вигорання поверхня рідини має  $t_{\text{кип}}$ , але за ізолювання – зменшується. Якщо головним механізмом припинення горіння є охолодження, то відповідний ефект досягається за охолодження поверхні менше, ніж  $t_{\text{сп}}$ . Однаковий шар ПС надає приблизно однакове охолодження поверхні та ізолювання випаровування, але ці ефекти становлять різну частку від  $t_{\text{кип}}$  та нижньої КМПП, тому зниження  $V_m$  за накопичення шару ПС не є абсолютно синхронним. Вміст води створює багато гальмівних факторів на процес горіння: збільшуються  $t_{\text{сп}}$  та  $t_{\text{сс}}$ , нижня КМПП, пара води флегматизує зону горіння, зменшуються теплота згорання та температура полум'я, може посилити змочування сталевих поверхонь вільних бортів, що збільшує площу горіння та  $V_m$  (але під час подавання ПС такого ефекту немає).

Для будь-яких горючих рідин існує вогнегасний шар ПС; для більш летких, таких як пентан, досягає 50 см. Тому компромісним варіантом пожежогасіння є використання ПС як базової вогнегасної речовини (над плавучим шаром якої ще триває послаблене горіння). Найпростішим шляхом покращення вогнегасних властивостей ПС є його змочування водою або розчином інгібітора з одноетапним подаванням засобу. Це зменшує плавучість ПС (не притоплює, ізолюючи частину загального шару) і збільшує занурену (охолоджуючу). Вологе ПС у 5 разів краще охолоджує гарячу поверхню рідини, ніж сухе, та має вогнегасний шар ПС на 1–2 см менше. Плавучість 0,46–0,76 сухого та 0,44–0,74 вологого ПС у спиртах – це набагато більше, ніж в алканах: для сухого 0,36–0,58, для вологого ПС 0,31–0,49 [4], що пропорційно густинам рідин, рис. 1.



**Рисунок 1 – Плавучість піноскла:**  
 1, ○, □ – сухе ПС; 2, ●, ■ – вологе ПС; ○, ● – алкани, □, ■ – спирти

Наведено плавучість у наступних рідинах: *вода*; *алкани* – пентан, гептан, октан, декан, додекан, петролейний ефір, уайт-спірит, бензин, керосин, дизельне пальне, машинне мастило; *спирти* – метанол, етанол, ізопропанол, н-бутанол, н-пентанол, н-гептанол, н-октанол, етиленгліколь, гліцерин.

Якщо порівнювати рідини з однаковою каркасною довжиною молекули, то у спиртах плавучість набагато більша (у бутанолі – 0,48, у пентані – 0,36), а якщо дивитись за густиною – то в алканах плавучість сухого ПС дещо більша (у додекані – 0,48, у метанолі – 0,47), а вологого – дещо менша (у додекані – 0,4, у метанолі – 0,45). Це показує, що змочуваність ПС алканами більша, ніж спиртами з тією самою густиною. Крім того, процеси охолодження поверхні рідини, що горить, ПС, яке змочене водою, будуть різнитися залежно від температури цієї рідини: до 100 °С – повільний нагрів води; до 120 °С – повільне закипання; вище за 120 °С – швидке закипання з розбризуванням гарячих крапель води.

На даний час більш досліджено завершення гасіння розпиленням у полум'я 10 % розчинів хлористого кальцію та рідкого скла, які реагують з утворенням на поверхні ПС ізолюючого шару негорючого гелю. Шар ПС частково притоплюється, але гель не повинен торкатися горючої рідини, тому його товщина має бути пропорційною до витрати нанесення гелю: для витрати 0,2 г/см<sup>2</sup> несучий шар сухого ПС становить 12 см [4]. Хлористий кальцій, крім того, створює на полум'я інгібруючий вплив. Притоплення гелем ПС збільшує товщину охолодженого шару гарячої рідини, але майже не змінює теплового балансу всередині шару «рідина+ПС». Це означає, що існує ефективна глибина охолодження, яка визначає найменшу витрату ПС для гасіння лише охолодженням: 4–6 см вогнегасного шару ПС (2–3 см зануреної частини), за яких відбувається стабілізація значень для рідин з великими  $t_{сп}$ .

Можна подавати розпилену воду або розчин інгібітора у полум'я, тоді крім інгібування буде задіяно охолодження поверхні ПС та рідини після занурення ПС, як і у разі змочування ПС. Досліджують також покриття шару ПС насипом антипірену або речовинами, що плавляться або спучуються під дією полум'я, що посилює ізолюючий ефект ПС. Можливо завершення гасіння й іншими стандартними засобами: піни середньої кратності, вогнегасний аерозоль, порошки загального та спеціального призначення, негорючі газу.

Таким чином, формування базового шару ПС на рідині, що горить, створює достатні умови для надійного завершення гасіння багатьма методами, більшість з яких не забруднюють рідину, що горить.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Трегубов Д. Г. та ін. Співвідношення властивостей у гомологічних рядах вуглеводнів. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України, 2023. №2(38). С. 96–118.

2. Tregubov D. et al. Nonlinearities correlation of n-alkanes and n-alcohols physicochemical properties. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2024. №1(39). С. 4–24.

3. Tregubov D., Slepuzhnikov E., Chyrkina M., Maiboroda A. Cluster Mechanism of the Explosive Processes Initiation in the Matter. Key Engineering Materials. 2023. Vol. 952. P. 131–142.

4. Дадашов І.Ф., Кіреєв О.О., Трегубов Д.Г., Тарахно О.В. Гасіння горючих рідин твердими пористими матеріалами та гелеутворюючими системами. Х.: НУЦЗУ, 2021. 240 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/14033>

---

**СЕКЦІЯ 3**  
**«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ, ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ТА**  
**ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ**  
**ТЕХНІКИ, ОСНАЩЕННЯ ТА ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ**  
**В УКРАЇНІ У МИРНИЙ ТА ВОЄННИЙ ЧАС»**

---

**УДК 629.7.06**

**ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА**  
**ПРИВ'ЯЗНОГО ТИПУ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ У СФЕРІ**  
**КОМПЕТЕНЦІЇ ДСНС УКРАЇНИ**

*А.О. Биченко, к.т.н., доцент, М.О. Пустовіт, М.С. Комлик*  
*Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ*  
*України*

Використання можливостей пілотованої авіації не завжди ефективно через тривалий час реагування, великі фінансові витрати та жорстку залежність від погодних умов. Одним з найбільш перспективних напрямів для вирішення цієї проблеми є застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) з корисним навантаженням до 50 кг, станціями наземного управління та широким спектром інструментальних засобів моніторингу, виявлення та розвідки НС, що дасть змогу значно зменшити часові витрати на організацію і здійснення запобіжних заходів або пошуково-рятувальних (аварійно-рятувальних) робіт.

Залежно від розв'язуваної задачі на безпілотний літальний апарат можуть встановлюватися відповідні технічні засоби для її виконання, наприклад, фото-відеокамери, тепловізори, мультиспектральні камери, лазерні сканери, газоаналізатори, прилади радіаційної або хімічної розвідки, радіолокаційні станції тощо.

Одним зі способів застосування БПЛА може бути використання його у якості пункту спостереження. Так, наприклад, однією з подібних технологій, що має суттєво підвищити ефективність використання БПЛА мультироторного типу при виконанні ними ряду місій, є використання наземних станцій живлення - базової станції. В результаті застосування подібного рішення БПЛА може залишатися в повітрі стільки, скільки необхідно.

Компанія НВП «Спайтек» з Одеси запустила в експлуатацію додаткове обладнання для свого БПЛА «Windhower» - інтелектуальну станцію дротового живлення «Winder». Основна мета застосування такого обладнання – забезпечення довготривалого знаходження дрона в стаціонарній геоточці на висоті до 110 метрів [1].

Компанія Elistair випустила на ринок портативні станції Safe-T Tether і Ligh-T Tether для розширення можливості обладнання, виконуючи функцію енергозабезпечення БПЛА фірми DJI [2]. Дане рішення забезпечує живленням по кабелю на висоту до 100 м та водночас здійснює якісну і безперервну передачу даних зі швидкістю до 200 Мбіт/с.

Компанія Fotokite об'єднала зусилля з виробником пожежної техніки Pierce Manufacturing, щоб випустити БПЛА, який може бути інтегрований з пожежно-рятувальними автомобілями [3].

Pierce Fotokite забезпечує автоматичний запуск, політ і приземлення. БПЛА зберігається і запускається з невеликого лотка, вбудованого в пожежний автомобіль. Він може безперервно залишатися в повітрі протягом більше 24 годин, забезпечуючи передачу даних по кабель-тросу. Відеопотоки з тепловізора та цифрової камери оптичного діапазону передаються безпосередньо на ноутбуки, планшети, а також на монітори віддалених центрів управління операціями груп швидкого реагування, що дозволяє отримувати інформацію про ситуацію практично миттєво.

Легка і надміцна рама безпілота розрахована на його тривалу експлуатацію в складних умовах і відповідає стандарту захисту IP55, що дозволяє використовувати безпілотну систему в дощ, сніг і вітряну погоду (рис. 1.)



Рис. 1 – Вигляд БПЛА Pierce Fotokite в транспортному положенні

БПЛА, за наявності відповідного цільового навантаження, можуть забезпечити широке поле спостереження як вдень, так і вночі. За необхідності, такий пост спостереження може бути як оперативно розгорнутий на необхідному напрямку, так і швидко переміщений на інший – на відміну від стаціонарних рішень типу спостережних веж. Більш того, кабель може використовуватись не лише для живлення, але й для передачі сигналів управління та даних.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Дрон на прив'язі: в Україні розробили власну інтелектуальну дротову систему живлення БПЛА. URL: [https://defence-ua.com/weapon\\_and\\_tech/dron\\_na\\_privjazi\\_v\\_ukrajini\\_rozrobili\\_vlasnu\\_intelektualnu\\_drotovu\\_sistemi\\_zhivlenja\\_bp-la-3449.html](https://defence-ua.com/weapon_and_tech/dron_na_privjazi_v_ukrajini_rozrobili_vlasnu_intelektualnu_drotovu_sistemi_zhivlenja_bp-la-3449.html) (дата звернення 24.09.2024)
2. Elistair official site. URL: <https://elistair.com/light-t-tethered-station-for-drone/> (Last accessed: 24.09.2024)
3. The Fotokite Sigma. A Situational Awareness System for First Responders. URL: <https://fotokite.com/situational-awareness-system/> (Last accessed: 24.09.2024)

**УДК 629.7.06**

### **МОДУЛЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПУ**

*М.О. Пустовіт, А.О. Биченко, к.т.н., доцент, К.А. Павленко,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ  
України*

Стандартна операція з пошуку зниклої людини проводиться за допомогою груп добровольців у складі 2-5 осіб. Кожна така група протягом приблизно 6 годин обстежує один квадрат місцевості 500 на 500 метрів. Якщо враховувати погані погодні умови або важкопрохідні ділянки, це час збільшиться. Будь-яке ж зволікання може коштувати комусь життя. Пошук із залученням БПЛА скорочує час пошуку в рази. Щоб облетіти аналогічний квадрат, дрону досить не більше 40 хвилин. Стільки ж часу знадобиться на аналіз знімків [1].

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

Аналіз характеристик систем гучномовного зв'язку та оповіщення показав, що деякі з існуючих рішень можуть бути використані для виконання завдань у сфері цивільного захисту, але більшість несумісна з існуючими в ДСНС стандартами радіопередавання, а у випадку роботи на іншій частоті потребують додаткового дороговартісного обладнання.

Проведені аналітичні дослідження характеристик систем освітлення для БПЛА показав, що на ринку існує значна кількість рішень, в тому числі й для потреб підрозділів ДСНС. Основним недоліком є те, що дані системи мають або слабку потужність (як у випадку для БПЛА DJI Mavic) або кількість БПЛА

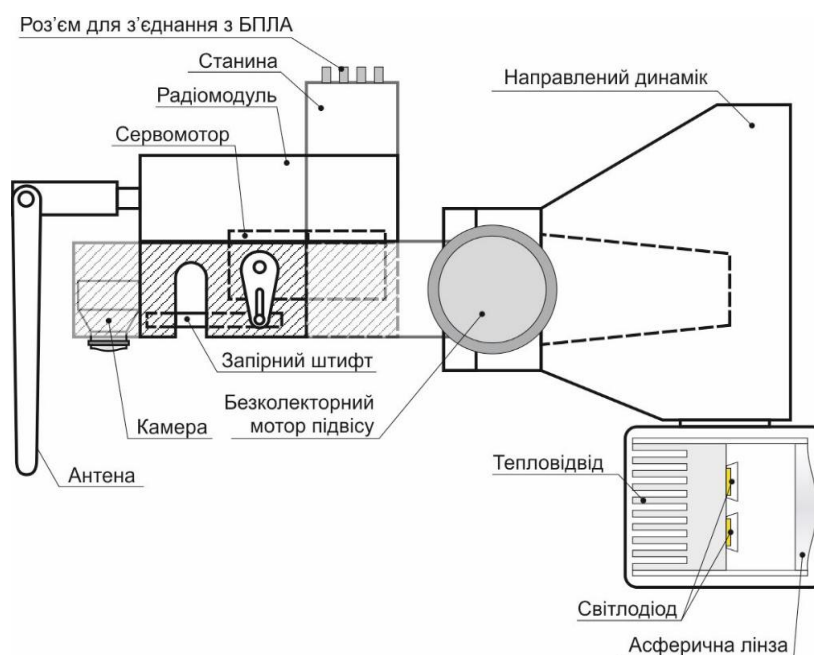


потрібного типу (DJI Matrice) в підрозділах України налічується в межах 10 одиниць. Окрім того жоден з представлених прожекторів не володіє регулюванням кута фокусування.

Для забезпечення максимальної дальності системи радіопередавання розраховано її параметри при використанні радіомодуля DRA818U, що працює на частоті 433 МГц в цифровому стандарті DMR [2]. За обробку сигналів відповідає центральна плата Arduino Pro Mini, що дозволяє забезпечити резервування каналів управління модулем. Згідно розрахунків у міській забудові дальність радіопередавання складала трохи більше 2 км.

Розрахункові параметри освітлення території для проведення пошуково-рятувальних робіт вказують, що найбільш ефективним є використання світлодіодів холодного кольору з потужністю 15 Вт в кількості 4 шт, що забезпечить освітлення 500 м<sup>2</sup> на висоті 12 м (з кутом 120 град).

За результатами проведених розрахунків акустичних параметрів системи гучномовного зв'язку та оповіщення; дальності системи радіопередавання; параметрів освітленості території; параметрів системи скидання вантажу запропоновано компонування універсального модулю для проведення пошуково-рятувальних робіт за допомогою мультироторного БПЛА. Система володіє набором унікальних характеристик, що не зустрічаються ні в дрібносерійному ні масовому виробництві.



**Рис. 1 - Схема універсального модуля для проведення пошуково-рятувальних робіт за допомогою БПЛА**

Можливість застосування розробленого універсального модуля для мультироторного БПЛА при проведенні пошуково-рятувальних робіт дозволить ефективніше використовувати польотний час БПЛА, та скоротить час надання необхідної допомоги особам, стосовно яких проводяться вищевказані роботи.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Безпілотна авіація у сфері цивільного захисту України. Стан і перспективи розробки та застосування / І. С. Руснак, В. В. Хижняк, В. І. Ємець // Наука і оборона. - 2014. - № 2. - С. 34-39.
2. UHF Band HAM Amateur Radio Module DRA818U/Режим доступу: <http://www.dorji.com/products-detail.php?ProId=6>. Дата звернення – 09.09.2024 р.

УДК 629.02

## ВИКОРИСТАННЯ ТАКТИЧНИХ РОБОТІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ПІД ЧАС ГАСІННЯ МАСШТАБНИХ ПОЖЕЖ

*М. Б. Григор'ян кандидат технічних наук, доцент,  
С. О. Панченко, Д. О. Ковалевич Черкаський інститут пожежної  
безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В умовах сьогодення для успішного виконання поставлених завдань пожежними підрозділами під час надзвичайної ситуації в умовах воєнного стану потрібне використання принципово новаторської пожежної техніки, що дозволить зменшити ризик втрат особового складу (у тому числі від повторного ракетного удару), зменшити час локалізації та час розвідки на пожежі, підвищити оперативні дії особового складу та створити необхідні умови для забезпечення їхньої працездатності в екстремальних умовах. Ці завдання можна вирішити лише при використанні тактичних робіт пожежогасіння. Серед переваг виділяємо:

- **Безпека рятувальників.** Роботи можуть працювати в умовах підвищеної безпеки: висока температура, токсичний дим, ризик обвалу конструкції. Це значно знижує ризик для життя та здоров'я людей, які беруть участь у ліквідації пожежі.

- **Доступ до важкодоступних місць.** Безпілотні системи здатні діяти в зонах, куди людина не може потрапити через обмежений доступ або небезпечні умови, такі як лісові масиви, промислові об'єкти чи висотні будівлі.

- **Автономність та швидкість реагування.** Сучасні роботи можуть працювати в автономному режимі або під дистанційним керуванням, що дозволяє швидко реагувати на пожежі, навіть якщо пожежні команди не можуть прибути на місце події.



Рисунок 1 – Використання тактичних роботів пожежогасіння.

- **Точність і ефективність.** Робот забезпечений сенсорами для точного виявлення осередків пожежі та можуть вибирати різні вогнегасні речовини для гасіння (воду, піну, хімічні реагенти) залежно від ситуації, що забезпечує ефективність.

- **Тривала робота без втоми.** Роботи можуть працювати тривалий час без перерв, що важливо при великих пожежах, які можуть тривати днями чи місяцями.

- **Мінімізація впливу людського фактора.** Використання тактичних роботів пожежогасіння знижує кількість людських помилок у критичних ситуаціях. Автономні системи мають запрограмовані алгоритми для оптимізації рішень у реальному часі.

- **Моніторинг і аналітика.** Безпілотні роботизовані комплекси можуть не тільки гасити пожежі, але й забезпечувати реальний моніторинговий стан через вбудовані камери, тепловізори і сенсори диму, що дозволяє краще планувати тактику гасіння.

- **Мобільність і гнучкість використання.** Роботи можна адаптувати під різні завдання: від гасіння лісових пожеж до ліквідації загорянь на об'єктах критичної інфраструктури (таких як АЕС та хімзаводів). Мобільність системи дає можливість ефективно реагувати в різних ситуаціях.

Сучасні роботи для пожежогасіння оснащені системами відеомоніторингу, тепловізорами, потужними прожекторами, тросовими лебідками та системами подачі вогнегасних речовин. Вони можуть пересуватися по складній місцевості та долати перешкоди, що робить їх незамінними в умовах масштабних пожеж.

Таблиця 1 – Сучасні роботи для пожежогасіння

Модель	Colossus (Франція, Shark Robotics)	Thermite RS3 (США, Howe & Howe Technologies)	THeMIS (Німеччина, Milrem Robotics)	Пожежний дрон Firebird (Японія, Mitsubishi)
Застосування	Робот для пожежогасіння, використаний пожежними службами.	Робот для гасіння пожежі в складних умовах, таких як промислові	Модульна платформа для різних завдань, включаючи пожежогасіння у	Безпілотний дрон для моніторингу та гасіння пожеж у лісах та

		об'єкти та міське середовище.	важкодоступних місцях.	важкодоступних місцевостях.
Розміри	1,6 м x 0,78 м x 0,95 м	2850 мм x 1420 мм x 1300 мм	2,4 м x 2 м x 1,1 м	3,5 м в діаметрі
Маса	500 кг	1588 кг	1630 кг	150 кг
Швидкість	До 3,5 км/год	До 13 км/год	До 20 км/год	До 150 км/год
Дальність дії:	До 1000 метрів (дистанційне керування)	До 365 метрів (дистанційне керування)	До 1000 метрів	До 10 км (автономний політ)
Тривалість роботи	До 12 годин автономної роботи	До 20 годин	До 15 годин автономної роботи	30-60 хвилин (залежно від навантаження)
Тягова здатність	2 тонни	5 тонн	1 тонна	
Система гасіння	Водяний монітор з продуктивністю до 3000 літрів на хвилину	Водяний монітор з продуктивністю до 9500 літрів на хвилину	Модульна система для доставки води або хімічних засобів (залежить від конфігурації).	Аерозольні модулі або модулі з водою, здатні доставляти до 10 літрів рідини або 20 кг вогнегасильного порошку.
Додаткове обладнання	Камери (оптичні, тепловізійні), датчики диму та температури, система дистанційного керування.	Теплові камери, оптичні сенсори, димові датчики	Камери, тепловізори, автономна навігація.	Відеокамери, тепловізори, системи визначення вогнищ пожежі.

Пожежа у Соборі Нотр-Дам Париж. Вогонь поширювався через дерев'яні конструкції на даху і загрожував повним знищенням історичної споруди. Colossus був використаний для боротьби з вогнем у центральному соборі. Через високу температуру та ризик обвалу даху пожежники не могли безпечно працювати в цих умовах. Робот взяв на себе основні функції з подачі води та зниження температури в осередках вогню, дозволяючи зберегти всю конструкцію конструкції.



**Рисунок 2 – Використання французького робота Colossus під час гасіння в Соборі Нотр-Дам, Париж, Франція.**

У жовтні 2020 року сталася велика пожежа на промисловому складі в Лос-Анджелесі, де зберігалися хімічні речовини та матеріали, які підвищили небезпеку вибуху. Thermite RS3 використовувався для того, щоб працювати в умовах сильного задимлення та високої температури. Робот виконував функції дистанційного гасіння пожежі на складі, дозволяючи знизити ризик для пожежників, які не могли працювати в цих умовах через токсичні випари. У результаті пожежі взяти під контроль без втрат серед рятувальників.

2021 рік, Німеччина. На одному з військових складів Німеччини сталася пожежа, яка стала загрозою через можливість вибуху боєприпасів. Вогонь швидко поширювався, і будь-яка спроба його ліквідувати вручну була занадто небезпечною. Робот THEMIS використовується для дистанційного гасіння пожежі та евакуації небезпечних об'єктів зони загоряння. Завдяки своїй автономності та стійкості до високих температур, робота допомагає локалізувати пожежу без необхідності втручання людей у небезпечну зону.

Лісова пожежа в префектурі Хоккайдо, 2019 рік. Лісові пожежі в Японії залишаються серйозною проблемою через швидкість їх поширення та важкодоступність місць виникнення. Firebird використовувався для моніторингу з повітря та локального гасіння осередків пожежі в лісовій зоні. Завдяки використанню дронів було швидко ідентифіковано осередки загоряння та скеровано ресурси на їх гасіння. Це допомогло зменшити масштаби пожежі та запобігти її подальшому поширенню.

Інцидент на хімічному заводі у Техасі, 2022 рік. На одному з хімічних заводів в Техасі сталася пожежа, яка була спричинена вибухом в одному з цехів. Через загрозу нових вибухів та високу концентрацію токсичних речовин доступ людей на місце був неможливий. Elios 3 використовувався для інспекції внутрішньої частини заводу, що дало можливість оцінити рівень пошкоджень і знайти нові загоряння. Безпілотник також передавав відеозображення у режимі реального часу, дозволяючи команді приймати рішення про тактику гасіння пожежі на основі точних даних.

Розвиток технологій та інтеграція штучного інтелекту відкривають нові можливості для вдосконалення роботизованих систем. У майбутньому роботи можуть стати ще більш автономними та ефективними, що дозволить значно підвищити рівень безпеки та ефективності гасіння пожеж. Використання роботів у пожежогасінні має значні переваги, включаючи підвищення безпеки, ефективності та економічної вигоди. Подальший розвиток технологій відкриває нові перспективи для вдосконалення цих систем та їх широкого впровадження у сфері безпеки.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Розпорядження Кабінету міністрів України від 25.01.2017 №61-р «Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій».

2. Panchenko, S., Bychenko, A., & Nizhnyk, V. (2024). Experimental study of water spreading parameters when extinguishing fires using aircraft sprinklers.

Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(10 (127), 64–73.  
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298916>.

3. Roldán-Gómez, J.J.; González-Gironde, E.; Barrientos, A. A Survey on Robotic Technologies for Forest Firefighting: Applying Drone Swarms to Improve Firefighters' Efficiency and Safety. Appl. Sci. 2021, 11, 363.  
<https://doi.org/10.3390/app11010363>

4. [Електронний ресурс]: [Інтернет-портал]. – Електронні дані. – [Використання роботизованої техніки - оптимальне рішення для безпеки фахівців пожежних підрозділів]. – Режим доступу: <https://www.unian.ua/society/vikoristannya-robotizovanoji-tehnikioptimalne-rishennya-dlya-bezpeki-fahivciv-pozhezhnih-pidrozdiliv-andriy-zaliskiy-12455592.html>.

5. [Електронний ресурс]: [Інтернет-портал]. – Електронні дані. – [Методичні рекомендації щодо застосування тактичних роботів пожежогасіння]. – Режим доступу: <https://kyiv.dsns.gov.ua/upload/2/1/4/4/0/5/6/metod-rekom-shhodo-zastosuvannia-takticnix-robotiv-pozezogasinnia.pdf>.

## **УДК 629.02**

### **ЩОДО ВИРІШЕННЯ РЯДУ ТЕХНІЧНИХ ПИТАНЬ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТАКТИЧНИХ РОБОТІВ MAGIRUS WOLF R1 ТА ALPHA WOLF R1**

*М. Б. Григор'ян кандидат технічних наук, доцент, М. О. КРОПИВА  
кандидат технічних наук, Д. С. ФЕДОРЕНКО кандидат історичних наук,  
О. В. ГОНЧАРУК Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв  
Чорнобиля НУЦЗ України*

Під час експлуатації Magirus Wolf R1 та Alpha Wolf R1, які є на озброєнні в підрозділах ДСНС України, виникали проблемні питання стосовно організації транспортування до місця виникнення надзвичайної ситуації в яких відсутні Magirus TacticNet, а саме:

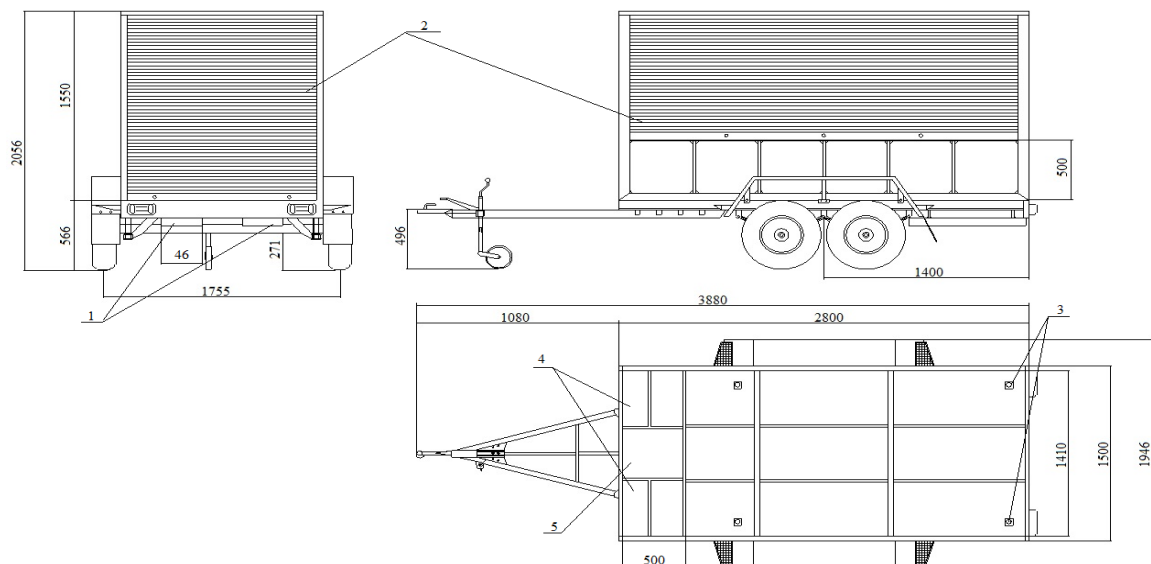
- заїзд та виїзд тактичного робота пожежогасіння на автомобільний причіп здійснюється найчастіше під великим кутом встановленої платформи, по якій робот пересувається на автомобільний причіп, що значно ускладнює процес завантаження його на платформу;
- під час руху тактичний робот пожежогасіння займає нестійке положення в просторі автомобільного причепа, що може становити загрозу ушкодження та виведення з ладу певних опцій робота;
- ширина автомобільного причепа більша на 200 мм за ширину тактичного робота пожежогасіння, яка не дозволяє здійснювати певні налагоджувальні роботи та не надає достатнього доступу до нього;
- не передбачено місце для зарядної станції для тактичного робота

пожежогасіння та відсутність зарядного пристрою для мобільного пульта керування та планшета.

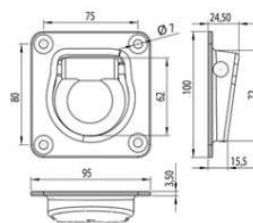
Вирішення ряду технічних питань існуючих засобів для перевезення та пристосування їх до безпечного та ефективного транспортування повинно здійснюватися відповідно до цих методичних рекомендацій.

Транспортування тактичного робота пожежогасіння здійснюється за допомогою пристосованого причепа (рис. 1), який забезпечує заїзд та виїзд тактичного робота пожежогасіння за допомогою алюмінієвих пандусів (рис. 2, а) довжиною 2-2,5 м та максимальною масою вантажу (тактичного робота пожежогасіння) 2000 кг.

Для стійкого положення під час транспортування використовуються різні кільця кріплення вантажу (рис. 2, б), які витримують навантаження 1000 кг, та ремені стяжні кільцеві. Для доступу до тактичного робота пожежогасіння та пожежно-технічного обладнання борти причепа виготовляються з ролетів, що забезпечують безперешкодний доступ.



**Рисунок 1. Причіп для транспортування тактичного робота пожежогасіння: 1 – пенали для зберігання та транспортування алюмінієвих пандусів (розміром 2500x400x100 мм); 2 – ролети; 3 – врізні кільця кріплення вантажу (рис. 2, б); 4 – відсік для транспортування пожежних рукавів та перехідних головок (розміром 1410x500x500 мм), 5 – місце розташування кейсу.**



а) б)

**Рисунок 2. Комплектація до причепа для транспортування тактичних роботів пожежогасіння: а) алюмінієві пандуси; б) врізні кільця кріплення вантажу.**

Зарядний пристрій , мобільний пульт керування та планшет слід транспортувати в спеціальному кейсі (рис. 3) розмірами (300x300x450 мм).



**Рисунок 3 – Кейс для транспортування зарядного пристрою, мобільного пульта керування та планшета.**

Після гасіння пожежі або виконання спеціальних робіт тактичним роботом пожежогасіння потрібно поставити перевірити рівень заряду акумуляторної батареї та поставити її на заряд, перевірити справність та наявність всієї комплектації. Промити чистою водою систему водометного ствола від будь яких забруднень, залишків піни і таке інше. Здійснити очищення від бруду, сміття та частин дрібних конструкційних деталей , які могли застрягти в гусеничному тралі, попередньо знявши захисні пластини з бокових сторін гусеничного тралу.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Розпорядження Кабінету міністрів України від 25.01.2017 №61-р «Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій».
2. [Електронний ресурс]: [Інтернет-портал]. – Електронні дані. – [Wolf R1 The Alpha Wolf as a tactical response robot for the fire brigade.]. – Режим доступу: <https://www.alpha-wolf.de/en/alpha-wolf-r1/#func-features>.
3. [Електронний ресурс]: [Інтернет-портал]. – Електронні дані. – [Magirus Wolf R1 - a new approach to mission support]. – Режим доступу: <https://www.magirusgroup.com/de/en/products/special-vehicles/wolf-r1/>.
4. Інструкція з експлуатації. Тактичний робот для місій Magirus Wolf R1. MAGIRUS WOLF R1, нім. REV. 02 Оригінальна інструкція з експлуатації квітень 2022.



## ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОЗРОБЦІ НОВІТНІХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ

*Наталія ЗОБЕНКО, канд. техн. наук, курсант Юрій ГРИНЬКО  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ  
України*

Наразі впровадження штучного інтелекту (ШІ) відбувається на стрімкому рівні у різних сферах діяльності. ШІ є цілим розділом інформатики, який зосереджений на моделюванні когнітивних функцій людського мозку за допомогою комп'ютерної техніки. Цей напрямок технологій розвивається протягом останніх десятиліть, і його вплив на сучасне суспільство та економіку надзвичайно великий.

Впровадження штучного інтелекту дійсно перетворює багато аспектів нашого життя. Завдяки таким технологіям, як машинне навчання та обробка природної мови, ми можемо автоматизувати рутинні завдання, що дозволяє зекономити час і ресурси.

У медицині ШІ допомагає швидше і точніше ставити діагнози, а в фінансах аналізувати великі обсяги даних для виявлення трендів. У транспорті безпілотні автомобілі використовують алгоритми для безпечного пересування, а в освіті — адаптивні системи навчання підбирають матеріал відповідно до потреб учнів.

Ці технології не лише підвищують продуктивність, а й покращують якість послуг і товарів, роблячи їх більш доступними і ефективними. У майбутньому ми можемо очікувати, що вплив ШІ на суспільство буде зростати, змінюючи способи роботи, навчання та взаємодії людей. Важливо також зберігати баланс між інноваціями і етичними аспектами використання ШІ.

Так, однією з ключових переваг використання штучного інтелекту є можливість нівелювати людський чинник у процесах прийняття рішень і виконання рутинних операцій [1].

Не оминає застосування ШІ і сферу розробки новітньої техніки для проведення аварійно-рятувальних робіт. Постійний розвиток сучасних технологій, розробка нових видів матеріалів та дослідження в галузі медицини дозволяють залучати ШІ для розробки новітніх засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників [2].

Для прикладу, при запиті в розробці новітніх засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників з врахуванням фізіологічних властивостей людини, сучасних тенденцій розвитку технологій та засобів індивідуального захисту органів дихання, а також безпеки для людини непридатного для дихання середовища ШІ видає наступний результат.

Розробка новітніх засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників має бути комплексним підходом, що враховує фізіологічні потреби та можливості людини, сучасні тенденції в технологіях та небезпеку непридатного для дихання середовища. Ось кілька ключових аспектів, які варто врахувати:

- ефективність фільтрації і вентиляція: Засоби захисту повинні мати високу ефективність фільтрації для усунення шкідливих аерозолів, газів та інших шкідливих речовин з повітря. Вони також повинні забезпечувати достатню вентиляцію, щоб уникнути перегріву та перенапруження дихальної системи.

- маневреність і комфорт: Засоби захисту повинні бути легкими, комфортними для носіння та забезпечувати достатню маневреність для роботи в обмежених умовах, таких як завалені будівлі або труднодоступні місця.

- технологічні інновації: Використання передових матеріалів, таких як нанотехнології для підвищення ефективності фільтрації та зниження ваги засобів захисту. Також можливе використання сенсорів та зв'язку для моніторингу стану носія та навколишнього середовища.

- гнучкість у використанні: Засоби захисту повинні бути гнучкими у використанні та легко адаптуватися до різних ситуацій та типів небезпеки.

- тривалість захисту та легкість обслуговування: Важливо, щоб засоби захисту забезпечували достатній час захисту у небезпечних умовах та були легкими у технічному обслуговуванні та заміні фільтрів або батарей.

- ергономіка та дизайн: Засоби захисту повинні мати ергономічний дизайн, щоб забезпечити максимальний комфорт для носія та забезпечити правильне прилягання до обличчя.

- освітлення та індикація: Вбудовані світлодіодні системи для підвищення видимості та сприяння комунікації між членами рятувальної команди.

Розробка нових засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників повинна ґрунтуватися на глибокому розумінні потреб користувачів, фізіології дихальної системи, а також найновіших досягнень у сфері матеріалознавства та технологій [3].

Таким чином, вивчивши результати запитів до ШІ щодо опису та розробки новітніх засобів індивідуального захисту органів дихання для рятувальників, можна стверджувати, що залучення штучного інтелекту значно спростить і прискорить цей процес. Одна з ключових переваг використання ШІ полягає в мінімізації людського чинника в прийнятті рішень та виконанні рутинних операцій, що дозволяє обробляти великі обсяги даних і виділяти з них важливу інформацію. Це сприяє ухваленню кращих та обґрунтованих рішень на основі фактичних даних, а не лише інтуїції або досвіду. Додатково, ШІ мінімізує ризик помилок, оскільки не піддається впливу емоцій або втоми, а здатен працювати безперервно та точно.

Це особливо важливо в умовах, коли людський фактор може призвести до втрати концентрації. Використання повного потенціалу великих даних також дає змогу ШІ аналізувати та враховувати всю наявну інформацію, включно з

тими даними, що можуть бути недоступними або складними для обробки людиною.

Ці переваги допоможуть підвищувати продуктивність, зменшувати витрати та ризики в різних сферах діяльності. Вивільнений час та ресурси можуть бути спрямовані на вирішення більш важливих завдань, таких як розробка стратегій та інновацій, що сприяє загальному розвитку служби цивільного захисту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Технології добродесного використання штучного інтелекту у сфері освіти та науки. URL: [https://cuesc.org.ua/images/informlist/Maket\\_advanced\\_training\\_PSAU.pdf](https://cuesc.org.ua/images/informlist/Maket_advanced_training_PSAU.pdf) (дата звернення: 23.03.2024).

2. ChatGPT 3.5. URL: <https://chat.openai.com/> (дата звернення: 24.03.2024).

3. Штучний інтелект: цифрове майбутнє доступне кожному. URL: <https://voll.com.ua/uk/blog/shtuchnij-intelekt-cifrove-majbutnye-dostupne-kozhnomu> (дата звернення: 22.03.2024).

УДК 614.842

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНОЮ ГОТОВНІСТЮ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

*А.Я.Калиновський, Б.І.Кривошей, к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Готовність пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП) [1] до виконання завдань безпосередньо залежить не тільки від наявності підготовленого особового складу, а й від їхньої забезпеченості всіма видами необхідних матеріально-технічних ресурсів, станом пожежної та аварійно-рятувальної техніки, що визначає їхню технічну готовність. Заходи щодо забезпечення підрозділів пожежними автомобілями та підтримки техніки у стані, який забезпечує готовність до застосування, проводяться посадовими особами в рамках технічного забезпечення, що є частиною системи матеріально-технічного забезпечення. Таким чином, актуальність тематики обумовлена необхідністю аналізу існуючих та запровадження нових моделей та алгоритмів управління технічною готовністю підрозділів ОРСЦЗ територіальних органів та підрозділів ДСНС України, які враховують сучасну ситуацію.

Матеріально-технічне забезпечення системи ДСНС є комплексом заходів з оснащення та забезпечення обладнанням, спеціалізованою та спеціальною технікою, паливом і мастильними матеріалами, продовольством, речовим та іншим майном, технічними засобами служби тилу, підтримці оснащення та забезпечення обладнанням, спеціалізованою та спеціальною технікою, запасів матеріальних засобів і технічних засобів служб тилу в стані, що забезпечує постійну готовність підрозділів ОРСЦЗ ДСНС до виконання завдань за призначенням.

З початку здійснення збройної агресії рф забезпечення підрозділів здійснювалось шляхом перерозподілу наявних запасів матеріальних цінностей та залученням резервів держави. Дані керівні рішення було реалізовано у вигляді наказів Голови служби з адміністративно-господарських питань.

Інформацію про кількість знищених, пошкоджених, захоплених будівель, пожежних та аварійно-рятувальних автомобілів було організовано через чергові служби головних управлінь Департаментом реагування на надзвичайні ситуації та отримана інформація уточнювалась з фахівцями матеріально-технічного забезпечення головних управлінь відповідного напрямку.

Керівниками підрозділів на місцях для збереження майна в умовах бойових дій приймалися усі можливі рішення, у тому числі щодо вивозу майна на підконтрольну територію (за можливістю), розосередження техніки під час обстрілів тощо.

У порівнянні з довоєнним періодом відбулись певні зміни у функціонуванні підрозділів ресурсного забезпечення територіальних підрозділів та підрозділів центрального підпорядкування ДСНС. Найсуттєвіші зміни відчули на собі підрозділи областей, розташованих в зоні бойових дій. Внаслідок бойових дій виникли проблеми щодо обліку матеріальних цінностей, які залишились на окупованих територіях, використання, знищення та викрадення цього майна окупаційними військами. Облік комунальних послуг на окупованих територіях та відслідковування використання комунальних послуг військами країни-агресора не може бути здійсненим.

У роботі [2] вказувалося, з метою оцінки готовності територіальних органів, можна застосовувати такі показники ефективності:

- стан техніки, що описується коефіцієнтом технічної готовності (КТГ);
- забезпеченість технікою;
- виконання плану технічного обслуговування та ремонту.

При цьому, як встановлено в ході дослідження, дані показники мають ряд недоліків, а саме:

1. При розрахунку КТГ до спискової кількості зразків включаються зразки, що не передбачені табелем належності територіальних органів і підлягають вивільненню (передачі, вилученню тощо). Надмірні зразки відповідно до [3 - 6] не можуть використовуватися підрозділами, відповідно не можуть впливати на технічну готовність підрозділів.

2. У планах МТЗ забезпеченість (Заб) визначається як відношення кількості наявної (за списком) у підрозділах ДСНС ПАРТ до її кількості, що відповідає нормативній потребі ННП, та визначається за формулою

$$Заб = \frac{N_{cn}}{N_{нп}}, \quad (1)$$

Показник 100% забезпеченості підрозділів досягається за рахунок доукомплектування зразками, яких бракує, і прийняття рішення за зразками, яких надмірна кількість. При цьому в загальній кількості ПАРТ ( $N_{НП}$ ) «крім справних враховуються також зразки надлишкові (понад кількості, передбаченої нормами забезпеченості), несправні, непридатні для подальшого

використання» [7]. Отже, можна зробити висновок, що формула (1) «не відображає фактичний стан забезпеченості підрозділів реально використовуваними зразками» [7] ПАРТ.

Організація технічного обслуговування та ремонту техніки відображає виключно виконання плану проведення технічних обслуговувань та ремонту, не відображаючи їх вплив на технічну готовність підрозділу.

Разом з тим для оцінки технічної готовності пожежно-рятувальних підрозділів пропонується використання уточнених показників, що дозволяють зробити висновок про необхідність втручання вищого органу управління чи особи, що приймає рішення (ОПР).

Для підвищення об'єктивності при оцінці забезпеченості доцільно використовувати лише відомості про кількість ПАРТ, яка передбачена нормативами забезпечення підрозділів та за технічним станом придатна до подальшої експлуатації, відновлення якої не потребує значних фінансових витрат, порівнянних із вартістю нового зразка, наприклад, витрат за капітальний ремонт [7].

При цьому, як показує аналіз, обсяг фінансових коштів, що виділяються на забезпечення ПАРТ недостатній для повного покриття потреби, у зв'язку з чим при розрахунках забезпеченості необхідно виходити з двох параметрів: забезпеченості розрахункової ( $Zab_{розр}$ ) і забезпеченості мінімальної ( $Zab_{min}$ ).

Таким чином, для оцінки технічної готовності пожежно-рятувальних підрозділів пропонується використання таких показників, як:

- розрахункова забезпеченість ( $Zab_{розр}$ ) і КТГ, що оперують кількістю ПАРТ, передбаченої табелем оснащеності та іншими нормативними документами, що регламентують створення резервів техніки і т. д. Розрахункова забезпеченість дозволяє зробити висновок про загальний обсяг потрібних фінансових коштів на доукомплектування підрозділів, при цьому КТГ дозволяє зробити висновок про потенційну можливість виконувати завдання щодо наявності справної ПАРТ;

- мінімальна забезпеченість ( $Zab_{min}$ ), яка оперує кількістю ПАРТ, передбаченої виключно табелем оналежності (нормами забезпечення). Значення мінімальної забезпеченості дозволяє зробити висновок про готовність до виконання завдань щодо наявності ПАРТ.

В даному випадку технічна готовність пожежно-рятувальних підрозділів територіального органу до виконання завдань за призначенням описуватиметься як функція ТГ ( $Zab_{розр}$ ,  $Zab_{min}$ , КТГ).

Крім того, в ході дослідження встановлено, що при формуванні плану МТЗ немає спадкування результатів отриманих на попередньому рівні розрахунків - розрахунки забезпеченості на кожному рівні управління проводяться заново. При цьому наявність у деяких пожежно-рятувальних підрозділах надмірної ПАРТ призводить до спотворення загального результату розрахунків.

Підходи до розрахунку забезпеченості з урахуванням застосування методів загальної статистики досліджувалися у роботі [7].

Оцінку розрахункової забезпеченості ( $Zаб_{kрозр}$ ), мінімальної забезпеченості ( $Zаб_{kmsn}$ ) та готовності парку ( $ГП_k$ ) на прикладі  $k$ -ого виду пожежних автомобілів для окремого підрозділу, пропонується проводити за формулами (2)-(4):

$$Zаб_{kрозр} = \frac{N_{k \text{ факт.розр.}}}{N_{k \text{ нп}}}, \quad (2)$$

де  $N_{k \text{ факт.розр.}}$  - фактична кількість наявних у підрозділі пожежників автомобілів  $k$ -го виду;  $N_{k \text{ нп}}$  - кількість пожежних автомобілів  $k$ -го виду, передбачених табелем оснащення з урахуванням створення резерву.

$$Zаб_{k \text{ min}} = \frac{N_{k \text{ факт.min}}}{N_{k \text{ НП таб.}}}, \quad (3)$$

де  $N_{k \text{ факт.min}}$  - фактична кількість наявних у підрозділі пожежних автомобілів  $k$ -го виду, що входять до складу караулу (без урахування пожежних автомобілів, що знаходяться в резерві);  $N_{k \text{ НП таб.}}$  - кількість пожежних автомобілів  $k$ -го виду, згідно з табелем оснащення без урахування пожежних автомобілів, що входять до резерву.

$$КТГ_k = \frac{N_{k \text{ спр.}}}{N_{k \text{ стис}}}, \quad (4)$$

де  $N_{k \text{ спр.}}$  - фактична кількість справних (працездатних) наявних у підрозділі пожежних автомобілів  $k$ -го виду;  $N_{k \text{ стис}}$  - загальна кількість наявних у підрозділі пожежних автомобілів  $k$ -го виду.

Найбільш суттєвими факторами, які негативно впливають на управління технічним забезпеченням, є фактори, пов'язані з відсутністю єдиної номенклатури мобільних технічних засобів, відсутністю єдиного підходу до розрахунку забезпеченості, дублюванням інформації, відсутністю зв'язку з практичною діяльністю, а також розрахунком норм забезпечення.

Нами розглянуто питання управління технічною готовністю пожежно-рятувальних підрозділів територіального органу. Запропоновано показники технічної готовності пожежно-рятувальних підрозділів, що визначають технічну готовність територіального органу загалом. Описано технічну готовність територіального органу як функцію, яка залежить від розроблених показників.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Затверджено наказом МВС України № 340 від 26.04.2018 р.

2. РУДАКОВ С.В.; СЕНЬКО В. Дослідження алгоритмів управління технічної готовності пожежно-рятувальних підрозділів. Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2023. С. 128 – 129.

3. Настанова № 432 27.06.2013р. з експлуатації транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України.

4. МВСУ НАКАЗ 26.04.2018 м. Київ N 340 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 липня 2018 р. за N 801/32253 «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».

5. Наказ ДСНС України 29.05.2013 р. № 358 «НОРМИ табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних матеріалів підрозділів ДСНС України».

6. МВСУ НАКАЗ 06.02.2020 № 99 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 03 березня 2020 р. за № 232/34515 «Про затвердження Положення про визначення та застосування спеціальних транспортних засобів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту.»

7. ЄЛІСЄЄВ, В. Н.; ПОПОВ, Л.В. Показники залежності ефективності функціонування підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту від забезпеченості матеріальними резервами. Науковий збірник Інституту державного управління у сфері цивільного захисту, 2013, 1: 42-44.

**УДК 614.842**

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОЖЕЖНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

*А.Я. Калиновський, к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

*Б.І. Кривошей, к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Безпека та якість життя нашого суспільства значною мірою залежить від здатності належним чином керувати транспортом Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС). Завдяки сучасним технічним рішенням оператори завжди знатимуть поточне місцезнаходження та статус будь-яких транспортних засобів, включаючи оперативні та господарські транспортні засоби (ТЗ). За допомогою сучасних технологій відстеження можна ефективно забезпечити своєчасне реагування на непередбачені ситуації та ефективно виконання планових операцій.

У разі пожежі, час реагування має ключове значення. Щоб особовий склад оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОРСЦЗ) був спроможний вчасно відреагувати – пожежна, спеціальна та аварійно-рятувальна техніка [1] має бути завжди готова до роботи. Оскільки передбачається, що більшість ТЗ ОРСЦЗ працюватимуть десятиліттями, їхнє технічне обслуговування має вирішальне значення. На сучасному етапі розвитку техніки та технологій існує рішення, яке дозволяє підтримувати автопарк у робочому стані, при цьому заощаджуючи витрати.

Середній термін служби пожежної, спеціальної та аварійно-рятувальної техніки може сягати 20 років. У деяких випадках він може досягати 25 років як

резервний ТЗ [1] до того, як він буде списаний. Часу для того, щоб щось вийшло з ладу, достатньо, особливо для автомобілів, що перебувають у другій половині терміну служби. Витрати на ремонт завжди перевищують витрати на технічне обслуговування. Це є особливо актуальним для аварійних служб, оскільки вони фінансуються з державного бюджету.

Відмінності у типах транспортних засобів ускладнюють відстеження графіків технічного обслуговування вручну. Це пов'язано з тим, що машини можуть більше часу простоювати на місці надзвичайної ситуації, ніж у дорозі, і навпаки. Спеціальне обладнання спеціальних аварійно-рятувальних машин, (аварійно-рятувальної техніки), такі як пожежні насоси та гідравлічні компоненти конструкції, оперативних ТЗ також потребують регулярного обслуговування, як і обладнання базових шасі. Існують десятки різних видів аварійно-рятувальної техніки для різних потреб: для роботи в місті, для роботи в аеропорту, сільських, пожежних автоцистерн, рятувальних човнів і так далі. У великих містах з висотними будівлями потрібні пожежні автодрабини та автопідіймачі, а в маленьких містах і сільській місцевості потрібні потужніші насоси та ТЗ з кращою прохідністю, щоб справлятися з лісовими пожежами.

Іншою серйозною проблемою є аварії за участю автомобілів екстреного реагування. Згідно з недавнім дослідженням, потенціал ризику смертельних аварій збільшується, коли автомобілі екстрених служб працюють із пробісковими маячками та звуковими сигналами. Існують різні причини таких аварій, пов'язані з людським фактором, наприклад синдром сирени, коли водій автомобіля екстреного реагування обманюється помилковим почуттям невразливості за допомогою попереджувальних сигналів і звукових сигналів. Для зниження ризику таких аварій потрібні точні дані для оцінки та аналізу їх причин.

Насамперед важливо забезпечити експлуатаційну готовність пожежних транспортних засобів та їх компонентів. Регулярний сервіс та технічне обслуговування, особливо для старих автомобілів, мають ключове значення. Для вирішення цієї проблеми можна використовувати автомобільний GPS-трекер, бажано із сертифікацією IP67. Значна кількість моделей GPS-трекерів мають підтримку даних CAN-шини, завдяки чому ці моделі може зчитувати більшість параметрів автомобіля та повідомляти інженерів про необхідність технічного обслуговування, а підрозділи, які організують експлуатацію ТЗ – про появу будь-яких попереджувальних сигналів.

Запропоноване рішення також дозволяє, підрозділам, які організують експлуатацію ТЗ (менеджерам автопарків), своєчасно отримувати автоматичні сповіщення про необхідність технічного обслуговування різних частин транспортних засобів. Це заощаджує години роботи, знижує витрати та виключає людський фактор. Завдяки автоматичному технічному обслуговуванню та повідомленням про обслуговування, автомобілі у парку ОРСЦЗ ДСНС завжди будуть готові до роботи. Справа в тому, що автомобілі, які регулярно обслуговуються, служать довше.



Адаптер сканує параметри автомобіля, а трекер відправляє дані через мережу 4G LTE Cat 1 (CAT1 це категорія LTE UE, розроблена спеціально для додатків «машина-машина» (M2M) та IoT). Дані включають положення GNSS (супутникова система навігації (англ. GNSS — Global Navigation Satellite System) – комплексна електронно-технічна система, що складається з сукупності наземного та космічного обладнання та призначена для позиціонування в просторі (місцезнаходження в географічній системі координат) і в часі, а також визначення параметрів руху (швидкості, напрямку та ін.) для наземних, водних та повітряних об'єктів) і більше 80 параметрів, якщо вони потрібні. LTE трекер може бути встановлений на різних транспортних засобах, збираючи і передаючи дані, що вас цікавлять. Це дуже зручно, оскільки є різні типи протипожежних транспортних засобів. GPS-пристрої та аксесуари можна успішно об'єднати в єдину інтегровану систему та адаптувати до будь-якого телематичного проекту.

Трекер може мати кілька зручних функцій, що допомагають вирішити ще одну проблему – пряме реагування на події з автомобілями екстреної допомоги. Одна з них – функція виявлення аварій. Триосьовий акселерометр, встановлений у пристрої, точно визначає перевантаження (G-force), що впливає на автомобіль. Наприклад, у разі зіткнення або аварії поріг перевантаження перевищується, і трекер автоматично записує параметри акселерометра за 15 секунд та 15 секунд після події. Це допомагає точно визначити, що сталося, та швидше розібратися у ситуації.

Крім того, трекер може бути оснащений послідовним портом RS232, що дозволяє підключати зовнішні пристрої для допомоги водіям або контролю стилю водіння. Деякі рішення дозволяють одночасно спостерігати за обстановкою всередині автомобіля та за дорогою спереду.

Оскільки аварії за участю автомобілів екстреного реагування найчастіше відбуваються на жвавих міських вулицях, моніторинг водіїв може вплинути на синдром сирени та знизити ймовірність аварій. Камера, спрямована вперед, допомагає під час розгляду претензій страхових компаній, що може заощадити кошти для бюджетних організацій, таких як підрозділи ДСНС.

Для сільських районів та надзвичайних ситуацій, пов'язаних з лісовими пожежами, рух не є проблемою, тому порт RS232 можна використовувати для підключення навігаційної системи типу Garmin з віддаленим керуванням, щоб водій міг зосередитися на дорозі у складних дорожніх умовах, скорочуючи час реагування та підвищуючи ефективність, безпеку та дисципліну екіпажу.

Переваги використання трекерів:

- процедура профілактичного обслуговування – впевненість, що автомобілі добре обслуговуються та готові до використання за призначенням, що дозволяє економити експлуатаційні витрати та державний бюджет;
- ефективне керування автопарком – відстеження технічного обслуговування автомобілів стає автоматизованим процесом, а порушення зводяться до мінімуму;

- підвищення ефективності роботи автопарку – CAN-шина допомагає відстежувати та збирати відповідні параметри автомобіля, скорочуючи час та витрати на обслуговування автопарку;
- відмова від непотрібних витрат – повідомлення про поломки транспортних засобів, надання своєчасної допомоги, скорочуючи час простою та незапланований ремонт, а також заощаджуючи експлуатаційні витрати та бюджет;
- поліпшення стилю водіння – 3-осьовий акселерометр відстежує поведінку водія, знижуючи ризик синдрому сирени та дозволяючи реконструювати аварії у цифровому форматі;
- візуальні дані для доказу та аналізу – короткі відеоролики або фотографії подій на запит. Вони можуть бути надіслані на сервер для подальшої оцінки, докази, навчання водіїв та архіву.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Настанова № 432 27.06.2013р. з експлуатації транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України.

**УДК 614.8**

## ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЇ СПЕЦІАЛЬНИХ МАШИН РАДІАЦІЙНОГО І ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ

*Р.І. Коваленко, к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Небезпечні події та надзвичайні ситуації можуть бути пов'язаними з пожежами, вибухами, дорожньо-транспортними пригодами, а також викидами або розливами радіоактивних або небезпечних хімічних речовин та з іншими випадками. З метою реагування на події з викидами або розливами радіоактивних або небезпечних хімічних речовин підрозділи ДСНС забезпечені різними видами спеціальної техніки, зокрема, спеціальними машинами радіаційної і хімічної розвідки та спеціальними машинами радіаційного і хімічного захисту. Перша група машин призначена для доставки до місця події особового складу і спеціального устаткування і проведення радіаційної та хімічної розвідки. Друга група машин призначена для доставки особового складу і спеціального устаткування, а також згідно [1], для проведення дегазації, дезактивації, дезінфекції техніки, обладнання та ділянок місцевості, а також спеціальних робіт з локалізації (ліквідації) наслідків надзвичайних ситуацій радіаційного та хімічного характеру. В Україні деякі виробники спеціальної техніки випускають машини радіаційної і хімічної розвідки і водночас жоден із них не випускає машини радіаційного і хімічного захисту. Серед спеціальних машин радіаційного і хімічного захисту, які експлуатуються підрозділами ДСНС найбільш поширеними є авторозливні станції АРС-14, які випускалися ще в минулому столітті і на сьогодні не відповідають діючим

вимогам [1]. Через це трапляються випадки, коли відбувається переобладнання спеціальних або не спеціальних транспортних засобів в машини радіаційного і хімічного захисту, а потім ця техніка не зовсім відповідає вимогам діючих документів. Закордонних аналогів вказаної техніки існує небагато. Наприклад, це спеціальний автомобіль для проведення дезактивації DECON компанії Excalibur Army побудований на вантажному шасі Tatra Force (Чехія). Який має три резервуари загальною ємністю 2400 л, телескопічну платформу, плаваючий водяний насос і може забезпечувати подавання холодної або гарячої води під тиском, а також проведення дезактивації парою або рідкими розчинами або порошковими речовинами. Водночас комплектація спеціального устаткування цього автомобіля не відповідає вимогам наведеним в [1].

Таким чином, існує потреба у розробці технічних вимог щодо розробки спеціальних машин радіаційного і хімічного захисту з метою підвищення ефективності реагування підрозділів на ці загрози.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про визначення та застосування спеціальних транспортних засобів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту : Наказ МВС України від 06.02.2020 р. № 99. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0232-20#Text> (дата звернення: 07.09.2024).

**УДК 614.84 + 629.73**

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ДАЛЬНІСТЬ СИСТЕМ РАДІОЗВ'ЯЗКУ З БПЛА

*І.Г. Маладика, к.т.н., доцент, А.О. Биченко, к.т.н., доцент, М.О. Пустовіт, О.Є. Зенков, Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Дані, отримані з борту безпілотного літального апарату (далі - БПЛА), крім надання можливості аналізувати й оцінювати ситуацію, дозволятимуть приймати оперативні управлінські рішення. Завдяки цьому, аварійно рятувальні підрозділи в найкоротші терміни зможуть приймати заходи щодо попередження чи ліквідувати НС.

Найбільш зручним способом отримання фото- та відеоданих є спостереження в режимі реального часу, що передбачає передачу відеосигналу в різних форматах по радіоканалу. Обмеженням такого способу врешті-решт є значний об'єм інформації, що передається. Це зумовлює високі вимоги до систем прийому-передачі такої інформації та змушує виробників БПЛА йти на техніко-економічні компроміси.

Трансляція відео в режимі реального часу при проведенні розвідки з борту БПЛА ведеться до наземної станції управління (далі - НСУ) зазвичай в ультракороткохвильовому або надвисокочастотному діапазоні, особливістю

якого є знаходження літального апарату в зоні «прямої видимості» поширення радіохвиль в просторі. Гранична дальність проведення трансляції відео залежить від конкретних характеристик застосовуваних комплексів БпЛА, наприклад, на частотах 2,4 ГГц вона становить близько 10-15 км.

Первинним завданням будь-якої системи зв'язку є забезпечення необхідної дальності зв'язку. Проте дальність зв'язку в УКХ діапазоні обмежена властивостями радіохвиль огинати кривизну земної поверхні. Кривизна поверхні Землі не дозволяє здійснювати зв'язок за межі горизонту для УКХ діапазону.

Для БпЛА, що працює для забезпечення оперативних дій підрозділів ДСНС максимальна дальність відеопередачі є критичним параметром. Однак необхідно, щоб зв'язок не пропадав навіть на обмеженій відстані при поширенні в повітряному середовищі з водяною парою (туман, хмари), дощем, снігом та іншими перешкодами, які можуть послабити сигнал.

Залежно від робочої дальності польотів БпЛА, як антена НСУ використовуються або антени з великим коефіцієнтом спрямованої дії (КСД), або слабкоспрямовані антени. Для антен з великим КСД необхідне використання опорно-поворотного пристрою і системи стеження за БпЛА, так як ширина основної пелюстки діаграми спрямованості таких антен, як правило, менше 10°.

Дальність зв'язку в тому числі визначається таким параметром антени як коефіцієнт посилення, вимірюється в dBi. Коефіцієнт посилення є важливим параметром, тому що він враховує:

- здатність антени фокусувати енергію передавача у напрямку приймача порівняно з ізотропним випромінювачем (isotropic, звідси індекс i dBi);
- втрати в самій антені [1,2].

Для збільшення дальності зв'язку варто вибирати антени з максимально можливим значенням коефіцієнта посилення з тих, що підходять за масогабаритними параметрами та можливостями системи відеозв'язку.

При виборі частоти ліній відеозв'язку необхідно враховувати також ослаблення сигналу під час поширення у атмосфері Землі. Для ліній відеозв'язку НСУ-БпЛА ослаблення в атмосфері викликається газами, дощем, градом, снігом, туманом та хмарами [3]. Для робочих частот радіоліній менше 6 ГГц ослабленням у газах можна знехтувати. Найбільш сильне ослаблення спостерігається у дощах, особливо високої інтенсивності (зливах). У таблиці 1 наведено дані [1] щодо згасання [дБ/км] у дощах різної інтенсивності для частот 3-6 ГГц.

**Таблиця 1 - Ослаблення радіохвиль [дБ/км] у дощах різної інтенсивності залежно від частоти**

Рівень опадів	Частота, ГГц			
	3	4	5	6
3 мм/год (слабкий)	$0.3 \cdot 10^{-3}$	$0.3 \cdot 10^{-2}$	$0.8 \cdot 10^{-2}$	$1.4 \cdot 10^{-2}$

12 мм / год (помірний)	$1.4 \cdot 10^{-3}$	$1.4 \cdot 10^{-2}$	$3.7 \cdot 10^{-2}$	$7.1 \cdot 10^{-2}$
30 мм/год (сильний)	$3.6 \cdot 10^{-3}$	$3.7 \cdot 10^{-2}$	$10.6 \cdot 10^{-2}$	$21 \cdot 10^{-2}$
70 мм/година (злива)	$8.7 \cdot 10^{-3}$	$9.1 \cdot 10^{-2}$	$28 \cdot 10^{-2}$	$57 \cdot 10^{-2}$

Із табл. 1 можемо зробити висновок, що, наприклад, на частоті 3 ГГц ослаблення сигналу в зливі складе близько 0.0087 дБ/км, що на трасі 100 км дасть 0.87 дБ сумарного ослаблення. При підвищенні робочої частоти радіолінії ослаблення дощу різко зростає. Для частоти 4 ГГц ослаблення у зливі на цій же трасі складе вже 9.1 дБ, а на частотах 5 та 6 ГГц – 28 та 57 дБ відповідно. При використанні БПЛА в місцевостях, де часто є дощі високої інтенсивності, рекомендується вибрати робочу частоту радіолінії нижче значення 3 ГГц.

Таким чином, можна стверджувати, що наявність перешкод, зумовлених рельєфом місцевості, рослинністю, щільністю забудови, погодними умовами та джерелами електромагнітного випромінювання буде значно зменшувати дальність відеозв'язку в режимі реального часу. Тому, це зумовлює використання таких БПЛА лише для завдань точкового відеоспостереження або проведення інших робіт з невеликою дальністю польоту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. С.А. Balanis. Antenna theory. Analysis and design. Fourth edition. John Wiley & Sons. 2016.
2. Antenna gain. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Antenna\\_gain](https://en.wikipedia.org/wiki/Antenna_gain) (дата звернення: 12.01.2022 р.).

**УДК 614.841**

## ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКА ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ В ОБМЕЖЕНОМУ ПРОСТОРИ

*Юрій Панчишин, Львівський державний університет безпеки  
життєдіяльності*

Під час проведення монтажних, очисних, ремонтних, земляних робіт люди не завжди дотримуються належним чином Правил безпеки праці при виконанні робіт в обмеженому просторі, що в свою чергу призводить до їх травмування, а деколи навіть до летального випадку. Здебільшого, підрозділами ДСНС України проводяться аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи (далі - АРІНР) [1] в обмеженому просторі, а саме: в колодязях, димоходах, вузьких проходах, в тунелях. Також слід взяти до уваги, що АРІНР здійснюються у вертикальній площині, тобто методом спуску та підйому.

Небезпечні чинники при проведенні АРІНР у замкнутих просторах є:

- ✓ можливість накопичення газоподібних небезпечних хімічних речовин у великих концентраціях, вибухонебезпечних та отруйних газів, як наслідок - отруєння (втрата свідомості) тих, хто працює у таких замкнених просторах;
- ✓ загроза вибуху або пожежі;
- ✓ складність доступу рятувальників до постраждалих;
- ✓ обмежена кількість часу на проведення АРІНР;
- ✓ вірогідність зсувів (обвалів) ґрунту під час дій у земляних колодязях;
- ✓ різке підняття ґрунтових вод та зміщення кілець колодязів.

При виконанні АРІНР в обмеженому просторі (колодязях) особовий склад підрозділів ДСНС України застосовує систему поліспаг, тобто рятувальник, а якщо в колодязі виявлено концентрацію хімічно небезпечних речовин то відповідно газодимозахисник [2], який спускається в колодязь повністю залежить від рятувальників які здійснюють його спуск та підйом, як зображено на рис.1.



**Рисунок. 1 – Спуск та підйом рятувальника з колодязя.**

Таким чином пропонується при виконанні АРІНР в обмеженому просторі (колодязях) додатково застосовувати пожежну ручну штурмову драбину для непередбачуваних ситуацій на місці події. Відповідно, разом з тим підвищиться рівень безпечних умов праці для газодимозахисника, як зображено на рис. 2.



**Рис. 2. Застосування штурмової драбини під час спуску та підйому рятувальника з колодязя (кабельний тунель)**

А також, слід взяти до уваги, що довжина штурмової драбини 4,11м [3], а висота середньо статистичного бетонного кільця 0,9м [4]. Відповідно, можна здійснити розрахунок, що 4,11м = 4,5 бетонних кілець.

Отже, під час проведення рятувальної операції можливо візуально здійснити розрахунок, щодо глибини на якій знаходиться потерпілий, а також використовуючи штурмову драбину рятувальник має додатковий рівень безпечних умов праці в обмеженому просторі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0801-18>

2. Наказ МВС України № 780 від 25.09.2023р. «Про затвердження порядку організації роботи органів управління та підрозділів, закладів освіти системи ДСНС під час підготовки особового складу, гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та інших небезпечних подій в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження».

3. Режим доступу: <https://nais.com.ua/ua/product/lestnitsa-shturmovka-lsh/>

4. Режим доступу: <https://331.com.ua/ua/zhelezobetonnye-izdeliya/kanalizacionnye-kol-ca/kanalizacionnoe-kol-co-ks-15-9>

## УДК 621.3

### АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ, ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ДСНС УКРАЇНИ

*Роман РУБАН, курсант, Василь РОТАР, к.пед.н., доцент, доцент кафедри техніки та засобів цивільного захисту Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В умовах сучасних викликів, зокрема воєнного конфлікту в Україні, питання модернізації пожежної та аварійно-рятувальної техніки набувають критичної важливості. Мета проаналізувати ключові аспекти, які стосуються створення, переобладнання та ефективного використання технічних засобів, а також засобів цивільного захисту в умовах воєнного стану.

У зв'язку з новими викликами, Державна служба з надзвичайних ситуацій України потребує оновлення технічного оснащення. Пожежна та аварійно-рятувальна техніка повинна відповідати сучасним вимогам щодо швидкості реагування, маневреності та надійності. Переобладнання старих моделей техніки з урахуванням новітніх технологій, таких як автоматизовані системи

управління та зв'язку, є необхідним кроком для забезпечення ефективності рятувальних операцій. Техніка повинна бути розроблена з урахуванням умов, в яких вона буде використовуватися. Легка і компактна техніка дозволяє швидко переміщатися у важкодоступні райони, що є критично важливим під час рятувальних операцій. Зручні системи управління та адаптація під різні сценарії використання також є важливими аспектами.

Пожежна та рятувальна техніка повинна бути сумісною з існуючими системами та пристроями, щоб забезпечити ефективну координацію між різними службами. Інтеграція різних типів техніки дозволяє оптимізувати процеси реагування та підвищує загальну готовність.

Впровадження інноваційних технологій, таких як дрони для моніторингу і оцінки ситуацій, системи GPS-навігації та автоматизовані платформи для управління ресурсами, дозволяє значно підвищити оперативність дій рятувальних підрозділів. Ці технології забезпечують можливість швидкої оцінки обстановки, що є критично важливим в умовах обмеженого часу та ресурсів.

Забезпечення рятувальників сучасними засобами індивідуального захисту органів дихання є ще одним важливим аспектом. У зв'язку з ризиками, пов'язаними з виконанням завдань у небезпечних умовах, рятувальники повинні мати доступ до високоякісних костюмів, касок, дихальних апаратів та інших засобів захисту. Інвестиції в розробку та впровадження нових стандартів для засобів індивідуального захисту можуть суттєво підвищити безпеку особового складу.

Важливими аспектами модернізації є також фінансування та підготовка кадрів. Без достатніх ресурсів неможливо здійснити закупівлю нової техніки або провести її модернізацію. Важливо забезпечити систематичне навчання рятувальників, яке включає не лише технічні навички, а й психологічну підготовку до роботи в умовах стресу.

З огляду на вищезазначене, ефективне створення, переобладнання та використання пожежної та аварійно-рятувальної техніки, а також засобів індивідуального захисту є необхідними умовами для забезпечення високого рівня готовності рятувальних підрозділів в Україні. Адаптація до нових викликів через інноваційні технології, належне фінансування та підготовка кадрів — ключові чинники, які можуть суттєво підвищити ефективність реагування на надзвичайні ситуації як у мирний, так і у воєнний час.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про НДР «Провести дослідження та розробити проект типу пожежних автомобілів на 2012-2016 роки» – УкрНДІЦЗ № Держреєстрації 0111U004210. Київ. – С. 325.
2. Сучасні пожежні автомобілі./ Яковенко Ю.Ф. – М.: Стройиздат, 1988. – С. 352.
3. EN 1846-2:2001 Firefighting and rescue service vehicles – Part 2: Common requirements. Safety and performance (Транспортні засоби для пожежних та



рятувальних підрозділів – Частина 2: Загальні вимоги – Безпека та показники якості).

4. EN 1846-3:2002 Firefighting and rescue service vehicles – Part 3: Permanently installed equipment – Safety and performance (Транспортні засоби для пожежних та рятувальних підрозділів – Частина 3: Обладнання, яке встановлюється стаціонарно – Безпека та показники якості).

5. ДСТУ 3286-95 (ГОСТ 26938-95) “Пожежна техніка. Автомобілі гасіння. Загальні технічні умови”.

## **УДК 614**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗПОДІЛОМ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ В ТЕРИТОРІАЛЬНІ ПІДРОЗДІЛИ**

*С.В.Рудаков, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
пожежної профілактики в населених пунктах, НУЦЗ України,  
О.О.Приймак, здобувачка вищої освіти НУЦЗ України*

Оперативні дії співробітників і працівників пожежно-рятувальних підрозділів (далі - ПРП) і гарнізону загалом, а також їхнє забезпечення сучасними пожежними автомобілями (ПА) (адже чим новіший автомобіль, тим менший знос вузлів і деталей, що зменшує кількість відмов під час роботи) дасть змогу виконувати основні завдання у коротший термін, що не тільки врятує життя людей, а й зменшить збитки від пожежі. Одним із найважливіших напрямів у цій діяльності є аналіз оснащення гарнізонів для управління розподілом ПА в територіальні підрозділи на прикладі оперативної та технічної готовності й оснащеності їх автомобілями.

На сучасному етапі розвитку людства відбувається актуалізація та вдосконалення управлінських процесів у розгалуженій мережі державних органів. Управління - це систематичний, цілеспрямований, свідомий вплив людей як на суспільство загалом, так і на окремі його ланки (соціальне життя, виробництво, економіку), за допомогою пізнання й використання об'єктивних закономірностей, а також прогресивних тенденцій з метою забезпечення його ефективного функціонування та розвитку.

Управління - це один із невід'ємних процесів функціонування складної системи, що допомагає вирішувати цілу низку завдань. Без нього неможлива і діяльність Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Структурні підрозділи ДСНС України щодня ведуть роботу в режимі "повсякденної діяльності", а пожежі при цьому характеризуються поняттям "надзвичайна ситуація", оскільки вони призводять до загибелі або травмування людей, значних матеріальних втрат, завдають шкоди навколишньому середовищу.

Більша кількість пожеж стається через необережне поводження з вогнем, а необачні дії, як правило, призводять до непередбачуваних наслідків: колосальних матеріальних збитків, шкоди здоров'ю та загибелі людей.

Тому аналіз проблем, що виникають в управлінській діяльності, особливо під час реалізації повсякденного режиму готовності пожежних підрозділів, виявляє цілу низку проблемних питань: оперативне реагування на виклики, технічна готовність підрозділів упродовж часу, достатність залучених сил та засобів, їхнє оснащення. На першому етапі вирішення цього питання необхідно вивчити статистичні дані про пожежі в різних країнах, проаналізувати збитки, яких завдають пожежі.

По всьому світу є організації, які ведуть облік даних про статистику пожеж. Одна з них Міжнародна асоціація пожежних і рятувальних служб. Вона щороку аналізує 27-57 країн світу, в яких мешкають 0,9-3,8 млрд осіб [1]. У досліджуваних країнах щорічно було зареєстровано 2,5-4,5 млн. пожеж, які спричинили загибель 17-62 тис. осіб, а за період з 1998 по 2023 рр. жертвами пожеж стали понад 1,083 млн осіб [1].

Організації, що ведуть статистичний облік, щорічно публікують дані про кількість пожеж у різних країнах і складають рейтинг. Завдяки цьому можна оцінити ефективність заходів щодо боротьби з пожежею в різних країнах, виявити тенденції пожежної обстановки. В нашій державі функціонує єдина державна система статистичного обліку пожеж та їх наслідків. Офіційний статистичний облік цих даних здійснює Інститут державного управління та наукових досліджень із цивільного захисту.

За статистикою, з кожним роком кількість пожеж в Україні та загибель людей на них має тенденцію збільшення.

Через різке збільшення значень спрогнозувати кількість пожеж і наслідки від них неможливо. Проте необхідно враховувати, що наслідки від пожеж часто дуже великі не тільки в матеріальному плані, вони завдають колосальної екологічної шкоди, завдають не тільки шкоди здоров'ю людей, а й забирають людські жертви, тому, досліджуючи підтримку рішень у сфері розподілу мобільних засобів пожежогасіння, вдасться зменшити шкоду, заподіяну пожежами.

Перераховані вище наслідки залежать від оперативного прибуття пожежних підрозділів до місця виклику, достатності та справності технічних засобів і обладнання, можливості техніки впоратися з поставленим завданням. Точна реалізація основних завдань, чітке управління силами та засобами, кваліфіковане керівництво процесом пожежогасіння - все це в сукупності знизить не тільки перераховані вище наслідки від пожежі, а й збереже не одне людське життя.

На загибель людей під час пожеж втіяють різні чинники, нижче наведено деякі з них:

- пізні виявлення пожежі;
- довге слідування оперативних служб до місця виклику;
- невірне інформування про місце пожежі;
- погане знання району виїзду оперативно-рятувальним підрозділом;
- людський фактор тощо.

Слід враховувати, що дислокація пожежно-рятувальних підрозділів у межах населених пунктах визначається такою умовою: перший підрозділ має прибути до місця виклику за час, який не перевищує 10 хв., тоді як у сільській місцевості цей норматив збільшено до 20 хв.

За останні роки йде збільшення показників, адже на значення часу прибуття пожежного підрозділу впливає дорожня обстановка, стан доріг, віддаленість об'єкта від місця дислокації підрозділу, стан автомобіля, його швидкість та інше. Близько 90 % жертв від пожеж припадає на період до прибуття перших підрозділів до місця пожежі. Чим швидше приїдуть рятувальники, тим більша ймовірність уникнути жертв під час пожежі. Однак нормативний час прибуття першого підрозділу не враховує час повідомлення про пожежу, а також час розгортання сил та засобів на місці виклику, розвідку пожежі. У комплексі з часом прибуття зазначені вище показники призводять до незворотних наслідків.

Саме тому важливим фактом, який більшою мірою впливає на можливість виконувати завдання за призначенням, це стан самих автомобілів та використання їх за призначенням. Невід'ємною складовою, що характеризує оснащеність, є справність ПА. Справний стан (справність) машини стан зразка техніки, за якого він відповідає всім вимогам експлуатаційних, нормативно-технічних і (або) конструкторських документів. Справність техніки порушується її відмовами. Відмова - це подія, що полягає в порушенні працездатного стану одиниці техніки, за якого вона придатна до використання за призначенням (оперативного застосування), а значення всіх параметрів функціонування, що характеризують здатність техніки виконувати роботу за призначенням, відповідають вимогам нормативної та технічної документації" [2].

Відмови техніки при веденні оперативних дій з гасіння пожежі чинять негативний вплив на своєчасне виконання завдань за призначенням підрозділів ДСНС.

В період з 2021 по 2023 рр. кількість відмов збільшилася практично в 2,3 разів. Здебільшого пожежно-рятувальна техніка, яка найчастіше зазнає відмов, - це та техніка, строк служби якої перевищив нормативні, оскільки чим більший строк служби, тим більший знос вузлів і деталей. Відповідно до законодавства, термін служби ПА в період з моменту введення в експлуатацію і до моменту списання становить 10 років. Дослідження в цій галузі показали, що на території країни більше половини з числа основних ПА експлуатуються зі значеннями, що перевищують цей показник. Аналіз автомобілів, який необхідний для дослідження оснащеності пожежних підрозділів, відображає, що понад 2/3 ПА використовуються з терміном служби, що перевищує показник у 10 років. Це чинить негативний вплив на виконання завдань за призначенням в цілому.

Саме тому необхідне детальне дослідження оперативної та технічної готовності пожежних підрозділів, а також оснащеності гарнізони сучасними зразками техніки та обладнанням та їх застосування в комплексі під час

розподілу ПА і виведення системи підтримки прийняття рішень у даній галузі на новий якісний рівень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kannisto, P. Information Exchange Architecture for Collaborative Industrial Ecosystem / P. Kannisto, D. Hästbacka, A. Marttinen / Inf Syst Front. 2023. Vol. 22, Pp. 655–670. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s10796-018-9877-0>.

2. С.В. Рудаков, О.О. Приймак. Модель підтримки управління розподілом пожежних автомобілів у гарнізонах України. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, курсантів, аспірантів «Наука про цивільний захист як шлях встановлення молодих вчених. – Черкаси. ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024. С.210-212.

УДК 614.8

## ВОГНЕЗАХИСНІ ТКАНИНИ: ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

*О.Б.Скородумова, доктор техн. наук, професор, проф. каф.,  
Я.М.Гончаренко, канд. техн. наук, старш. викл. каф., Н.М.Лисак, аспірант  
Національний університет цивільного захисту України*

Пожежі та інші надзвичайні ситуації є одними з основних ризиків на виробництвах, у будівництві, на транспорті та в умовах військових дій. Підвищення вимог до безпеки в різних галузях виробництва і сферах повсякденного життя обумовлює актуальність розробки вогнестійких текстильних матеріалів, здатних витримувати екстремальні умови, зокрема, високу температуру та відкритий вогонь. Вдосконалення технологій та матеріалів для створення вогнестійких тканин спрямовано значно підвищити рівень безпеки персоналу та мінімізувати ризики пошкодження майна та устаткування.

З кожним роком розширюються сфери застосування вогнестійких тканин. Вогнезахисний одяг, виготовлений з відповідних тканин, є важливою складовою захисту робітників, зайнятих на виробництві, особливо у металургійних, нафтохімічних і хімічних галузях, що працюють в умовах впливу високих температур, іскор, вибухонебезпечних середовищ, тощо [1]. Нові вогнестійкі матеріали використовуються для створення більш легких і ефективних форм обмундирування військовослужбовців, поліцейських, пожежників і медичних працівників. Сьогодні застосування вогнестійких матеріалів поширилося на транспорт (для внутрішніх оздоблень в автомобілях, літаках та поїздах), готелі, громадські місця і житлові приміщення (текстиль для інтер'єрів із вогнестійкими властивостями стає необхідним для підвищення пожежної безпеки). Використання вогнестійких текстильних матеріалів у будівництві та оздобленні стає необхідним для запобігання масштабним пожежам.

Традиційні вогнезахисні тканини, попри їх ефективність, можуть мати ряд недоліків, таких як жорсткість, дискомфорт під час носіння, або зниження ефективності після прання [2]. Новітні розробки спрямовані на створення тканин, які зберігають свої вогнестійкі властивості після багаторазового використання, забезпечують кращу повітропроникність, легкість та комфорт [3-5].

При виробництві вогнезахисних матеріалів необхідно враховувати екологічні стандарти та вимоги. Сучасні тенденції спрямовані на зниження використання токсичних хімікатів та матеріалів у текстильній промисловості [6].

Існує декілька стратегій виготовлення вогнестійких тканин:

1. Використання спеціальних волокон, які мають природні вогнестійкі властивості [1]. Ароматичні поліаміди (араміди) та модакрилові волокна [7] стійкі до високих температур і зберігають свої властивості навіть після тривалого використання. Kevlar® DuPont™ – це термостійке пара-арамідне синтетичне волокно з молекулярною структурою багатьох міжланцюгових зв'язків, які роблять Kevlar® неймовірно міцним. Nomex®, Twaron® і Kermel® виготовлено із арамідних волокон. Модакрилові волокна — це клас синтетичних кополімерів, виготовлених з акрилонітрилу та інших мономерів, таких як вінілхлорид. Модакрилові волокна широко використовуються у виробництві одягу для промислових робітників, військового спорядження та предметів домашнього вжитку завдяки їхній стійкості до вогню, сонячного світла та хімічних речовин.

Керамічні (неорганічні) волокна не горючі і можуть зберігати свою фізичну міцність, а отже, і структуру при дуже високих температурах (>1000°C). Керамічні вогнетриві все частіше використовуються як наповнювачі в матрицях з органічних смол для високоефективних вогнетривких композитів [8].

2. Використання хімічної обробки. Для деяких тканин застосовують обробку хімічними речовинами, що збільшують термостійкість, стійкість до окислення та механічну міцність тканин [9, 10]. Це може включати покриття тканин фосфорвмісними або азотовмісними сполуками, які при нагріванні утворюють захисний шар, що блокує доступ кисню і запобігає горінню [11].

Для обробки тканин часто використовуються хімічні реактиви, такі як поліфосфат амонію або антипірени на основі бромідних сполук. Ці речовини підвищують термостійкість тканин і перешкоджають їх займанню [12].

Авторами [13] проаналізовано стратегії подовження довговічності вогнестійкості тканин: (1) утворення ковалентних зв'язків, (2) утворення сіток зшивання, (3) утворення нерозчинних у воді продуктів, (4) використання адгезивних шарів, (5) побудова гідрофобних шарів та (6) інтеркаляція антипіренів у волокна. Узагальнено та розглянуто принципи проектування, методології та існуючі проблеми різних стратегій виготовлення для надання тривалої вогнестійкості.

3. Нанотехнології. Наноматеріали забезпечують вищий рівень захисту, зменшуючи вагу тканин і покращуючи їх гнучкість. Прикладом є нанопокриття на основі графену, які демонструють високу стійкість до займання.

Використання графенових наноплівки або вуглецевих нанотрубок для покриття тканин дозволяє значно підвищити термостійкість та зменшити теплопровідність. Це покращує захист від теплових ударів і підвищує загальну ефективність тканини.

Дослідження [14] показало, що використання вуглецевих нанотрубок (CNTs) на поверхні арамідних волокон значно підвищує їхню термостійкість. Після нанесення таких нанотрубок волокна демонстрували стійкість до температур вище 800°C. Це стало можливим завдяки тому, що нанотрубки створюють захисний бар'єр, який знижує теплопровідність і підвищує термостійкість матеріалу. Крім того, така модифікація не тільки покращила теплові властивості, але й сприяла підвищенню механічної міцності волокон.

Авторами [15] синтезовано гібридні кремнеземні структури, які леговані фосфором, золь-гель методом, для підвищення термічної стабільності та вогнестійкості бавовняних тканин. З цією метою діетилфосфатетилтриетоксисилан (DPTS) використовувався як фосфатний алкоксисилан у багатоетапній технології, яка включала багатошарове (від 1 до 6) осадження. Багатошарові покриття наносили шляхом наповнення з використанням золь, що містять відповідні молярні співвідношення попередника, безводного етанолу, каталізатора та соляної кислоти.

Підвищення вогнестійкості бавовняного волокна та зменшити пошкодження його механічних властивостей, авторами [16] досягнуто шляхом одноетапної радикальної полімеризації були синтезовані нові наночастинки антипірену (PFR) на основі P/Si. У наночастинки введено вінілфосфору кислоту та тетраметилдивінілдисилоксан.

4. Інтеграція багатошарових систем. Для підвищення захисних властивостей часто використовуються багатошарові структури тканин. Кожен шар може мати свою функцію — один шар може бути вогнестійким, інший стійким до хімікатів, а ще один може забезпечувати механічний захист або комфорт для користувача [17].

Нові розробки в галузі хімії, нанотехнологій і матеріалознавства відкривають можливості для створення більш ефективних і довговічних вогнестійких текстильних матеріалів. Інновації дозволяють розробляти багатошарові матеріали, які не тільки захищають від вогню, але й забезпечують інші важливі функції, такі як термостійкість, гідрофобність, стійкість до механічних пошкоджень.

## ЛІТЕРАТУРА

[1] Handbook of fire resistant textiles, Edited by F. Selcen Kilinc. A volume in Woodhead Publishing Series in Textiles. Woodhead Publishing Limited. 2013

- [2] A. R. Horrocks, B. K. Kandola, P. J. Davies, S. Zhang, S. A. Padbury. Developments in flame retardant textiles – a review. *Polymer Degradation and Stability*. Volume 88, Issue 1, 2005, Pages 3-12  
<https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2003.10.0>
- [3] A novel breathable flexible metallized fabric for wearable heating device with flame-retardant and antibacterial properties. *Journal of Materials Science & Technology*. 2022, Volume 122, Pages 200-210.
- [4] Peng Qi, Feng Chen, Yuchun Li, Hongfei Li, Xiaoyu Gu, Jun Sun & Sheng Zhang A Review of Durable Flame-Retardant Fabrics by Finishing: Fabrication Strategies and Challenges. *Advanced Fiber Materials*. 2023, Volume 5, Pages 731–763. <https://doi:10.1007/s42765-023-00255-x>
- [5] Ivana Schwarz, Dubravko Rogale, Stana Kovačević and Snježana Firšt Rogale A Multifunctional Approach to Optimizing Woven Fabrics for Thermal Protective Clothing // *Fibers*. 2024, 12(4), 35; <https://doi.org/10.3390/fib12040035>
- [6] Faiza Safdar, Munir Ashraf, Affan Abid, Amjed Javid, Kashif Iqbal. Eco-friendly, efficient and durable flame retardant coating for cotton fabrics using phytic acid/silane hybrid sol. *Materials Chemistry and Physics*. 2024, Volume 311, Page 128568. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2023.128568>
- [7] Flame-Retardant and Wear Comfort Properties of Modacrylic/FR-Rayon/Anti-static PET Blend Yarns and Their Woven Fabrics for Clothing. *Fibers and Polymers*, 2018 Volume 19, pages 1869–1879
- [8]. D. Price and A. R. Horrocks, Flame resistant ceramic fibres. In book: Handbook of fire resistant textiles, (pp. 272-282) <https://doi:10.1533/9780857098931.2.272>
- [9] A. R. Horrocks (University of Bolton) Flame Retardant Textile Finishes: Recent Developments and Future Trends In book: Textile Finishing, 2017 (pp. 69-127). <https://doi.org/:10.1002/9781119426790.ch2>
- [10] Ying Pan, Longxiang Liu, Lei Song, Yuan Hu, Weiming Wang, Hongting Zhao Durable flame retardant treatment of polyethylene terephthalate (PET) fabric with cross-linked layer-by-layer assembled coating. *Polymer Degradation and Stability*. 2019, Volume 165, pages 145-152  
<https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2019.05.0>
- [11] Khalifah A. Salmeia, Sabyasachi Gaan and Giulio Malucelli Recent Advances for Flame Retardancy of Textiles Based on Phosphorus Chemistry. *Polymers*. 2016, 8(9), 319; <https://doi.org/10.3390/polym8090319>
- [12] C. Q. Yang Flame resistant cotton, In book: Handbook of fire resistant textiles, Woodhead Publishing Series in Textiles, 2013, Pages 177-220  
<https://doi:10.1533/9780857098931.2.177>
- [13] A Review of Durable Flame-Retardant Fabrics by Finishing: Fabrication Strategies and Challenges Review. *Advanced Fiber Materials*. 2023, Volume 5, pages 731–763
- [14] Yang Li, Cheng-Fei Cao, Zuan-Yu Chen, Shuai-Chi Liu, Joonho Bae and Long-Cheng Tang Waterborne Intumescent Fire-Retardant Polymer Composite Coatings: A Review. *Polymers* 2024, 16(16), 2353.

<https://doi.org/10.3390/polym16162353>

[15] Valentina Trovato, Giuseppina Iacono, Giulio Malucelli, Giuseppe Rosace Silica-Containing Phosphorus-Based Sol-Gel Finishing to Improve Flame Retardant Performance of Cotton Fabrics. *Materials Science Forum*. 2024, Volume 1117, Pages: 23-28. <https://doi.org/10.4028/p-usqR8L>

[16] Na Li, Panpan Chen, Dongni Liu, Gaowei Kang, Liu Liu, Liyun Xu, Jianyong Yu, Faxue Li & Dequn Wu Novel P/Si based nanoparticles for durable flame retardant application on cotton. *Original Research Published*. 2022 Volume 29, pages 2063–20762. DOI:[10.1007/s10570-021-04309-4](https://doi.org/10.1007/s10570-021-04309-4)

[17] Horrocks, A. R., & Anand, S. C. "Handbook of Technical Textiles." Woodhead Publishing. 2015.

**УДК 614.84**

## **АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ У МИРНИЙ ТА ВОЄННИЙ ЧАС**

*В. І. Товарянський, к.т.н., доцент, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Бойові дії спричинюють руйнівний вплив на екосистеми, що може призвести до тривалих та незворотних змін у природному середовищі. Фізичне руйнування природних ландшафтів, забруднення довкілля, знищення біорізноманіття, зміни клімату, забруднення водоймищ та соціально-економічні наслідки — ось ще не весь обсяг негативних наслідків, спричинених війною в Україні [1].

Щодо екосистем, то особливої уваги заслуговує захист лісів внаслідок бойових дій в умовах війни. Оскільки в результаті артилерійських обстрілів шляхом застосування різноманітних вибухових пристроїв може загорятись та знищуватись деревостан, як наслідок — існує висока ймовірність виникнення низових та верхових лісових пожеж на значних площах. Разом з тим може відбуватися й загоряння рослинного покриву, що створює підвищену загрозу переходу пожежі в лісову, зокрема в місцях скупчення сухостою та зростання лісових насаджень. Тому важливим завданням як в мирний, так і в воєнний час, є налагодження системи дій на випадок виникнення пожеж в природних екосистемах, яка повинна складати як заходи із запобігання виникненню пожежам, так і заходи з пожежогасіння.

Не менш важливим аспектом протипожежного захисту лісів є вибір техніки для пожежогасіння. В Україні сьогодні виробляють пожежні автомобілі для гасіння пожеж в екосистемах такі підприємства, як: ТОВ "ПК Пожмашина", ТОВ "Компанія ТІТАЛ" та ТОВ "ВАЛІДУС СПЕЦАВТО" [2]. Пожежні автомобілі для гасіння саме лісових пожеж представлені прилуцьким заводом-виробником, і вони не характеризуються інноваційними технічними рішеннями



у сфері проєктування та конструювання такого виду техніки. Найпоширенішими залишаються автомобілі АПЛ-40(131)266 (модернізація АЦ-40(131)137А), які укомплектовані додатковим обладнанням, проте на сьогодні вважаються технічно-застарілими. Автомобіль АПЛ-10(66)265 виробництва тієї ж компанії також використовується в підрозділах лісових господарств, проте характеризується відсутністю стаціонарно-влаштованих приладів пожежогасіння та високонапірного насосного устаткування. Більш сучасним є АЛП-7(55S18)538І – автомобіль, який відповідає сучасним стандартам з виготовлення такої техніки, обладнаний більш технологічними на сьогодні агрегатом приводу та трансмісією.

Значну проблему складає той факт, що вищеописана техніка пристосована до ліквідації лісових пожеж у мирний час. Проте від початку повномасштабних воєнних дій в Україні питання щодо застосування техніки для гасіння лісових пожеж набуло значимості. Колісні транспортні засоби – автоцистерни – використовувати небезпечно з огляду на незахищеність особового складу та шасі транспортного засобу від руйнування, наприклад, під час наїзду на боєприпаси. Більше того, на сьогодні компанії в Україні не виробляють броньовану протипожежну техніку для ліквідації лісових пожеж. Саме тому, не зважаючи на наявність автомобілів для гасіння лісових пожеж, проблема їх застосування в умовах війни обумовлюється такими факторами:

- формування загрози для життя та здоров'я пожежних рятувальників, оскільки на замінованих територіях міни та інші вибухові пристрої можуть бути активовані під час руху пожежного транспортного засобу;

- фінансові обмеження, які не дають повною мірою налагодити виробництво броньованої протипожежної техніки українськими виробниками;

- недостатня кількість протипожежної техніки на гусеничному шасі, що найважливіше саме для замінованих територій.

Із вище зазначених аспектів уваги заслуговує останній, а саме створення протипожежної техніки для гасіння лісових пожеж на гусеничному шасі, у тому числі й на замінованих територіях. Не зважаючи на наявність деяких зразків такої техніки в Україні, зокрема ВПЛ-149, ГПМ-54 та ГПМ-72, ці машини не забезпечені необхідним рівнем захищеності та бронювання від засобів ураження. Проте, світовий досвід свідчить про розвиток технологій у сфері захисту як колісної, так і гусеничної техніки від спрацювання боєприпасів [3].

У провідних країнах світу, таких як США, Ізраїль, Австралія та ін. уже виготовляються бойові броньовані машини, високий ступінь захисту від ураження боєприпасами яких забезпечується використанням спеціальних видів броньованої сталі і композитних матеріалів. Саме тому, з низки технічних завдань щодо виготовлення протипожежної техніки для гасіння лісових пожеж в умовах війни в Україні насамперед важливо налагодити міжнародну співпрацю, покликану на перейняття досвіду та технологій у передових країн світу з питань виготовлення броньованої техніки.

Наступним етапом може бути налагодження механізму модернізації військової броньованої техніки під техніку для гасіння лісових пожеж, що

матиме на меті: переобладнання бронетехніки; встановлення потужного насосного устаткування, ємностей для вогнегасних речовин та дистанційно-керованих приладів для їх подавання; покращення прохідності, і найважливіше – захист особового складу та шасі транспортного засобу від уражаючої дії боєприпасів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Коваль М. С., Бондар Д. В. та ін. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану: навчальний посібник за загальною редакцією Мирослава КОВАЛЯ. Львів, 2023. 306 с.
2. Товарянський В. І., Ренкас А. А. Зб. тез доп. Круглого столу “Лісові пожежі в умовах війни” (м. Львів, 24 травня 2024 р.). Львів: ЛДУ БЖД, 2024. С. 57–61.
3. Дегтяренко В. Особливості української бронетехніки: випробування війною. Молодий вчений. 2023. №. 3 (115). С. 33–40.

---

#### СЕКЦІЯ 4

### «МОНІТОРИНГ ПОТОЧНОГО СТАНУ ТА ОПЕРАТИВНІ ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ЧИ ІНЦИДЕНТИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВИКИДОМ (ВИЛИВОМ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ ТА РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН»

---

УДК 621.039

#### ХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

*Гапон Ю.К., к.т.н., доцент кафедри спеціальної хімії та хімічної технології*

*Слепужніков Є.Д., к.т.н., доцент, начальник кафедри спеціальної хімії та хімічної технології*

*Національний університет цивільного захисту України*

Хімічний захист об'єктів критичної інфраструктури є важливою складовою національної безпеки та оборони будь-якої розвиненої країни, оскільки такі об'єкти включають в себе енергетичні установки, водопостачання, транспортні мережі та інші системи, від функціонування яких залежить належне життя суспільства. Загроза хімічних інцидентів, що може виникнути як внаслідок техногенних аварій, так і через військові дії та терористичні акти, робить необхідним запровадження ефективних заходів для попередження та ліквідації наслідків викидів або виливів небезпечних хімічних та радіоактивних речовин [1].

Під захистом критичної інфраструктури розуміють увесь комплекс заходів, реалізований в нормативно-правових, організаційних, техніко-технологічних інструментах запобігання загроз, зниження ризиків та усунення вразливостей, мінімізації наслідків та відновлення критичної інфраструктури у випадку надзвичайних ситуацій (збоїв, аварій тощо), які спрямовані на забезпечення захищеності (охорони), безпеки та належного функціонування усіх її елементів - об'єктів, систем, мереж (далі скорочено – об'єктів) - в умовах мирного часу [2].

Ціль захисту критичної інфраструктури полягає в недопущенні руйнування чи завдання невіправної шкоди, припинення функціонування або втрати контролю над об'єктами критичної інфраструктури внаслідок дії чинників техногенного, природного, соціально-політичного та воєнного характеру, або їх комбінації.

Основні принципи побудови системи захисту критичної інфраструктури сформульовані, виходячи із значущості захисту критичної інфраструктури для забезпечення національної безпеки сучасної держави. Принципи, на яких повинен будуватися такий захист, мають стратегічний безпековий контекст.

До основних принципів формування (побудови) захисту критичної інфраструктури в Україні слід віднести перелічене нижче.

Принцип координованості зусиль, що означає:

- згоджений розвиток нормативно-правових, організаційних та науковотехнологічних інструментів, призначених для виконання завдань захисту критичної інфраструктури;
- планування безпеки на національному рівні, виходячи із захисту національних інтересів, шляхом створення механізмів впливу на стан захищеності критичної інфраструктури;
- урахування необхідності забезпечення захищеності критичної інфраструктури при плануванні, визначенні пріоритетів та оцінці соціально-економічного розвитку країни;
- функціонування єдиного центру оцінки стану захищеності критичної інфраструктури, прогнозування загроз та оцінки ризиків для об'єктів, критичної інфраструктури;
- управління усіма наявними в державі ресурсами з метою їх раціонального використання;
- запровадження національної проектної загрози для критичної інфраструктури та окремих її елементів на основі оцінки загроз національній безпеці.

Принцип компліментарного розвитку, відповідно до якого запровадження концепції захисту критичної інфраструктури має здійснюватися шляхом:

- поступового впровадження нормативно-правових, організаційних та науково-технологічних інструментів, на основі яких повинні вдосконалюватися засоби та заходи із забезпечення захисту та безпеки критичної інфраструктури.

Хімічний захист критичної інфраструктури повинен базуватися на комплексному підході, який включає як превентивні заходи, так і оперативне реагування на надзвичайні ситуації. Превентивний рівень передбачає моніторинг стану об'єктів і можливих загроз, включаючи використання сучасних систем контролю за станом атмосфери, води, ґрунту та іншого середовища, в якому можуть бути виявлені небезпечні шкідливі хімічні речовини. Моніторинг здійснюється на основі використання сенсорних мереж, автоматизованих систем оповіщення та інтелектуальних алгоритмів аналізу даних, які дозволяють своєчасно ідентифікувати потенційні загрози. Важливим аспектом цього процесу є співпраця між різними відомствами та підприємствами, які відповідальні за забезпечення безпеки об'єктів інфраструктури, а також належне забезпечення технічними засобами моніторингу [3,4].

Крім моніторингу, важливе значення має наявність чітких інструкцій і планів дій у разі надзвичайної ситуації. Розробка таких планів вимагає врахування специфіки кожного об'єкта інфраструктури, його розташування, типу небезпечних речовин, що можуть бути задіяні, а також кількості населення, що може опинитися під загрозою. Система реагування повинна бути організована таким чином, щоб за мінімальний час забезпечити ліквідацію або мінімізацію наслідків хімічного забруднення. До ключових елементів таких

планів відносяться оперативне оповіщення населення про небезпеку, евакуація постраждалих, застосування засобів індивідуального захисту (респіратори, захисні костюми) та використання спеціальної техніки для нейтралізації хімічних реагентів [5].

Значною частиною системи хімічного захисту є підготовка персоналу, що безпосередньо відповідає за захист критичної інфраструктури. Регулярні навчання з імітацією реальних хімічних загроз дозволяють підвищити ефективність дій працівників у надзвичайних ситуаціях та забезпечують максимальну координацію між різними відомствами і службами. Окремо слід зазначити важливість проведення інструктажів для населення, яке проживає у зоні можливого впливу хімічного забруднення. Адекватне інформування та навчання населення правилам поведінки в умовах хімічної небезпеки дозволить зменшити кількість постраждалих та швидше відновити нормальне функціонування об'єктів інфраструктури після ліквідації аварії.

Наукові дослідження у галузі хімічного захисту постійно ведуться для підвищення ефективності засобів нейтралізації небезпечних речовин, зокрема завдяки використанню новітніх матеріалів та хімічних реакцій, що дозволяють швидко і безпечно знешкоджувати токсичні речовини. Водночас, прилади хімічної розвідки та дозиметричного контролю, дозволяють вдосконалювати системи моніторингу і прогнозування хімічних інцидентів, що є важливим напрямом для подальших досліджень і впроваджень у практику.

Таким чином, впровадження комплексної системи хімічного захисту об'єктів критичної інфраструктури підтверджують важливість цього питання на міжнародному рівні. Досвід таких країн, як США, Німеччина, Японія, демонструє, що інтеграція новітніх технологій, координація між відомствами, регулярні навчання та інформування населення є запорукою ефективного захисту від хімічних та радіаційних загроз. В умовах зростання глобальних загроз, пов'язаних як з техногенними катастрофами, так і з можливим застосуванням хімічної зброї масового ураження з боку країни агресора, захист критичної інфраструктури стає одним із головних пріоритетів національної безпеки України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Sarunien I., L. Martisauskas L., Krikstolaitis R. et al. Risk Assessment of Chemical Hazards in Critical Infrastructure. *Reliability Engineering and System Safety*. 2024. Vol. 243. P. 1–13.

URL:[https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/2214677/mod\\_resource/content/1/Risk%20assessment%20of%20critical%20infrastructures.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/2214677/mod_resource/content/1/Risk%20assessment%20of%20critical%20infrastructures.pdf)

2. Зелена книга з питань захисту критичної інфраструктури в Україні. URL:[https://niss.gov.ua/sites/default/files/2014-11/1125\\_zelknuga.pdf](https://niss.gov.ua/sites/default/files/2014-11/1125_zelknuga.pdf)

3. Kondratov S., Bobro D., Horbulin V. et al. Developing The Critical Infrastructure Protection System in Ukraine : monograph. Kyiv : NISS, 2017. 184 p.

URL:[https://www.niss.gov.ua/sites/default/files/2017-11/niss\\_Engl\\_findruk-0e9af.pdf](https://www.niss.gov.ua/sites/default/files/2017-11/niss_Engl_findruk-0e9af.pdf)

4. The Protection of Critical Infrastructure Against Terrorist Attacks Compendium of Good Practices 2022 Update.

URL:[https://www.un.org/counterterrorism/sites/www.un.org.counterterrorism/files/2225521\\_compendium\\_of\\_good\\_practice\\_web.pdf](https://www.un.org/counterterrorism/sites/www.un.org.counterterrorism/files/2225521_compendium_of_good_practice_web.pdf) (дата звернення 10.09.2024).

5. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану: навч. посібник / за заг. ред. М. Ковалю. Львів: ЛДУ БЖД. 2023. 306 с. URL:<https://dsns.gov.ua/upload/1/9/2/4/3/5/9/diyi-dsns-objednana-kniga-compressed.pdf>

## УДК 8.14

### ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ ЩОДО ДІЙ ПРИ НС

Змага М.І., доктор філософії, начальник караулу НПРЧ, Змага Я.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри ФХОР та ГП, Бутенко К.О. курсантка Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Всі існуючі види надзвичайних ситуацій відбуваються та поширюються через дії людей або їх бездіяльності, тому вирішення проблеми компетентності з питань пожежної безпеки та цивільного захисту станом на сьогодні закріплено як у Кодексі цивільного захисту України та інших законодавчих актах. Тому одним з важливих способів попередження тяжких наслідків надзвичайних ситуацій є навчання та тренування громадян способів захисту та алгоритмів дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Одним з векторів роботи державної служби з надзвичайних ситуацій є створення умов для реалізації в інтересах громадян України правової норми в якому встановлений механізм навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях.

Згідно з ДСТД 5058:2008 «Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» встановлено основні положення щодо організації та проведення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, порядок розподілення населення на групи навчання для подальшої системи цивільного захисту населення та територій. Дане положення регламентує проведення навчання для органів виконавчої влади та місцевого самоврядування, підприємствах, установах, організаціях, навчальних закладів незалежно від форми власності, які навчаються населення діям у НС за місцем роботи та проживанням [1, 2].

Залежно від участі населення у виконанні завдань цивільного захисту населення для навчання діям у НС має бути розподілено по групам:

- Група А – особи керівного складу цивільного захисту та інші управлінські кадри і фахівці, на яких поширюється дія законів України у сфері цивільного захисту;

- Група Б – працівники підприємств, установ і організацій;
- Група В – студенти, учні та вихованці дошкільних навчальних закладів;

- Група Г – особи, не зайняті у сфері виробництва й обслуговування.

До групи В належать:

- - студенти вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації;
- - учні, що навчаються у професійно-технічних навчальних закладах;
- - учні загальноосвітніх навчальних закладів;
- - вихованці старших груп дошкільних навчальних закладів.

До групи Г належать:

- - особи працездатного віку, не зайняті у сфері виробництва та обслуговування або зайняті індивідуальною трудовою діяльністю;
- - пенсіонери, які не працюють та безробітні.

Метою навчання населення діям у НС групи А є: - набуття навичок створювати, приймати і реалізовувати управлінські рішення в межах посадових обов'язків щодо запобігання виникненню, локалізації та ліквідації НС та управління силами і засобами цивільного захисту.

Метою навчання населення діям у НС групи Б є: - практичне відпрацювання способів захисту і дій у НС відповідно до спланованих режимів функціонування єдиної державної системи цивільного захисту; - підготування особового складу позаштатних служб та невоєнізованих формувань практичним діям під час виконання рятувальних та інших невідкладних робіт у зоні НС або осередку ураження.

Метою та основними завданнями навчання населення діям у НС груп В і Г є: - вивчення правил поведінки й основних способів захисту в умовах НС; - формування практичних навичок щодо індивідуальних і колективних дій в умовах НС; - засвоєння правил користування колективними та індивідуальними засобами захисту і їх практичне використання; - набуття практичних навичок надання першої медичної допомоги постраждалим.

Навчання населення діям у НС групи В Навчання студентів, учнів та вихованців дошкільних закладів здійснюють відповідно до вимог функціональної освітньої підсистеми "Навчання з питань безпеки життєдіяльності" єдиної державної системи цивільного захисту. Під час розроблення програм навчання населення діям у НС для кожного освітнього та освітньо-кваліфікаційного рівня органами освіти обов'язково має передбачено необхідний мінімум: - для студентів - щодо управління цивільним захистом на основі професійних задач, що вирішуються керівниками та фахівцями підприємств, установ, організацій відповідно до галузевого напрямку; - для учнів і вихованців дошкільних закладів - щодо правил користування засобами захисту, безпечного перебування в навколишньому середовищі та засвоєння ними елементарних, доступних віку норм поведінки у НС.

Навчання населення діям у НС групи Г Просвітницьку роботу з населенням за місцем проживання мають організувати житлово-експлуатаційні органи, селищні та сільські ради, адміністрації об'єктів

підвищеної небезпеки за сприяння органів виконавчої влади, до компетенції яких віднесено питання цивільного захисту. Консультаційні пункти мають бути створені при житлово-експлуатаційних органах, селищних і сільських радах для отримання населенням інформації про стан безпеки з урахуванням ризику виникнення НС, а також про проведення заходів щодо захисту населення у НС: - способів інформування і оповіщення населення щодо НС; - сигналів оповіщення населення щодо НС; - порядку укриття його в захисних спорудах; - забезпечення населення засобами індивідуального захисту; - діям під час проведення евакуації населення. Населення, яке проживає в зонах впливу об'єктів підвищеної небезпеки має отримувати інформацію про заходи захисту та правила поведінки у разі аварій через: - локальні системи оповіщення об'єктів підвищеної небезпеки; - пам'ятки; - участь у відпрацюванні практичних навичок під час проведення на об'єктах підвищеної небезпеки навчально-тренувальних занять. Для задоволення потреб самостійного вивчення змісту загальної програми навчання діям у НС групам осіб, які не зайняті у сфері виробництва та обслуговування і пенсіонерам, видають посібники, з якими розповсюджують пам'ятки та інший друкований навчально-інформаційний матеріал, а також створюють відео- та електронну програмну продукцію.

До початку повномасштабного вторгнення в різних групах проводилися відповідні заходи, але сьогодні диктує нові вимоги, перш за все підвищився рівень мінної небезпеки, радіаційної та хімічної небезпеки. Тому необхідність пропрацювати всі можливі алгоритми дій враховуючи і вікову категорію, соціальну сферу та в швидких часових інтервалах навчити як найбільшу кількість людей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МОН № 974 від 15.08.2016 р. Про затвердження Правил пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України.
2. Репозиторій циркулярів генерального директора департаменту держави Ізраїлю. Надзвичайні процедури в системі освіти. 3.01.2019 року № 0155 [https://apps.education.gov.il/Mankal/horaa.aspx?siduri=218#\\_Toc256000243](https://apps.education.gov.il/Mankal/horaa.aspx?siduri=218#_Toc256000243)

**УДК 656.073:504.06**

## **ОПЕРАТИВНІ ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ: АНАЛІЗ РИЗИКІВ ТА ПРАКТИЧНІ РІШЕННЯ**

О.В. Крайнюк, к.т.н., доцент

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Перевезення небезпечних вантажів є одним із найбільш ризикованих видів транспортної діяльності, що вимагає суворого дотримання норм безпеки та готовності до оперативного реагування на можливі надзвичайні ситуації.



Небезпечні вантажі включають хімічні, радіоактивні, вибухові та токсичні речовини, будь-яке пошкодження або витік яких може призвести до серйозних наслідків для здоров'я людей, навколишнього середовища та інфраструктури. В умовах зростаючого обсягу перевезень та інтенсивного використання транспортних шляхів, зокрема автомобільних, питання мінімізації ризиків під час перевезення таких матеріалів набуває особливої актуальності.

З огляду на високий рівень ризиків, пов'язаних із перевезенням небезпечних вантажів, важливо, щоб правова база кожної країни забезпечувала надійний механізм безпеки та реагування на інциденти. У цьому контексті в Європейському Союзі впроваджена та діє Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ADR), яка встановлює єдині стандарти для всіх країн-учасниць. Україна, як підписант ADR, також адаптувала свої нормативні акти до цих вимог. Однак, існують певні відмінності у практичному впровадженні норм та рівні контролю.

Законодавство ЄС забезпечує строгий контроль за класифікацією небезпечних вантажів, пакуванням, маркуванням і транспортуванням, що допомагає зменшити ризики під час перевезення. Кожен вид вантажу має бути чітко ідентифікований, відповідно до його рівня небезпеки, що забезпечує ефективне управління у разі виникнення надзвичайної ситуації. Водії та транспортні компанії проходять сувору сертифікацію, що гарантує їхню здатність належним чином діяти в аварійних умовах. Крім того, впровадження технологій моніторингу та сучасних засобів контролю за перевезенням небезпечних вантажів є обов'язковим для компаній, що працюють у країнах ЄС.

Порівняємо європейські стандарти (ADR) та українські вимоги. Європейські стандарти ADR (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) – це міжнародна угода, яка регулює перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом у Європі. Вона містить детальні правила щодо класифікації вантажів, маркування, пакування, транспортування і навчання персоналу [1]. Основні вимоги стосуються:

- Поділу вантажів на класи залежно від рівня небезпеки (вибухонебезпечні, токсичні, радіоактивні тощо).
- Чітких вимог до пакування та маркування вантажів.
- Вимог до водіїв та технічного стану транспортних засобів (водії проходять спеціальну підготовку і мають сертифікати).
- Технологій моніторингу та контролю (у деяких країнах застосовуються спеціальні GPS-системи для відстеження).
- Планів дій у разі аварій або інцидентів.

В Україні діють національні норми, зокрема Закон України "Про перевезення небезпечних вантажів" та інші нормативні акти, що регулюють такі перевезення. Українське законодавство, хоча і значною мірою гармонізоване з ADR, часто стикається з проблемами на етапі практичного впровадження. Рівень контролю за виконанням норм є менш суворим, що підвищує ризики під час перевезень. Крім того, не всі транспортні компанії мають доступ до сучасних технологій моніторингу, а навчання персоналу може

бути менш систематизованим. Це створює додаткові труднощі у випадках, коли потрібна швидка та ефективна реакція на надзвичайні ситуації:

- В Україні також є класифікація небезпечних вантажів, проте можуть бути деякі відмінності в конкретних категоріях або методах оцінки.

- Правила маркування та пакування часто співпадають із європейськими, але є нюанси у сфері контролю виконання цих норм.

- Не всі транспортні компанії використовують такі ж технології моніторингу, як у країнах ЄС (відстеження транспорту, системи контролю стану вантажу).

- Підготовка водіїв може мати нижчий рівень стандартизації та контролю порівняно з європейськими практиками.

Таким чином, порівняння законодавчих норм України та ЄС показує, що в Україні є необхідність у подальшому вдосконаленні системи контролю, покращенні інфраструктури та впровадженні передових європейських практик для підвищення рівня безпеки під час перевезення небезпечних вантажів.

Основні відмінності між європейськими стандартами ADR і українськими вимогами полягають у рівні впровадження та дотримання норм безпеки. У Європі система перевезення небезпечних вантажів більш строго регулюється і контролюється, особливо в питаннях моніторингу та реагування на надзвичайні ситуації. Європейські країни мають доступ до передових технологій, таких як системи GPS для постійного відстеження руху вантажів, і широко використовують сенсори для контролю умов перевезення. В Україні такі технології впроваджуються повільніше через фінансові обмеження та недостатнє технічне оснащення.

Ще однією важливою відмінністю є рівень підготовки персоналу [2]. В Європі водії та оператори проходять спеціалізоване навчання відповідно до чітких стандартів, що гарантує високу компетентність у разі виникнення надзвичайної ситуації. В Україні підготовка часто може бути менш стандартизованою, що створює потенційні ризики під час транспортування.

Контроль за дотриманням законодавства також різниться. У Європі існує жорстка система перевірок, штрафів і санкцій за порушення правил перевезення небезпечних вантажів. В Україні, хоч нормативна база гармонізована з ADR, контроль за виконанням норм може бути менш систематичним, що призводить до частих порушень.

Інфраструктурні проблеми також значно впливають на безпеку. У Європі транспортна інфраструктура розвинена краще, що знижує ризики аварій. В Україні стан доріг та інфраструктури може створювати додаткові небезпеки, особливо під час перевезення небезпечних вантажів у віддалені або важкодоступні регіони.

Практичними рішеннями для покращення ситуації з перевезенням небезпечних вантажів в Україні можуть стати комплексні заходи, спрямовані на модернізацію системи безпеки та посилення контролю. Важливою складовою буде інтеграція сучасних технологій, які використовуються в європейських країнах. Це передбачає активніше впровадження систем GPS для відстеження

транспорту в режимі реального часу, що допоможе оперативніше реагувати на можливі інциденти та підвищити прозорість перевезень. Крім того, необхідно розвивати інфраструктуру для належного обслуговування та технічної перевірки транспортних засобів, оскільки технічний стан транспорту безпосередньо впливає на ризики під час перевезення небезпечних вантажів.

Важливо також вдосконалити систему підготовки та сертифікації водіїв і персоналу. Це можна досягти шляхом обміну досвідом з європейськими країнами та організації навчальних програм, які відповідатимуть міжнародним стандартам. Навчання має включати не тільки теоретичні знання, але й практичні тренінги з реагування на надзвичайні ситуації.

Покращення контролю та підвищення рівня відповідальності за порушення вимог безпеки є ще одним важливим кроком. Це може включати запровадження жорсткіших перевірок транспорту та вантажів, а також посилення санкцій для порушників, що сприятиме підвищенню загальної дисципліни у сфері перевезень небезпечних матеріалів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Буц Ю.В., Крайнюк О.В. Актуальні питання безпеки дорожнього руху та аналіз дорожньо-транспортних пригод в Україні. Науково-виробничий журнал «Автошляховик України». Окремий випуск 277'2023. Збірка тез доповідей Третьої міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури» 5-7 грудня 2023 р. С. 98 -102.

2. Беляєва В.А., Крайнюк О.В. Нові підходи до безпеки перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом Розумний транспорт та інтегровані транспортні технології: міжнародна науково-практична конференція», 21-22 листопада 2023 р., ХНАДУ.

УДК 614.8-052

## ОПЕРАТИВНІ ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВИКИДОМ ХЛОРУ

*А.С. Лесько, ад'юнкт,*

*О.В. Кулаков, кандидат технічних наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

24 лютого 2022 року розпочався відкритий воєнний напад Російської Федерації на Україну. Ризик виникнення аварій з викидом широко застосовної небезпечної хімічної речовини хлор суттєво збільшився.

20 серпня 2024 року у Тернопільській області внаслідок обстрілу з боку РФ спалахнула пожежа на промисловому об'єкті. Спеціалісти виявили перевищення рівня вмісту хлору у повітрі від 4 до 10 разів [1].

Хлор знайшов широке застосування. Є сировиною для виробництва пластиків, з яких виготовляють ізоляцію для кабельної продукції, віконного профілю, пакувальних та будівельних матеріали. Спроможність хлору пригнічувати ферментні системи мікроорганізмів використовується для знезаражування питної води у промислових масштабах. Також хлор є сировиною при виробництві інсектицидів для боротьби зі шкідниками у сільському господарстві.

Хлор з воєнної точки зору є бойовою отрутною речовиною, використовується при виробництві бойових отрутних речовин (іприту, фосгену). Як бойова отрутна речовина хлор вперше був застосований 22 квітня 1915 року під час першої світової війни біля міста Іпр (Бельгія). Германське військо випустило біля 180 т хлору на позиції англійських та французьких військ. Постраждало біля 15000 людей, з яких третина померла.

Властивості хлору детально вивчено та описано в науковий та науково-популярній літературі, наприклад [2-5].

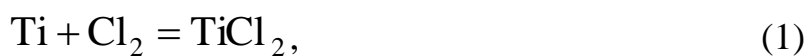
Хлор є блідно-зелено-жовтим газом з різким запахом. Запах сприймається відбувається при концентрації хлору у повітрі в межах від  $0,3 \text{ мг/м}^3$  до  $3,8 \text{ мг/м}^3$ .

Хлор є сильнотоксичною отруйною речовиною, яка має загально-токсичну й подразнюючу дію на організм людини, а також викликає хімічні опіки. Гранично допустима концентрація хлору в повітрі виробничих приміщень дорівнює  $1 \text{ мг/м}^3$ , в атмосфері населених пунктів -  $0,1 \text{ мг/м}^3$ , середньодобова -  $0,003 \text{ мг/м}^3$ . Концентрація хлору у повітрі  $6 \text{ мг/м}^3$  призводить до подразнення органів дихання. Концентрація від  $100 \text{ мг/м}^3$  є смертельно небезпечною для життя людини. Для питної води максимально припустимим є вміст остаточного хлору в межах від  $0,3 \text{ мг/л}$  до  $0,5 \text{ мг/л}$ .

Хлор спричинює різке подразнення слизових оболонок очей, верхніх і глибоких дихальних шляхів і легенів. Перші ознаки ураження хлором наступні: різь в очах, слізотеча, сухий кашель, різкий грудний біль, порушення координації руху, блювання.

Газоподібний хлор у 2,5 рази важчий за повітря, тому має властивість накопичуватися у низьких ділянках місцевості, підвалах тощо. Зріджується при температурі мінус  $34 \text{ }^\circ\text{C}$ . Випаровуючись у повітрі рідкий хлор утворює з водяними парами білий туман. Хлор у хмарі знаходиться у смертельних концентраціях. Хлор належить до сильних окисників. Вологий хлор спричиняє сильну корозію металів. Наявність хлору в повітрі призводить до зупинки двигунів внутрішнього згоряння та їх пошкодження.

З боку пожежної безпеки хлор є негорючою речовиною. Хлор спроможний окислювати метали (титан, мідь, алюміній, цинк тощо) та неметали (зокрема, фосфор):





Хлор розчинюється у воді. При цьому утворюються кислоти соляна  $\text{HCl}$  та хлорноватистої  $\text{HClO}$ :



Соляна кислота  $\text{HCl}$  належить до найсильніших кислот за своєю хімічною активністю. Властивості соляної кислоти суттєво залежать від її концентрації у водному розчині. Концентрована кислота містить 37% соляної кислоти. Хлорноватиста кислота  $\text{HClO}$  відноситься до слабких кислот за своєю хімічною активністю. Використовується як дезінфікуючий засіб.

Прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій, оперативні заходи реагування на надзвичайні ситуації, пов'язані з хлором, особливості захисту на особового складу підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту від негативного впливу хлору є актуальними питанням з початку незалежності України [4-8].

Гасити пожежу за наявності хлору необхідно водою з максимально можливою відстані. Слід охолоджувати ємності водою. Для розсіювання (осадження, ізоляції) парів треба використовувати розпилену воду. Небезпечна зона має місце в радіусі не менше 200 м. Розміри зони хімічного забруднення уточнюються за результатами хімічної розвідки. У небезпечну зону дозволяється входити лише в засобах індивідуального захисту. Триматися слід з навітряного боку, уникати низьких місць. Не торкатися пролітої речовини. Потерпілим надати першу допомогу. Задіяти служби відповідно до плану локалізації та ліквідації аварії для усунення витікання, перекачування у справну ємність, огороження місць розливів ґрунтовим валом, нейтралізації розливів. Прибрати із зони аварії горючі матеріали. Не допускати потрапляння у водоймища, підвали, каналізацію.

В якості засобів індивідуального захисту слід використовувати ізолювальний термогазозахисний костюм ІК-ТГЗ, ізолювальні газохімічно захисні костюми КІ-АР "Іній", "Рятувальник ЗУ", КІ-К-М "Юпітер - М", "Рятувальник ЗМУ" та аналогічні. Засоби індивідуального захисту органів дихання - ізолювальні захисні дихальні апарати.

## ЛІТЕРАТУРА

1. На Тернопільщині після пожежі через обстріл рф вміст хлору у повітрі перевищено від 4 до 10 разів. URL: [https://lb.ua/health/2024/08/20/630445\\_ternopilshchini\\_pislya\\_pozhezhi\\_cherez.html](https://lb.ua/health/2024/08/20/630445_ternopilshchini_pislya_pozhezhi_cherez.html) (дата звернення 11.09.2024).

2. Хлор // Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Хлор> (дата звернення 11.09.2024).

3. SFPE (*Society of Fire Protection Engineers*) Handbook of Fire Protection Engineering: 5th edition / Morgan J. Hurley. Quincy: National Fire Protection Association, 2016. 3493 p.

4. Рекомендації ГУДПО МВС України щодо захисту особового складу підрозділів пожежної охорони під час гасіння пожеж з наявністю хлору. – Київ: ГУДПО МВС України, 2000. 41 с.

5. Рекомендації щодо захисту особового складу підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України під час гасіння пожеж та ліквідації наслідків аварій за наявності небезпечних хімічних речовин (аміак, хлор, азотна, сірчана, соляна та фосфорна кислоти): Наказ МНС України 13.10.2008 р. № 733.

6. Рекомендації щодо організації гасіння пожеж підрозділами МНС на промислових об'єктах підвищеної небезпеки з наявністю небезпечних хімічних речовин: Наказом МНС України від 29.09.2011 р. № 1017.

7. Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж: Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340..

8. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті: Наказ МВС від 29.11.2019 р. № 1000.

**УДК 614.8-052**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ХІМІЧНОЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ХЛОРУ ПРИ ОСАДЖЕННІ АВАРІЙНОГО ВИКИДУ**

*Лесько Андрій Сергійович, ад'юнкт,  
Кулаков Олег Вікторович, кандидат технічних наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

Хлор знайшов широке застосування у промисловості та побуті. Є сировиною для виробництва полівінілхлориду, пластиків, з яких виготовляють ізоляцію для кабельних виробів, віконний профіль, пакувальні та будівельні матеріали тощо. Використовується при виробництві інсектицидів (зокрема, гексахлорану) для боротьби зі шкідниками у сільському господарстві. Хлорування є найбільш розповсюдженим способом промислового знезаражування питної води (ґрунтується на спроможності хлору пригнічувати ферментні системи мікроорганізмів). Для питної води припустимим є вміст остаточного хлору у питній воді  $0,3 \pm 0,5$  мг/л.

З воєнної точки зору хлор є бойовою отрутною речовиною, а також використовується при виробництві бойових отрутних речовин, зокрема, іприту та фосгену. Як бойова отрутна речовина хлор вперше був застосований під час першої світової війни. 22 квітня 1915 року біля міста Іпр (Бельгія) германські

хімічні війська випустили біля 180 т хлору на позиції англійських та французьких військ. Постраждало біля 15000 людей, з яких біля 5000 померли.

Широке застосування хлору обумовлює відносно часте виникнення аварій з його викидом. 24 жовтня 2010 року на складі хлору Деснянської водопровідної станції ВАТ «АК «Київводоканал» стався викид хлору у приміщенні танків хлору [1]. Надзвичайна ситуація сталася при зливі хлору з цистерни через відключення одного із двох компресорів. 03 вересня 2018 року в Довгінцевському районі міста Кривий Ріг на території підприємства «Кривбасводоканал» виникла масштабна аварія з витоком хлору [2].

Під час переливання рідкого хлору з танка ємністю 96 м<sup>3</sup> у транспортувальну ємність об'ємом 0,8 м<sup>3</sup> на засувці між танком і ємністю не витримав ущільнювач, що спричинило витік 25-30 кг хлору. Вплив хлору на організм людини відчувався на відстані декількох кілометрів від міста аварії. 28 лютого 2019 року у штаті Алабама (США) стався витік хлору на підприємстві з водопостачання Birmingham Water Works, госпіталізовані понад 50 осіб [3]. Причиною витоку в Birmingham Water Works називають випадкове змішування натрію гіпохлориту (відбілювач) і сульфату заліза. 01 грудня 2021 року в Одесі на території підприємства стався витік хлору внаслідок розгерметизації ємності об'ємом 800 літрів [4]. Для локалізації аварії було подано воду розпиленими струменями для осадження парів хлору. Рятувальники наклали бандаж на ємність, що розгерметизувалася.

24 лютого 2022 року розпочався відкритий військовий напад Російської Федерації на Україну. Ризик виникнення аварій з викидом широко застосовної небезпечної хімічної речовини хлор суттєво збільшився.

Хлор – блідно-жовто-зелений газ з характерним запахом (сприймання запаху відбувається при концентрації в межах 0,3÷3,8 мг/м<sup>3</sup>, безпечною максимально припустимою є концентрація 5 мг/м<sup>3</sup>). Газоподібний хлор у 2,5 рази важчий за повітря, тому має властивість накопичуватися у низьких ділянках місцевості, підвалах тощо. Зріджується при температурі мінус 34 °С. Випаровуючись у повітрі рідкий хлор утворює з водяними парами білий туман. Хлор у хмарі знаходиться у смертельних концентраціях. Хлор належить до сильних окисників. Вологий хлор спричиняє сильну корозію більшості металів. Наявність хлору в повітрі призводить до зупинки двигунів внутрішнього згоряння та їх пошкодження [5-8].

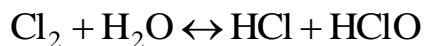
Хлор є сильнодіючою отруйною речовиною, яка має загально-токсичну й подразнюючу дію на організм людини, а також викликає хімічні опіки. Перші ознаки ураження – різкий грудний біль, порушення координації руху, різь в очах, слизотеча, сухий кашель, блювання. Хлор спричинює різке подразнення слизових оболонок очей, верхніх і глибоких дихальних шляхів і легенів

З точки зору пожежної безпеки є негорючою речовиною. Є окисником. Багато металів та неметалів (титан, мідь, алюміній, цинк, фосфор тощо) спроможні горіти в атмосфері сухого і вологого газу хлор.

Хлор зберігається в спеціальних резервуарах або закачується в сталеві балони високого тиску. Балони з рідким хлором під тиском мають спеціальне

фарбування – захисний колір із зеленою смугою. Під час тривалої експлуатації балонів із хлором у них накопичується надзвичайно вибуховий трихлорид азоту, і тому час від часу балони з хлором мають проходити планову промивку й очищення від хлориду азоту.

Хлор розчинюється у воді з утворенням соляної кислоти HCl та хлорноватистої кислоти HClO:



За своєю хімічною активністю соляна кислота HCl належить до найсильніших кислот. Властивості соляної кислоти суттєво залежать від її концентрації у водному розчині. Концентрована соляна кислота містить 37% HCl і має густину 1,19 г/см<sup>3</sup>. Соляна кислота у концентрації близько 0,5 % присутня у шлунку людини. Хлорноватиста кислота HClO за своєю хімічною активністю є слабкою кислотою. Використовується як дезінфікуючий засіб.

При 10 °C і атмосферному тиску один літр води розчиняє 3,10 л газоподібного хлору, а при 30 °C 1 л води розчиняє лише 1,77 л хлору. Зі збільшенням рН розчину (зі збільшенням лужності) розчинність хлору у воді збільшується.

Питання прогнозування наслідків викиду хлору під час аварій, організації гасіння пожеж та ліквідації аварії, пов'язаних з хлором, та захисту особового складу підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту було актуальним з початку отримання Україною незалежності [7-11].

Гасити пожежу за наявності хлору необхідно водою з максимально можливої відстані. Слід охолоджувати ємності водою. Для розсіювання (осадження, ізоляції) парів треба використовувати розпилену воду. Небезпечна зона має місце в радіусі не менше 200 м. Розміри зони хімічного забруднення уточнюються за результатами хімічної розвідки. У небезпечну зону дозволяється входити лише в засобах індивідуального захисту. Триматися слід з навітряного боку, уникати низьких місць.

Не торкатися пролитої речовини. Потерпілим надати першу допомогу. Задіяти служби відповідно до плану локалізації та ліквідації аварії для усунення витікання, перекачування у справну ємність, огороження місць розливів ґрунтовим валом, нейтралізації розливів. Прибрати із зони аварії горючі матеріали. Не допускати потрапляння у водоймища, підвали, каналізацію.

В якості засобів індивідуального захисту слід використовувати ізолювальний термогазозахисний костюм ІК-ТГЗ, ізолювальні газохімічнозахисні костюми КІ-АР “Іній”, “Рятувальник ЗУ”, КІ-К-М “Юпітер - М”, “Рятувальник 2МУ” та аналогічні. Засоби індивідуального захисту органів дихання - ізолювальні захисні дихальні апарати.

## ЛІТЕРАТУРА

1. У Києві стався викид хлору. URL: [https://gazeta.ua/articles/life/\\_u-kiyevi-stavsya-vikid-hloru/358729](https://gazeta.ua/articles/life/_u-kiyevi-stavsya-vikid-hloru/358729) (дата звернення 17.05.2024).



2. На підприємстві Кривого Рогу стався витік хлору, госпіталізовано одну особу. URL: [https://zn.ua/ukr/UKRAINE/poblizu-krivogo-rogu-stavsya-vitik-hloru-gospitalizovano-odnu-osobu-287297\\_.html](https://zn.ua/ukr/UKRAINE/poblizu-krivogo-rogu-stavsya-vitik-hloru-gospitalizovano-odnu-osobu-287297_.html) (дата звернення 17.05.2024).

3. На підприємстві у США стався витік хлору. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/2649965-na-pidприємстві-u-ssa-stavsya-vitik-hloru-ponad-50-osib-u-likarnah.html> (дата звернення 17.05.2024).

4. В Одесі стався витік хлору. URL: <https://ua.korrespondent.net/city/odessa/4422628-v-odesi-stavsia-vyitik-khloru> (дата звернення 17.05.2024).

5. Хлор // Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Хлор> (дата звернення 17.05.2024).

6. SFPE (Society of Fire Protection Engineers) Handbook of Fire Protection Engineering: 5th edition / Morgan J. Hurley. Quincy: National Fire Protection Association, 2016. 3493 p.

7. Рекомендації ГУДПО МВС України щодо захисту особового складу підрозділів пожежної охорони під час гасіння пожеж з наявністю хлору. – Київ: 2000, 41 с.

8. Рекомендації щодо захисту особового складу підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України під час гасіння пожеж та ліквідації наслідків аварій за наявності небезпечних хімічних речовин (аміак, хлор, азотна, сірчана, соляна та фосфорна кислоти): Наказ МНС України 13.10.2008 р. № 733. URL: [http://univer.nuczu.edu.ua/tmp\\_metod/557/rekom\\_733\\_2008.pdf](http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/557/rekom_733_2008.pdf) (дата звернення 17.05.2024).

9. Рекомендації щодо організації гасіння пожеж підрозділами МНС на промислових об'єктах підвищеної небезпеки з наявністю небезпечних хімічних речовин: Наказом МНС України від 29.09.2011 р. № 1017. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/FIN69119> (дата звернення 17.05.2024).

10. Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж: Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text> (дата звернення 17.05.2024).

11. Методика прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті: Наказ МВС від 29.11.2019 р. № 1000. URL: [https://zakononline.com.ua/documents/show/485712\\_\\_653617#n13](https://zakononline.com.ua/documents/show/485712__653617#n13) (дата звернення 17.05.2024).

### **УДК 621.3**

## **ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ПРОГНОЗУВАННЯ ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРІЯХ З ВИКИДОМ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН В КРАЇНАХ СВІТУ**

*Мельниченко А.С., доктор філософії, НУЦЗ України*

Активний розвиток комп'ютерних систем автоматичного розрахунку та систем штучного інтелекту дозволяють розробляти програмні комплекси на

основі складних математичних моделей, які дозволяють отримувати аналітичні розрахунки із великою кількістю вхідних параметрів та зміні параметрів у динаміці. У зв'язку із активним розвитком систем прогнозування стану атмосфери на сучасному етапі використовують цільовий підхід – процес моделювання та побудови програмного комплексу проводиться під конкретну задачу із конкретними умовами. Це дозволяє збільшити точність отриманих результатів для заздалегідь визначеної вузької проблеми не ускладнюючі процес розрахунку.

Найвідомішими реалізаціями моделей розповсюдження газів є програмні комплекси HGSYSTEM та ціла низка програм від таких організацій, як TNO (Голландія), Det Norske Veritas (DNV Technica, Норвегія), U.S. Environmental Protection Agency (EPA – Агентство захисту навколишнього середовища США), NIST (Національний інститут стандартів і технологій США), методики класу DEGADIS. Розроблені методики реалізуються у вигляді певних програмних продуктів [1].

Найпоширенішими методиками, які рекомендовані EPA та які вже використовуються в США, Канаді, ЄС є такі системи, як CTDMPLUS, AERMOD, CALPUFF, BLP, CALINE3, [1, 2].

Основними розробниками прикладного програмного забезпечення AERMOD є компанії «Lakes Environmental» (Канада) і «BREEZE» (США).

AERMOD містить такі модулі:

1) AERMOD – модуль математичного моделювання дисперсії домішки в атмосфері;

2) AERMET – модуль визначення необхідних метеоданих на основі розв'язання системи рівнянь ПША;

3) інструментальний набір AERSURFACE для відтворення рельєфу місцевості;

4) AERMAP – програмні засоби, призначені для прив'язки моделі до тривимірних даних місцевого рельєфу та об'єктів. Крім того, в моделях цього класу містяться засоби, що дають змогу враховувати особливості поширення домішки над трасами, водними перешкодами, лісовим масивом і т.д. Використання моделей цього класу пов'язане з істотними витратами і зусиллями під час підготовки вхідних даних і має сенс при оцінюванні екологічних ризиків від промислових джерел забруднення [3]. При EPA створено підрозділ AERMIC, що займається питаннями впровадження в моделі EPA нових концепцій моделювання якості повітря, а також налаштуванням та введенням в експлуатацію моделюючих систем. Саме вченими цього підрозділу було введено в експлуатацію систему AERMOD для моделювання поширення забруднювальних речовин від різних джерел забруднення (наземних, висотних) в умовах довільного рельєфу місцевості.

Методика CALPUFF використовує сучасну нестационарну, багатошарову, багатфункціональну модель, яка імітує поширення забруднювальних речовин від викидів різноманітних джерел забруднення за мінливих метеорологічних умов з урахуванням взаємодії речовин з навколишнім середовищем. Головними

компонентами системи моделювання є CALMET – діагностична тримірна метеорологічна модель, CALPUFF – модель дисперсії якості повітря, CALPOST – пакет постобробки.

Методика BLP використовує гаусові моделі дисперсії та може бути використана для випадків коли небезпечні газі можуть потрапити до верхніх шарів атмосфери.

Каліфорнійським департаментом транспорту для визначення рівня забруднення, яке викидає автотранспорт розроблено програмний комплекс CALINE3. Основою є багатогранна стаціонарна гаусова модель дисперсії поширення забруднювальних речовин з підвітряної сторони від шосе та вулиць міста відносно в нескладній місцевості.

На основі моделі гаусового розподілу концентрацій також розроблено програму CAL3QHC. Вона призначена для розрахунку концентрацій забруднень, що утворюються в результаті викидів.

Методика CTDMPLUS також базується на гаусовій моделі поширення викидів точкових джерел забруднення в умовах складного рельєфу. В основному модель використовують за стійкого та нейтрального станів атмосфери. Однак передбачено використання алгоритму в разі нестійкого стану атмосфери.

Особливостями розглянутих вище методик та програмних комплексів є необхідність використання багатоядерного апаратного забезпечення через складні алгоритми отримання аналітичного розв'язання. Це суттєво ускладнює процес прогнозування, що є суттєвим недоліком в умовах ліміту часу в процесі ліквідації надзвичайних ситуацій.

Більш простий підхід запропоновано в методиці HGSYSTEM, яка представляє собою сукупність комп'ютерних програм, розроблених для прогнозування розсіювання аварійних викидів хімічних речовин, густина яких більша за густину повітря.

В Італії розроблено методику ARIES [4] та програмне забезпечення для її реалізації. У системі ARIES основним є модуль PAD, що збирає із встановленого джерела метеорологічні параметри атмосфери та перетворює їх у необхідний для використання формат. Модуль ARCO базується на лагранжевих моделях опису руху домішок, які призначені для оцінювання концентрацій та випадіння в разі складних метеорологічних умов та складної підстилаючої поверхні.

На базі основних кліматичних моделях розроблено програмний модуль AMETISTA для прогнозування якості повітря. Він включає три складові: обробку погодинних метеорологічних параметрів, блок розсіювання, який базується на HPDM модельних рівняннях Хана і Чанга, та статистичну обробку результатів розрахунку.

Для певних умов прогнозування доцільним є використання універсальних систем моделювання: FlowVision, FLUENT, GAS TOOL, PHOENICS, Star-CD та інші, багато з яких існують як в одно-, так і в багатопроцесорній версіях [3]. Розглянемо деякі універсальні системи.

Програмний пакет GAS DYNAMICS TOOL дає змогу розраховувати багатофазні течії з врахуванням хімічної кінетики, перенесення тепла, міжфазних переходів у ділянках складної форми шляхом чисельного рішення тривимірних рівнянь Ейлера або Нав'є–Стокса.

Програмний комплекс FLUENT є одним з найпоширеніших продуктів, що використовується для моделювання процесів газової динаміки із врахуванням турбулентних процесів для газової та дисперсної фази.

Ці програмні комплекси та методики є більш універсальними але при цьому суттєво уповільнюється процес розрахунку та падає точність у порівнянні із ціле орієнтованими підходами.

Значно менше число спеціалізованих програм орієнтовано винятково на багатопроекторні системи. Наприклад, програмний комплекс ECOSIM включає дві підмоделі MEMO і DYMOS. Перша підмодель описує динаміку забруднень з урахуванням факторів турбулентності. Підмодель DYMOS описує перенесення забруднювальних речовин на основі рівняння дифузії для рухомого середовища, їх взаємні перетворення на основі декілька зміненої хіміко-кінетичної моделі. Хімічні реакції враховуються найточніше шляхом розв'язку системи звичайних диференціальних рівнянь [4].

До окремого сімейства методик відносяться програмні комплекси цільовим образом призначені для використання рятувальниками. Можливість автоматичного нанесення зони хімічного забруднення передбачено в програмному комплексі WISER [5,6]. Однак недоліком цієї програми є визначення розмірів зон ураження за табличними довідниковими даними без процесу розрахунку та без врахування основних факторів. Суттєво збільшити точність прогнозування дозволяє використання програмного комплексу ALOHA . Дана програма проводить моделювання розповсюдження небезпечної речовини з використання гаусової моделі розсіювання домішок за введеними параметрами та дозволяє візуалізувати результати прогнозування.

Такі програми дозволяють автоматизувати процес розрахунку із графічною візуалізацією результатів прогнозування та інтеграцією з картою місцевості. Ці програмні комплекси засновані на використанні математичних моделей просторової дифузії газів або моделей Гауса. Використання рівняння дифузії дозволяє враховувати основні метеорологічні параметри навколишнього середовища, в якому розповсюджується газ. Додаткові модифікації цих моделей дозволяють враховувати умови викиду небезпечного газу із технологічного апарату . Це є актуально для умов аварії, коли викид може протікати з різною інтенсивністю або взагалі припинено при блокуванні аварійного апарату.

В США для цих цілей використовується програмний комплекс ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres). Комплекс ALOHA призначений для використання при проведенні розрахунків під час розливу небезпечних хімічних речовин, в допомогу аварійно-рятувальним службам в ліквідації аварій пов'язаних з небезпекою поширення токсичних повітряних мас, теплового випромінюванням від пожеж та ефектів вибуху.

ALOHA використовує графічний інтерфейс для введення даних та відображення результатів. Вплив токсичних хімічних парів, надлишкового тиску, теплового випромінювання або областей, де присутні легкозаймисті гази, представлені графічно та з текстом. Комплекс ALOHA був розроблений та підтримується Відділенням реагування на надзвичайні ситуації, департаментом Національної агенції океану та атмосфери у співпраці з Управлінням надзвичайних ситуацій Агентства з охорони довкілля.

Основою методології ALOHA є моделі дисперсії повітря для оцінки ризику інгаляції, пов'язаної з токсичними хімічними речовинами в повітрі, та ступенем займистої хмари. Ці моделі дисперсії повітря використовуються для прогнозування того, як концентрація забруднювача, коли викидається в атмосферу, коливається залежно від часу та положення. ALOHA включає в себе дві напівемпіричні моделі дисперсії повітря: Гаусова модель використовується для прогнозування напрямку поширення хмари, яка легше повітря; модель Heavy Gas використовується для забруднюючих хмар, які важчі за повітря.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ECOSIM Telematics Applications Project: ECOSIM Deliverable D05.02 [Електронний ресурс] / P. Mieth, S. Unger, N. Moussiopoulos [et al.] // Веб-сайт Environmental Software & Services GmbH AUSTRIA.
2. Polorecka M., Kubas J., Danihelka P., Petrlova K., Repkova Stofkova K., Buganova K. Use of Software on Modeling Hazardous Substance Release as a Support Tool for Crisis Management. Sustainability, 2021. V. 13. P. 438-453.
3. Elperin T., Fominykh A., Krasovitev B., Vikhansky A. Effect of rain scavenging on altitudinal distribution of soluble gaseous pollutants in the atmosphere. Atmospheric Environment, 2011. V. 45(14). P. 2427–2433.
4. Gautam S., Liu T., Cole D. Sorption, Structure and Dynamics of CO<sub>2</sub> and Ethane in Silicalite at High Pressure: A Combined Monte Carlo and Molecular Dynamics Simulation Study. Molecules. 2019. V. 24(1). P. 99.
5. Torres O., Bhartia P., Herman J. A long-term record of aerosol optical depth from TOMS observations and comparison to AERONET measurements. Journal of the Atmospheric Sciences, 2002. V. 59. P. 398 413.
6. Chu D. A., Kaufman Y. J., Zibordi G., Chern J. D., Mao J., Li C., Holben B. N. Global monitoring of air pollution over land from the Earth Observing System-Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). J. Geophys. Res., 2003. V. 108. P. 4661.

## АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ХІМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

*Р. П. Мельник, к.т.н., доц., О. Г. Мельник, к.т.н., с.н.с., Є. С. Романчук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
НУЦЗ України*

Ведення бойових дій на території України несе надзвичайно велику шкоду населенню країни та довкіллю. Через застосування країною-агресором хімічної зброї на полі бою, постійні обстріли хімічними боєприпасами населених пунктів та позицій наших захисників відбувається забруднення довкілля надзвичайно шкідливими хімічними речовинами, що несуть небезпеку для цілих екосистем [1].

Окрім того, в Україні знаходиться велика кількість промислових об'єктів з великими об'ємами хімічно небезпечних речовин. Тому питання забезпечення хімічної безпеки країни досить актуальне і потребує кардинальних заходів і впровадження сучасних технологій.

1 грудня 2022 року підписаний Закон України «Про забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією» [2]. Це рамковий євроінтеграційний документ, що дозволив Україні виконати частину євроінтеграційних зобов'язань, а також подбати про захист українців і довкілля. Даний закон є базисом для побудови національної системи управління хімічними речовинами за європейським зразком. Він створив підґрунтя для подальших кроків – імплементації двох основних технічних регламентів ЄС – CLP та REACH.

Одними з основних джерел загроз хімічній безпеці є: використання у промисловості технологій, що не забезпечують належний рівень хімічної безпеки; забруднені небезпечними хімічними речовинами або хімічною продукцією території (ділянки); розроблення, виробництво, імпорту та використання нових хімічних речовин, щодо яких не проведено оцінки ризиків; відсутність захисту цільових об'єктів від несанкціонованого доступу та технологічного тероризму; наявність хімічної зброї, затопленої у Чорному морі за часів колишнього СРСР; здійснення бойових дій на території України внаслідок збройної агресії російської федерації тощо [2]. Потенційними джерелами загрози хімічній безпеці може бути й неналежне використання у промисловості технологій або низький рівень обізнаності персоналу щодо безпеки, яку становлять хімічні речовини. Тож такі об'єкти також підлягатимуть моніторингу.

Організацію заходів з виявлення джерел загроз хімічній безпеці здійснює центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері забезпечення хімічної безпеки – Кабінет Міністрів України, що в свою чергу, 6 серпня 2024 року затвердив «Порядок проведення моніторингу загроз

хімічній безпеці та виявлення їх джерел» [3]. Цей Порядок визначає процедуру проведення моніторингу загроз хімічній безпеці та виявлення їх джерел і ведення Реєстру загроз хімічній безпеці. А сам реєстр загроз призначений для збирання, зберігання, оброблення, обліку, захисту, відображення, використання, поширення та надання інформації про проведення моніторингу загроз хімічній безпеці та виявлення їх джерел. Документ розроблено на виконання євроінтеграційних зобов'язань України та для продовження реформи національної системи хімічної безпеки.

Повна цифровізація процесів – єдиний можливий шлях контролю за обігом небезпечних хімічних речовин в Україні. Це дозволить розвивати ринок хімічної продукції саме так, як він працює у ЄС.

На сьогодні державна політика спрямована на повну відкритість та прозорість, продовження впровадження європейських стандартів та вибудовування якісно нової системи хімічної безпеки в країні, яка повністю відповідатиме сучасним цивілізованим підходам. Проте необхідно навчитися оперативного розпізнати ситуації хімічного чи радіаційного забруднення за допомогою сучасних сервісів екологічного моніторингу.

Тому, наступним кроком щодо забезпечення хімічної безпеки країни є створення Інформаційної системи забезпечення хімічної безпеки – комплексу інформаційних технологій та технологічних засобів надання, оброблення, збереження, захисту та оприлюднення інформації у сфері забезпечення хімічної безпеки в електронному вигляді та інформації, що міститься у відповідних електронних базах даних [2]. Дану систему планують впровадити як частину ЕкоСистеми [4], національної онлайн-платформи, яка містить актуальну інформацію про стан довкілля.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мельник О., Мельник Р. Аналіз хімічних загроз та забезпечення хімічної безпеки в умовах війни. *Global Directions in Scientific Research and Technological Development: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference (September 16-18, 2024)*. Valencia, Spain. European Open Science Space, 2024. Pp. 13–15.

2. Про забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією: Закон України від 01.12.2022 р. № 2804-IX. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2804-20#Text> (дата звернення 20.09.2024).

3. Про затвердження Порядку проведення моніторингу загроз хімічній безпеці та виявлення їх джерел: Постанова Кабінету Міністрів України від 06.08.2024 р. № 891. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/891-2024-%D0%BF#n9> (дата звернення 20.09.2024).

4. ЕкоСистема: національна онлайн-платформа, яка містить актуальну інформацію про стан довкілля. Режим доступу: <https://eco.gov.ua/> (дата звернення 20.09.2024).

## ОСОБЛИВОСТІ СЕРЕДНЬОЇ БІКОГЕРЕНТНОСТІ ДИНАМІКИ ПАРАМЕТРІВ

*Мелещенко Р. Г., доктор технічних наук, професор, доцент кафедри  
пожежної та рятувальної підготовки факультету оперативно-рятувальних  
сил, Національний університет цивільного захисту України*

Джерелами різних загроз і небезпечних подій виступають практично усі об'єкти технічної [1, 2] та соціально-економічної сфери [3, 4]. Зазвичай загрози та надзвичайні ситуації оцінюють рівнем завданих ними збитків та частотою їх появи. З огляду на це максимальна частота появи та рівень збитків характерні пожежам у приміщеннях (ПП) [5]. ПП завдають великої шкоди як здоров'ю людини [6], так і власно об'єктам.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Dubinin D., Korytchenko K., Lisnyak A., Hrytsyna I. Numerical simulation of the creation of a fire fighting barrier using an explosion of a combustible charge. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 6/10(90). P. 11–16. doi: 10.15587/1729-4061.2017.114504
2. Popov O., Iatsyshyn A., Kovach V., Artemchuk V., Taraduda D., Sobyna V., Sokolov D., Dement M., Hurkovskiy V., Nikolaiev K., Yatsyshyn T., Dimitriieva D. Physical features of pollutants spread in the air during the emergency at NPPs. *Nuclear and Radiation Safety*. 2019. Vol. 4/84. P. 11. doi: 10.32918/nrs.2019.4(84).11
3. Vambol V., Vambol S., Kondratenko O., Koloskov V., Suchikova Y. Substantiation of expedience of application of high-temperature utilization of used tires for liquefied methane production. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2018. Vol. 87(2). P. 77–84. doi: 10.5604/01.3001.0012.2830
4. Dubinin D., Korytchenko K., Lisnyak A. Improving the installation for fire extinguishing with finelydispersed water. *EEJET*. 2018. Vol. 2/10(92). P. 38–43. doi: 10.15587/1729-4061.2018.127865
5. Otrosh Y., Danilin O., Zhuravskiy M. Assessment of the technical state and the possibility of its control for the further safe operation of building structures of mining facilities. *E3S Web of Conferences*. 2019. Vol. 123. № 01012. doi: 10.1051/e3sconf/201912301012
6. Ragimov S., Sobyna V., Vambol S., Vambol V., Feshchenko A., Zakora A., Strejekurov E., Shalomov V. Physical modelling of changes in the energy impact on a worker taking into account high-temperature radiation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2018. Vol. 91. № 1. P. 27–33. doi: 10.5604/01.3001.0012.9654



## МОДЕЛЬ НАГРІВУ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТАЛЕВОГО РЕЗЕРВУАРА В УМОВАХ ПОЖЕЖІ РОЗЛИВУ

*В.В. Олійник, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України*

*О.Є. Басманов, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України*

Резервуарні парки є основним місцем зберігання нафти і нафтопродуктів в процесі її переробки. Значна кількість надзвичайних ситуацій починається з аварійного розливу горючої рідини. Поява джерела запалювання у вигляді відкритого вогню або електростатичного розряду призводить до спалахування парів рідини. Внаслідок скупчення значних об'ємів горючих рідин на невеликій площі виникає небезпека каскадного розповсюдження пожежі на сусідні технологічні об'єкти та природні ландшафти. Відповідно до [1] близько 44 % масштабних пожеж, в яких спостерігався ефект «доміно», починалися саме з пожежі в резервуарі або з пожежі розливу. Згідно з дослідженням [2], близько половини пожеж в резервуарних парках почалися внаслідок появи відкритого вогню. Ще 10 % сталися внаслідок електростатичних розрядів та блискавки, інші – внаслідок помилок операторів або відмови обладнання.

Основним способом зберігання нафти і нафтопродуктів є вертикальні сталеві резервуари. Небезпека теплового впливу пожежі на них пов'язана з розгерметизацією фланцевих з'єднань, втратою міцності сталевими конструкціями та нагрівом окремих частин резервуара до температури самоспалахування парів рідини, що зберігається в ньому. Нагрів сталевих конструкцій до температури самоспалахування рідини перетворює їх на джерело запалювання. Це здатне призвести до вибуху пароповітряної суміші в газовому просторі резервуара або виникненню горіння парів на виході із дихальних пристроїв.

Характерні розміри вертикальних сталевих резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів ємністю (0,7÷20) тис. м<sup>3</sup> складають (10÷40) м в діаметрі і (9÷18) м по висоті. При цьому товщина стінки і покрівлі не перевищує 10 мм, тобто є на 3 порядки меншою порівняно з висотою та діаметром. Це дозволяє вважати температуру однаковою по всій товщині покрівлі резервуара. Тоді розподіл температури по стінці резервуара буде описуватися двовимірним рівнянням теплопровідності, яке в циліндричних координатах має вигляд [3]:

$$\frac{\partial T_w}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T_w}{\partial z^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 T_w}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{q_w}{c_s \rho_s \delta_w}; \quad 0 < z < H; \quad 0 < \varphi < 2\pi,$$

де  $T_w(\varphi, z, t)$  – температура стінки резервуара в точці з координатами ( $\varphi, z$ ) в момент часу  $t$ ;  $a$  – коефіцієнт теплопроводності сталі;  $R, H$  – радіус і висота резервуара (рис. 1);  $c_s, \rho_s$  – питома теплоємність та питома густина сталі;  $\delta_w$  – товщина стінки резервуара;  $q_w=q_w(\varphi, z, t)$  – щільність теплового потоку в даній точці на стінці резервуара внаслідок теплообміну з пожежею, навколишнім середовищем і внутрішнім простором резервуара.

Розподіл температури по покрівлі резервуара описується рівнянням:

$$\frac{\partial T_r}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_r}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T_r}{\partial \varphi^2} \right) + \frac{q_r}{c_s \rho_s \delta_r}; \quad 0 < r < R; \quad 0 < \varphi < 2\pi,$$

де  $T_r(r, \varphi, t)$  – температура покрівлі резервуара у точці з координатами ( $r, \varphi$ ) в момент часу  $t$ ;  $\delta_r$  – товщина покрівлі резервуара;  $q_r=q_r(r, \varphi, t)$  – щільність теплового потоку в даній точці на покрівлі резервуара внаслідок теплообміну з пожежею, навколишнім середовищем і внутрішнім простором резервуара.

Щільність теплового потоку до покрівлі і верхньої частини стінки, що не контактує з нафтопродуктом у резервуарі, визначається сумою:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7,$$

де  $q_1$  – щільність теплового потоку випромінюванням від пожежі;  $q_2$  – щільність теплового потоку випромінюванням в навколишнє середовище;  $q_3$  – щільність теплового потоку конвекційним теплообміном з навколишнім повітрям і продуктами горіння;  $q_4$  – щільність теплового потоку випромінюванням від внутрішньої поверхні стінки через газовий простір резервуара;  $q_5$  – щільність теплового потоку випромінюванням від внутрішньої поверхні покрівлі резервуара;  $q_6$  – щільність теплового потоку випромінюванням від поверхні рідини;  $q_7$  – щільність теплового потоку внаслідок конвекційного теплообміну з пароповітряною сумішшю в газовому просторі резервуара.

Щільність теплового потоку до нижньої частини стінки, що контактує з нафтопродуктом у резервуарі, представлена сумою:

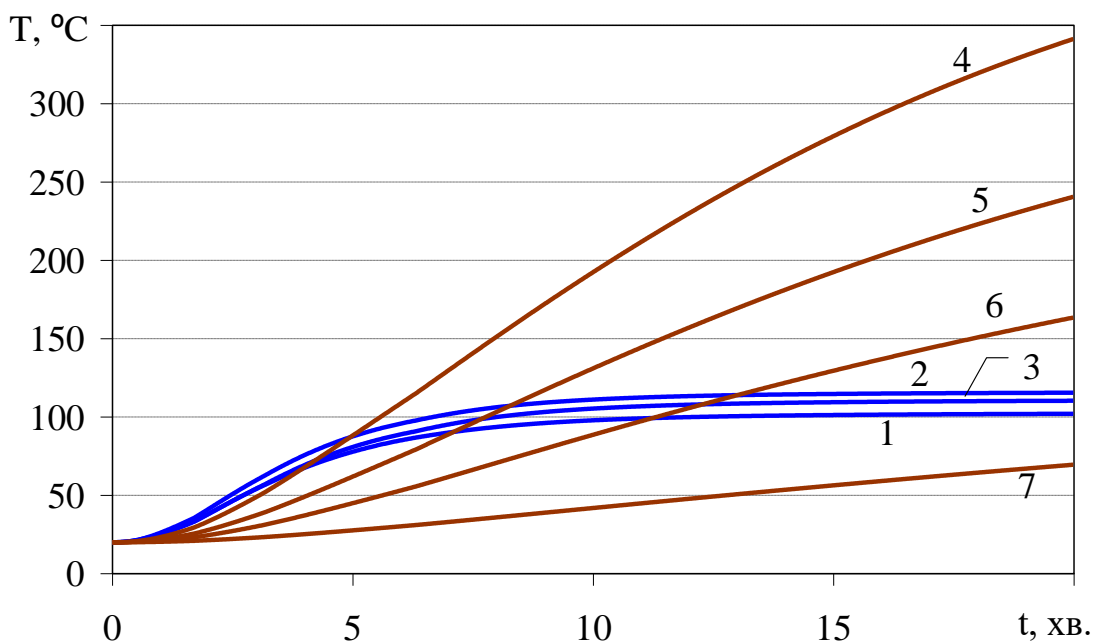
$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_8,$$

де  $q_8$  – щільність теплового потоку внаслідок конвекційного теплообміну з рідиною в резервуарі.

В якості приклада розглянемо горіння розливу дизельного палива, що витікає з інтенсивністю 2 л/с на поверхню з кутом нахилу  $3^\circ$ . При цьому напрям нахилу співпадає з віссю  $X$ , а початок координат розташований у точці витоку рідини. Резервуар РВС-5000 (висота  $H = 12$  м, діаметр  $D = 23$  м) розташований на відстані 6 м від точки витоку рідини в напрямку осі  $Y$ . Вітер відсутній. Резервуар заповнений дизельним паливом до рівня 4 м.

На рис. 1 наведено динаміку зміни температури поверхні резервуара,

оберненої в бік пожежі. Аналіз наведених графічних залежностей свідчить, що частина стінки резервуара, розташована вище рівня рідини у резервуарі, досягає більших значень температури, ніж частина стінки, що контактує з рідиною. Це відбувається незважаючи на те, що на нижню частину резервуара припадає більша щільність теплового потоку від пожежі, внаслідок того, що вона розташована ближче до полум'я.



**Рисунок 1 – Динаміка зміни температури частини стінки резервуара, оберненої в бік пожежі ( $\theta = 290^\circ$ ) на різних висотах: 1 –  $z = 0$ ; 2 –  $z = 2$  м; 3 –  $z = 4$  м; 4 –  $z = 6$  м; 5 –  $z = 8$  м; 6 –  $z = 10$  м; 7 –  $z = 12$  м**

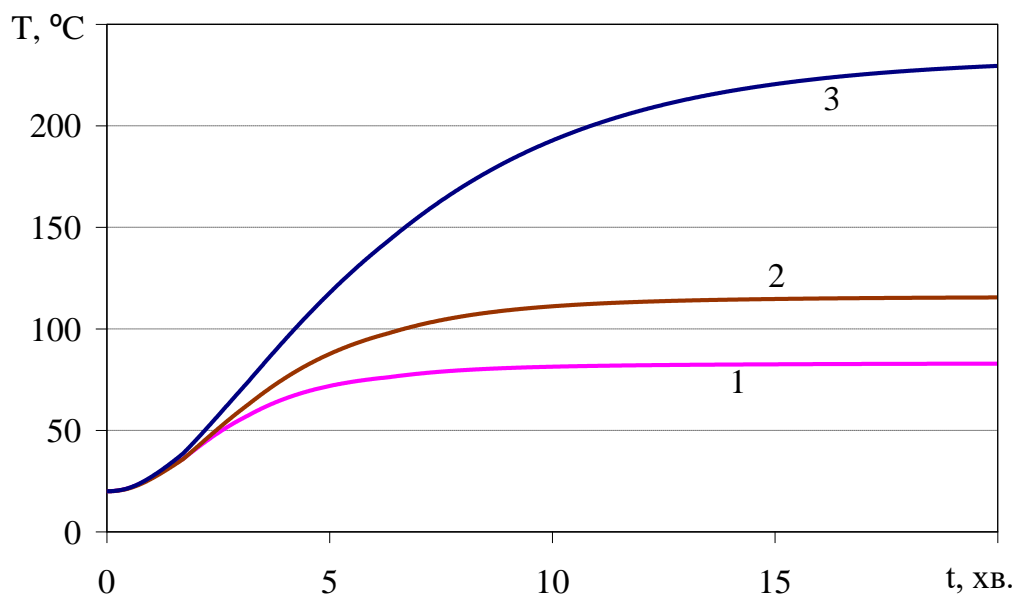
Враховуючи, що температура самоспалахування парів дизельного палива складає близько 300 °С, можна зробити висновок, що верхня частина стінки, розташована вище рівня рідини в резервуарі, нагрівається до небезпечних значень температури. Це означає її перетворення у джерело запалювання для парів бензину в резервуарі і можливість вибуху парів у газовому просторі резервуара, якщо концентрація парів знаходиться в межах між нижньою і верхньою концентраційними межами розповсюдження полум'я. При цьому в окремих точках стінки температура досягає величини 300 °С через 16,5 хв.

Опуклість донизу графіків залежностей на початковому етапі (рис. 1) пов'язана з тим, що відбувається збільшення площі горіння внаслідок розтікання рідини, а значить, і щільності теплового потоку на стінку резервуара. З прогрівом стінки і наближенню площі горіння до максимального значення опуклість графіків змінюється на протилежну і розподіл температури по стінці резервуара асимптотично наближається до свого граничного значення.

Частина стінки, що знаходиться нижче рівня рідини в резервуарі, досягає максимального значення температури близько 115 °С, що не становить загрозу вибуху або горіння парів дизельного палива.

Охолоджувальна дія нафтопродукту, залитого в резервуар, залежить,

головним чином, від його в'язкості. Порівняння динаміки зміни температури нижньої частини стінки резервуара, оберненої в бік пожежі, для різних видів нафтопродукту наведено на рис. 2.



**Рисунок 2 – Динаміка зміни температури нижньої частини стінки резервуара, оберненої в бік пожежі, в залежності від нафтопродукту у резервуарі: 1 – бензин; 2 – дизельне паливо; 3 – мазут**

Аналіз залежностей, наведених на рис. 2, свідчить, що найбільший охолоджувальний ефект має бензин (кінематична в'язкість  $\nu = 0,6 \text{ мм}^2/\text{с}$ ), а найменший – мазут ( $\nu = 80 \text{ мм}^2/\text{с}$ ).

Запропонована модель теплового впливу пожежі розливу горючої рідини на резервуар з нафтопродуктом може бути використана як при проектуванні систем охолодження, так і в оперативному режимі. З практичної точки зору розроблена модель є основою для побудови системи підтримки прийняття рішення керівником гасіння пожежі. Маючи застосунок, який реалізує вказану модель, керівник гасіння пожежі після проведення розвідки може прийняти рішення щодо охолодження резервуарів і визначити граничний час початку охолодження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Reniers G., Cozzani V. Features of Escalation Scenarios. Domino Effects in the Process Industries. 2013. P. 30-42. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-54323-3.00003-8>

2. Li L., Dai L. Review on fire explosion research of crude oil storage tank. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 236. P. 01022. Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123601022>

3. Oliinyk V., Basmanov O., Romanyuk I., Rashkevich O., Malovyk I. Building a model of heating an oil tank under the thermal influence of a spill fire.

**УДК 355.58**

## **ЕКОЛОГІЧНІ ЗАГРОЗИ КІРОВОГРАДЩИНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

*Р.А.Осін кан. техн. наук, доц., Красота М.В., канд. техн. наук, доц.,  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький*

Кіровоградська область, розташована в центральній частині України, стикається з низкою серйозних екологічних викликів, які потребують негайного вирішення для забезпечення сталого розвитку регіону.

Дана робота має на меті висвітлити основні екологічні проблеми Кіровоградщини, їх вплив на навколишнє середовище та життя людей, а також запропонувати шляхи покращення екологічної ситуації.

До основних екологічних загроз Кіровоградщини відносять наступні [1, 2, 3].

*Забруднення атмосферного повітря.* Одним з найбільш нагальних питань є забруднення атмосферного повітря [4]. Основними джерелами забруднення виступають промислові підприємства, зокрема підприємства добувної та переробної промисловості, а також автомобільний транспорт. У великих містах області, таких як Кропивницький та Олександрія, концентрація шкідливих речовин у повітрі часто перевищує гранично допустимі норми, що негативно впливає на здоров'я населення та стан екосистем.

*Проблеми водних ресурсів.* Водні ресурси області також зазнають значного антропогенного навантаження. Річки Інгул, Інгулець та їхні притоки страждають від забруднення промисловими та побутовими стоками. Особливу стурбованість викликає стан підземних вод, які є основним джерелом питного водопостачання для багатьох населених пунктів області. Забруднення водоносних горизонтів нітратами, важкими металами та іншими токсичними речовинами становить серйозну загрозу для здоров'я населення.

*Деградація ґрунтів.* Кіровоградщина, як аграрний регіон, стикається з проблемою деградації ґрунтів [5]. Інтенсивне землекористування, недотримання сівозмін, надмірне використання мінеральних добрив та пестицидів призводять до виснаження родючого шару ґрунту. Ерозія ґрунтів, особливо водна та вітрова, посилюється внаслідок вирубки лісосмуг та недостатнього застосування протиерозійних заходів.

*Вплив видобутку уранової руди.* Особливу увагу слід приділити екологічним наслідкам видобутку уранової руди, який здійснюється в області. Радіаційне забруднення території поблизу шахт та відвалів становить значну загрозу для навколишнього середовища та здоров'я місцевого населення.

Проблема утилізації відходів уранового виробництва залишається невирішеною та потребує впровадження сучасних технологій для мінімізації негативного впливу на довкілля [3, 5].

Кіровоградська область є ключовим регіоном України з видобутку уранової руди, що має значний вплив на екологічну ситуацію. Основні родовища урану зосереджені в районі міст Кропивницький та Жовті Води. Видобуток здійснюється підприємством "Східний гірничо-збагачувальний комбінат" (СхідГЗК).

Радіаційне забруднення:

- підвищений радіаційний фон спостерігається в радіусі до 5 км від шахт.
- середній рівень радіації в зоні впливу уранових шахт може перевищувати природний фон у 2-3 рази.
- у деяких локальних точках біля відвалів породи зафіксовано перевищення норми до 10 разів.

Забруднення водних ресурсів:

- шахтні води, що містять підвищені концентрації урану та продуктів його розпаду, забруднюють підземні водоносні горизонти.
- у річках Інгул та Жовта відзначено перевищення вмісту урану в 5-10 разів порівняно з фоновими значеннями.

проблема відходів:

- на території області накопичено понад 50 млн тонн відходів уранового виробництва.
- хвостосховища займають площу близько 500 га, становлячи постійну загрозу пилового забруднення прилеглих територій.

Вплив підвищеної радіації на здоров'я населення:

- спостерігається підвищена захворюваність на рак легень серед працівників уранових шахт та жителів прилеглих територій;
- зафіксовано збільшення випадків вроджених аномалій у новонароджених в районах, прилеглих до місць видобутку.

Заходи з мінімізації впливу:

- впровадження сучасних технологій очистки шахтних вод та рекультивзації відвалів.
- посилення радіаційного моніторингу та медичного нагляду за населенням у зоні впливу.
- розробка та реалізація довгострокової програми з безпечного зберігання та утилізації відходів уранового виробництва.

Вирішення проблем, пов'язаних з видобутком уранової руди, вимагає комплексного підходу та значних інвестицій у природоохоронні заходи для забезпечення екологічної безпеки регіону.

*Стан лісових ресурсів та біорізноманіття.* Лісові ресурси Кіровоградської області зазнають значного антропогенного тиску. Незаконні вирубки, недостатнє лісовідновлення та зміна клімату призводять до зменшення площі лісів та деградації лісових екосистем. Це, у свою чергу,

негативно впливає на біорізноманіття регіону, створюючи загрозу для існування рідкісних видів флори і фауни [7, 8].

*Управління відходами.* Проблема управління відходами залишається однією з найгостріших для області. Більшість полігонів твердих побутових відходів не відповідає екологічним стандартам та санітарним нормам. Відсутність сучасних технологій сортування та переробки відходів призводить до забруднення ґрунтів, підземних вод та атмосферного повітря [9,10].

Для вирішення зазначених проблем та забезпечення екологічної безпеки Кіровоградщини необхідно вжити комплекс заходів:

1. Впровадження екологічно чистих технологій у промисловості, зокрема, встановлення сучасних очисних споруд на підприємствах та модернізація виробничих процесів.

2. Розвиток альтернативної енергетики, включаючи сонячну та вітрову енергетику, що дозволить зменшити залежність від викопного палива та знизити рівень забруднення атмосфери.

3. Вдосконалення системи моніторингу стану довкілля, що передбачає створення сучасної мережі спостережень за якістю повітря, води та ґрунтів.

4. Впровадження ефективної системи управління відходами, включаючи роздільний збір сміття, будівництво сміттепереробних заводів та рекультивацію існуючих полігонів.

5. Посилення заходів з охорони та відновлення лісів, включаючи збільшення площі заліснення та створення нових природоохоронних територій.

6. Підвищення екологічної свідомості населення через освітні програми, громадські ініціативи та залучення місцевих громад до вирішення екологічних проблем.

Важливу роль у забезпеченні екологічної безпеки відіграють органи цивільного захисту. Їх діяльність має бути спрямована на [10, 11]:

1. Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій екологічного характеру шляхом проведення профілактичних заходів та посилення контролю за дотриманням екологічного законодавства.

2. Підвищення готовності до ліквідації наслідків екологічних катастроф, включаючи розробку планів реагування та проведення регулярних навчань.

3. Покращення взаємодії між органами цивільного захисту, екологічними службами та науковими установами для ефективного моніторингу та прогнозування екологічних ризиків.

*Висновки та рекомендації.* Забезпечення екологічної безпеки Кіровоградщини вимагає комплексного підходу та спільних зусиль влади, бізнесу та громадськості. Для поліпшення екологічної ситуації в області рекомендується:

1. Розробити та впровадити регіональну програму екологічної безпеки з чіткими цілями, термінами та джерелами фінансування.

2. Стимулювати впровадження екологічно чистих технологій на підприємствах через механізми економічного заохочення та посилення екологічних стандартів.

3. Активізувати роботу з відновлення та збереження природних екосистем, особливо в районах, що зазнали найбільшого антропогенного впливу.

4. Розвивати систему екологічної освіти та виховання, починаючи з дошкільних закладів і закінчуючи програмами підвищення кваліфікації для фахівців.

5. Посилити міжнародне співробітництво в галузі охорони навколишнього середовища, залучаючи передовий досвід та технології для вирішення екологічних проблем регіону.

Реалізація цих заходів дозволить не лише покращити екологічну ситуацію в Кіровоградській області, але й створити основу для сталого розвитку регіону, забезпечивши баланс між економічним зростанням та збереженням природного середовища для майбутніх поколінь.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Цивільний захист. Курс лекцій: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем "магістр"/ А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард", 2017. – 144 с.

2. Голян В.А. Природокористування як сфера економічних відносин: суперечності та пріоритети // Економіка та держава. – 2007. – № 6. – С. 20 – 22.

3. Буркинський Б. Екологічно чисте виробництво. Наукові засади впровадження та розвитку // Вісник Національної академії наук України. – 2006. – № 5. – С. 11–17.

4. Хлобистов Є.В. Екологічна безпека просторового розвитку продуктивних сил України / Є.В. Хлобистов, Л.В.Жарова // Механізм регулювання економіки. – 2010. – №3. – Т. 2. –С. 182–188.

5. Хлобистов Є. В. Екологічна безпека трансформаційної економіки / Є.В. Хлобистов. – К. : Агенство «Чорнобильінтерінформ», 2004. – 336 с.

6. Дудюк В. С., Гобела В. В. Теоретичні підходи до визначення поняття екологічна безпека // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України : зб. наук.-техн. пр. Вип. 25.5. Львів : РВВ НЛТУ України. 2015. С. 130— 135.

7. Матеріали Національного екологічного центру України. URL : <http://www.nescu.org.ua/ekopol>.

8. Качинський А. Б., Єгоров Ю. В. Екологічна безпека України: системні принципи та методи її формалізації // Національна безпека: український вимір : щоквартальний наук. зб. 2009. № 4. С. 71—79.

9. Хилько М. І., Кушерець В. І. Екологічна безпека України: у запитаннях та відповідях. К. : Знання України, 2006. 144 с.

10. Дудюк В. С. Теоретичні підходи до визначення поняття екологічна безпека... С. 130—135.



**УДК 614.3:623.454**

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НОВИХ ВИДІВ ЗБРОЇ МАСОВОГО УРАЖЕННЯ**

Сенчихін Ю.М., к.т.н., професор, Гапоненко Ю.І.,  
Національний університет цивільного захисту України  
Дендаренко Ю.Ю., к.т.н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ  
України

Виникнення надзвичайної ситуації у воєнний час насамперед пов'язане із застосуванням бойових засобів ураження [1, 2] та засобів масового ураження, серед яких найімовірніше застосування ядерної, хімічної, бактеріологічної зброї, а також нових видів зброї [3].

До нових видів зброї масового ураження (ЗМУ) відносять зброю, засновану на принципово нових фізико-хімічних явищах, властивостях та технічних принципах: геофізична (метеорологічна, екологічна), генетична та етнічна, інфразвукова, променева (лазерна, гразерна, пучкова), радіологічна, космічна та ін.

**Геофізична зброя** являє собою комплексний вплив на процеси в літосфері, атмосфері та гідросфері Землі.

*Метеорологічна (атмосферна) зброя* - це вплив на макрофізичні процеси в атмосфері з метою зміни локального балансу енергії. Розпорошуючи певні хімічні речовини в «теплих» (що складаються з крапель води) і «холодних» (хмари, що складаються з кристаликів льоду), можна або розсіяти їх, або викликати штучний дощ. Кількісно опади можна збільшувати до 200...300 мм, що становить велику небезпеку для низинних та вологих районів. У 1963 р. за три дні метеорологічної війни рівень опадів в одному з районів В'єтнаму становив 858 мм, що призвело до прориву гребель та затоплення великих територій сільськогосподарських земель.

Засіваючи грозову хмару йодистим сріблом або скидаючи в хмару найдрібніші металеві голки, можна викликати розряди блискавки, що і будуть тактичною зброєю для поразки людей.

*Екологічна зброя* – це комплекс заходів, що здійснюються у широких масштабах, які спрямовані на порушення природних умов життєдіяльності. Розпорошення у верхніх шарах атмосфери речовин, що поглинають сонячну енергію або тепло Землі, може спричинити різке локальне охолодження або перегрівання Землі. Спрямованими ядерними вибухами в геологічних утвореннях, на континентальному шельфі, шляхом обвалення льодовиків

можна викликати штучні землетруси, штормові припливи (літосферна та гідросферна зброя) тощо.

Особливо небезпечно використання методів та засобів (стратосферні ядерні вибухи, введення в шар озону хімічних реагентів), що знищують озоновий шар планети (геокозмічна та озонна зброя).

Невиправні екологічні наслідки можливі при застосуванні ядерної зброї великої потужності.

Застосування ядерних зарядів загальною потужністю 5000 Мт (приблизно 1/10 всіх ядерних зарядів) створить на Землі катастрофічну ситуацію. Від прямого впливу уражаючих факторів ядерної зброї загине 1,5...2 млрд. чол., в атмосферу буде викинуто близько 225,5 млн. т аерозолу та пилу, внаслідок чого надходження сонячної радіації зменшиться на 90%, що спричинить катастрофічні глобальні зміни клімату (ядерна зима). Згідно зі сценарієм відбудеться зниження температури біля поверхні Землі в середньому на 15...20°, а в деяких районах (східне узбережжя США) – на 40°. Океан залишиться порівняно теплим (зниження температури на 1 – 2°), проте різниця температур суші та океану призведе до ураганів та штормів.

Через нестачу сонячної радіації припиниться процес фотосинтезу, загибель рослин спричинить загибель тварин, тобто на суші та в океані порушиться харчовий цикл. Концентрація озону зменшиться на 30...70%, а потік УФ-випромінювання зросте у 100 разів. Для відновлення колишньої структури атмосфери буде потрібно 100 років.

Наслідком радіоактивного зараження та проникаючої радіації буде зниження імунітету у більшості людей, поява інфекційних ускладнень. На Землі відбудеться катастрофічна епідеміологічна обстановка – поширюватимуться пандемії різних інфекцій (грипу, чуми, холери). Різко збільшиться кількість ракових захворювань, особливо лейкемії (рак крові). Частота прояву різних її форм у населення Землі, що вижило, складе 10...11 тис. чол. на 1 млн. населення.

Ударна хвиля, світлове випромінювання та електромагнітний імпульс у комплексі призведуть до масових ландшафтних пожеж та повному руйнуванню екосистеми Землі [4].

Зрештою, слід зазначити неможливість надання постраждалим реальної медичної допомоги. При глобальному ядерному конфлікті для лікарської допомоги необхідно 2 млн. пунктів медичної допомоги, 30 млн. лікарів та 100 млн. чол. середнього медичного персоналу. За даними ВООЗ, 1985 р. у світі було 3...3,5 млн. лікарів та 7...7,5 млн. осіб середнього медичного персоналу. Слід зважити, що оскільки госпіталі концентруються навколо великих міст, то 60% лікарів загине одразу.

**Генетична зброя** – це нові форми шкідливих бактерій, які створені методами генної інженерії. При попаданні до чужого організму ці бактерії виділяють речовини, що змінюють структуру генів, викликаючи появу нових хвороботворних бактерій. Велику небезпеку представляє можливість рекомбінації ДНК (ТК-ДНК), що дозволяє нехвороботворну бактерію зробити

хвороботворною, імплантувавши до неї генетичну інформацію хвороботворності чи виробництва токсинів.

Різновидом генетичної зброї є *етнічна зброя*, що є біологічними та хімічними рецептурами, які вибірково впливають на певні етнічні групи населення. Вибірковість обумовлена різницею групи крові, пігментації шкіри тощо. Ефективність генетичної зброї оцінюється у 25...30%. Наприклад, кров групи В виявлено в американських індіанців та 40% населення Південно-Східної Азії. Застосування рецептур, що впливають на людей лише цієї групи крові, призведе до їхньої масової загибелі.

**Променева зброя** заснована на досягненнях сучасної фізики та умовно ділиться на лазерну, гразерну та пучкову.

*Лазерна зброя* – це квантові генератори, що генерують когерентне електромагнітне випромінювання широкого діапазону довжин хвиль, призначене для знищення живої сили та техніки. Вражаюча дія потужного лазера полягає в миттєвому підвищенні температури поверхні, що опромінюється, її перегріві і займанні. Для руйнування сталі необхідна щільність потоку що падає на поверхню  $62 \text{ кДж/см}^2$ , дерево обвуглюється при  $20 \text{ кДж/см}^2$ , важке ураження мозку має місце при поверхневої потужності  $1 \text{ кДж/см}^2$ , ураження рогівки ока – при  $10\text{-}3 \text{ кДж/см}^2$ .

Найбільш перспективними вважаються потужні лазери з довжиною хвилі  $10,6 \text{ мкм}$ , оскільки ця довжина хвилі відповідає «вікну прозорості» атмосфери і це випромінювання поглинається гемоглобіном крові, ферментами нервової системи, молекулами води в тканинах, що збільшує вражаючу дію променів.

*Гразерна зброя*. Особливий інтерес фахівців викликає розробка лазерів у рентгенівській області та області гамма-випромінювання (гразери), що має велику проникаючу здатність у повітрі та матеріалах.

Різновидом променевої зброї є *пучкова зброя*, що створює потік елементарних частинок високої швидкості та великої густини. Вона може застосовуватися як на землі, так і в космосі, а джерелом заряджених частинок (електронів, протонів) є прискорювачі елементарних частинок. Для підвищення «далекобійності» передбачається завдавати не окремі, групові удари по  $10\text{...}20$  імпульсів у кожному. Початкові імпульси створюють «тунель», яким наступні імпульси можуть досягати цілі, що розташована за  $10\text{...}15 \text{ км}$ . Пучкова зброя космічного базування заснована на використанні нейтральних частинок, а дальність дії, що уражає, досягає сотень кілометрів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 1: Посібник. За загальною редакцією В.Н. Пшеничного. К.: Основа, 2006. 240 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4076>
2. Сенчихін Ю. М., Дендаренко Ю.Ю. Особливості забезпечення безпеки та захисту особового складу в умовах ведення бойових дій. Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків.

Матеріали круглого столу (вебінару). – Харків: НУЦЗУ, 2023. С. 134-135.  
<http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/17264>

3. Зброя масового ураження та захист від неї. Навчальний посібник. / Б. П. Теплоухов. Київ: Вид. дім «СКІФ», 2023. 101 с.

4. Буц Ю.В., Крайнюк О.В., Сенчихін Ю. М. та ін. Вплив небезпечних токсичних факторів пожеж при військових діях на екосистеми і життєдіяльність населення. Комунальне господарство міст. Науково-технічний збірник серія: технічні науки та архітектура. Т. 6, вип. 180. 2023. С. 196-202. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/19176>

**УДК 621.039.58(038)**

## **КАТЕГОРІЇ РИЗИКУ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

*А.Б. Тарнавський, канд. техн. наук, доцент,  
О.В. Любовецький*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Джерела іонізуючого випромінювання (ДІВ) широко застосовують для потреб суспільства у різних галузях промисловості у корисних цілях.

Ступінь небезпеки від використання різноманітних ДІВ залежить від багатьох факторів, включаючи й активність радіоактивного джерела. Для оцінки ступеня небезпеки від ДІВ існує класифікація категорій ризику від надзвичайно небезпечних для людини до дуже малоїмовірно небезпечних для людини.

Незапланована подія на будь-якому об'єкті з радіаційною чи радіаційно-ядерною технологією кваліфікується як радіаційна аварія, якщо при виникненні цієї події виконуються дві необхідні і достатні умови:

1. Втрата регулюючого контролю над джерелом;
2. Реальне (або потенційне) опромінення людей, яке пов'язане з втратою регулюючого контролю над джерелом.

Під визначення радіаційної аварії підпадає широкий спектр таких подій, як крадіжки чи втрати поодиноких закритих джерел гамма-випромінювання, неконтрольовані розгерметизації радіоактивних джерел, що містять гамма-, бета- і альфа-випромінювачі, включаючи радіонуклідні нейтронні джерела.

Будь-яка незапланована подія, яка відповідає зазначеним умовам, виникла на енергетичному, транспортно-енергетичному, дослідницькому чи промисловому атомному реакторі, кваліфікується як радіаційна аварія незалежно від причин і масштабів цієї аварії.

Згідно категорії ризиків МАГАТЕ розрізняють таку класифікацію джерел іонізуючого випромінювання:

- I категорія (радіоізотопні термоелектричні генератори, гамма-опромінювачі);

- II категорія (гамма-радіографи з високою та середньою потужністю дози);
- III категорія (стаціонарні промислові пристрої, еталонні джерела (рівнеміри, конвеєрні датчики тощо));
- IV категорія (портативні засоби вимірювання, антистатичні пристрої, кісткові денситометри, радіографи з низькою потужністю дози);
- V категорія (радіоактивні аплікатори).

Джерела категорії I є надзвичайно небезпечними для людини. Вони можуть викликати незворотні і навіть смертельні наслідки для людини, якщо вона буде знаходитися поблизу незахищеного ДІВ від декількох хвилин до години. Проте, зі збільшенням відстані ризик заподіяти перманентну шкоду або загрозу життю людини зменшується або відсутній. Загрозою від такого джерела буде забруднення території. Для великих ДІВ територія, яку необхідно очистити, може бути до одного квадратного кілометра та більше.

Для ДІВ категорії I можна навести наступні приклади:

- телетерапія: використовується в медичних закладах для лікування пухлин і містить ізотопи  $^{60}\text{Co}$  з активністю 1000-15000 Кі (37-560 ТБк) або ізотопи  $^{137}\text{Cs}$  з активністю 500-1500 Кі (19-56 ТБк);
- опромінювачі крові: використовуються в медицині та різноманітних лабораторних дослідженнях; зазвичай містять ізотопи  $^{60}\text{Co}$  та  $^{137}\text{Cs}$ ; при цьому активність  $^{60}\text{Co}$  становить 1500-3000 Кі (37-111 ТБк), а активність  $^{137}\text{Cs}$  1000-12000 Кі (37-440 ТБк);
- промислові опромінювачі з активністю  $^{60}\text{Co}$  та  $^{137}\text{Cs}$  трохи більше, ніж 1500-3 000 Кі (37-111 ТБк).

ДІВ категорії II використовується, в основному, у промисловій гамма-радіографії, брахіотерапії з великою та середньою потужністю дози, для калібрування приладів тощо.

ДІВ категорії II є дуже небезпечними для людини. У випадку неналежного контролю та при порушенні умов зберігання таких джерел, вони можуть спричинити значну шкоду здоров'ю людини, яка бере його руками або іншим чином контактує з ним протягом короткого часу (від хвилини до години). Негативний вплив таких ДІВ може викликати повільну смерть, якщо людина перебуватиме поблизу з незахищеним ДІВ протягом декількох годин або декілька днів.

За межами сотні метрів від ДІВ категорії II ризик для здоров'я людей є незначним або майже відсутній. Проте, забруднену територію необхідно зачистити, ймовірна площа не перевищить меж одного квадратного кілометра.

Для ДІВ категорії II можна навести наступні приклади:

- брахітерапія: ДІВ, що розташовуються всередині або біля пухлини для постачання великої дози випромінювання до тканини пухлин; радіонукліди варіюються в залежності від типу пухлини та можуть містити  $^{137}\text{Cs}$ -,  $^{60}\text{Co}$ -,  $^{125}\text{I}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{252}\text{Cf}$ .

- джерела для промислової радіографії: використовуються для отримання зображення твердих об'єктів з активністю  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{75}\text{Se}$  та  $^{169}\text{Yb}$  в межах 5-200 Кі (0,19-7,4 ТБк);

- радіографічні камери (рис. 1) з активністю  $^{60}\text{Co}$  або  $^{192}\text{Ir}$  в межах 100-150 Кі (5000 ГБк) або менше;

- джерела для калібрування приладів з активністю  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{60}\text{Co}$  менше 100 Кі (3700 ГБк).



Рисунок 1 – Радіографічна камера

ДІВ категорії III є небезпечними для людини. Вони можуть завдати шкоди організму людини, яка бере його руками або іншим чином контактує з ним протягом кількох годин. Можливий, хоча це малоімовірно, смертельний результат для людини, якщо знаходиться поруч з цією незахищеним ДІВ протягом декількох днів і до 2-3 тижнів. Джерело може заподіяти шкоду життю людей, які перебувають у безпосередній близькості від нього. За межами декількох метрів ризик негайних ефектів для здоров'я людей малий або майже відсутній, проте забруднену територію необхідно чистити. Розміри території не перевищують межі малої частини квадратного кілометра.

Серед ДІВ категорії III слід відзначити промислові датчики з активністю  $^{137}\text{Cs}$  1-5 Кі (37-185 ГБк).

Джерела категорії IV малоімовірно є небезпечними для людини. Кількість незахищеного радіоактивного матеріалу такого ДІВ може тимчасово завдати шкоди людині, яка бере його руками або іншим чином контактує з ним протягом багатьох годин або людині, яка перебуває поблизу від нього протягом багатьох тижнів.

Серед ДІВ категорії IV слід виділити високоактивні блискавковідводи з активністю  $^{154}\text{Eu}$  50-400 мКі (2-15 ГБк).

До ДІВ категорії V відносять, в основному, джерела з низькою потужністю дози для проведення брахіотерапії, прилади рентгенівської флуоресценції, детектори електронного захоплення, спектрометри, радіоактивні джерела для ПЕТ-технології, низькоактивні блискавковідводи.

Джерела категорії V становлять малоімовірну небезпеку для здоров'я людини.

Прикладом радіоактивного джерела категорії V може бути елемент радіоізотопного джерела світла (РГДС ЕТ) (рис. 2) в автоматичному сигналізаторі виявлення аерозолів спеціальних домішок АСП, які знаходилися майже у кожній військовій частині.



Рисунок 2 – Радіоізотопне джерело світла (РГДС ЕТ)

РГДС ЕТ призначене для налаштування чутливості сигналізатора і є джерелом бета-випромінювання типу БИС-М-2 (БИС-МНА-1). РГДС ЕТ являє собою герметичну ампулу зі сплавів алюмінію всередині якої поміщений і зафіксований препарат із радіонуклідами  $^{88}\text{Sr} + ^{89}\text{Y}$ .

Таким чином, ДІВ мають різноманітні форми та розміри. Тому ДІВ, які призначені для однакового застосування, але вироблені різними компаніями-виробниками, можуть бути зовсім різними за формою та розміром. Проте, кожне джерело повинно містити відповідне попереджувальне маркування (рис. 3).



Рисунок 3 – Опечатане джерело іонізуючого випромінювання

Якщо ДІВ перебуває у контейнері та під наглядом відповідного обслуговуючого персоналу, який, у свою чергу дотримується усіх заходів

безпеки, то ризику, які, пов'язані з небезпекою для суспільства і оточуючих, є низькими.

Проте, в умовах відсутності належного контролю за ДІВ воно може бути втраченим або викраденим. Не слід забувати, що в умовах ведення бойових дій снаряд може зруйнувати контейнер з ДІВ, а це в свою чергу може призвести до опромінення людей та довкілля.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку: Закон України від 08.02.1995 № 39/95-ВР (із змінами).

2. Про поводження з радіоактивними відходами: Закон України від 30.06.1995 № 255/95-ВР (із змінами).

3. Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання: Закон України від 14.01.1998 № 15/98-ВР (із змінами).

4. Технічний регламент закритих джерел іонізуючого випромінювання: Постанова Кабінету Міністрів України від 05.12.2007 № 1382.

5. Глосарій МАГАТЕ з питань безпеки. Термінологія, що використовується в сфері ядерної безпеки та радіаційного захисту, МАГАТЕ, Відень (2019). 276 с.

6. Кодекс поведінки щодо забезпечення безпеки й захищеності радіоактивних джерел, МАГАТЕ, Відень (2004).

**УДК 351.861**

## ІМІТАЦІЙНІ НАВЧАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОТОВНОСТІ ДО НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ РАДІАЦІЙНОГО ТА ХІМІЧНОГО ХАРАКТЕРУ

*М.А. Чиркіна-Харламова, к.т.н., доц., Національний університет цивільного захисту України*

*В.В. Колісник, Міжрегіональний центр швидкого реагування ДСНС України*

У ХХ столітті після створення та розповсюдження в світі радіаційно та хімічно небезпечних об'єктів виникла необхідність їх належного утримання та захисту. Тоді, у 1986 році, катастрофа на Чорнобильській АЕС показала, що на жаль, не було створено спеціального ефективного плану конкретних дій з ліквідації, а також відпрацьованого механізму ліквідації наслідків можливої радіаційної небезпеки. Схожа проблемна ситуація була і в Європі на об'єктах з підвищеною хімічною загрозою [1].

В умовах сьогодення, під час повномасштабного вторгнення російської федерації, виникає безліч загроз, які можуть вплинути на життя та здоров'я людей, а також на стан навколишнього середовища. Особливо суттєво збільшується ризик виникнення загроз радіаційного, хімічного та біологічного



характеру. Радіаційна загроза є одним з найнебезпечніших наслідків збройних конфліктів, особливо якщо вони відбуваються поблизу ядерних об'єктів або за участі зброї масового ураження. Джерелами радіаційної загрози під час війни є атомні електростанції, ядерні сховища, ядерна зброя, радіоактивні джерела, «брудні бомби». Пошкодження або обстріл АЕС може призвести до витоку радіоактивних речовин і масштабного забруднення довкілля. Зберігання ядерних відходів та ядерного палива створює потенційну загрозу в разі пошкодження сховищ. Використання ядерної зброї має катастрофічні наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людей. Широке використання радіоактивних джерел у медицині, промисловості та наукових дослідженнях створює додаткові ризики їх розповсюдження в разі конфлікту [2].

Хімічні загрози є однією з найнебезпечніших складових сучасних конфліктів. Вони можуть виникати внаслідок використання хімічної зброї, аварій на хімічних підприємствах, в результаті чого під час бойових дій можуть бути пошкоджені хімічно небезпечні об'єкти, що призведе до викиду шкідливих речовин в атмосферу. Хімічні речовини можуть зберігатися на складах, очисних спорудах та інших об'єктах цивільної інфраструктури, що становлять потенційну загрозу в умовах воєнного стану. Слід відмітити, що потяги, автомобілі та інші транспортні засоби, які перевозять хімічні речовини, також можуть стати мішенями для обстрілів і становити загрозу забруднення довкілля різноманітними токсичними речовинами [3].

Надзвичайно важливим у реаліях сьогодення є належне відпрацювання планів, процедур, інструкцій з питань реагування на надзвичайні ситуації радіаційного та хімічного характеру на критично важливих об'єктах критичної інфраструктури України.

Імітаційні навчання можуть допомогти розробити системи, процедури та механізми реагування на надзвичайні ситуації радіаційного та хімічного характеру, а також оцінити та протестувати їхні функціональні спроможності. Основною метою управління імітаційними навчаннями є сприяння розробці ефективної програми навчань, що відповідає цільовому призначенню, а також управління нею, шляхом надання узгоджених практичних настанов та інструментів для розробки і впровадження навчань. Слід зазначити, що імітаційні навчання покращують індивідуальну продуктивність, організаційну комунікацію і координацію, визначають ролі та обов'язки екстрених служб, сприяють формуванню команди та налагодженню співпраці, дають можливість випробувати й оцінити плани та процедури, включаючи операційні настанови та стандартні операційні процедури, а також створюють безпечне середовище для відпрацювання реагування на надзвичайні ситуації, що надає можливість навчатися на своїх помилках всім учасникам навчань.

В управлінні імітаційними навчаннями розрізняють чотири типи навчань, які можна розділити на дві категорії: навчання в форматі обговорень та операційні навчання. Навчання у форматі обговорень, які покликані ознайомити учасників із поточними планами, політиками, домовленостями та процедурами, а також залучити учасників до їх розробки або вдосконалення. Операційні

навчання, які призначені для валідації планів, політик, домовленостей, процедур та функціональності системи; сприяння розумінню ролей і обов'язків; а також виявленню прогалин у забезпеченні ресурсами [4].

Таким чином, імітаційні навчання забезпечують можливість вдосконалити й підвищити оперативну готовність до реагування на радіаційні та хімічні інциденти.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Міжнародна взаємодія при транскордонних надзвичайних ситуаціях на промислових підприємствах / Чиркіна М.А., Ганич С.О. // Матеріали круглого столу «Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням». – Харків: НУЦЗ України, 2023. – С. 50-52.

2. Аналіз ефективності заходів контролю та моніторингу радіаційної безпеки в Україні/ Чиркіна-Харламова М.А., Слепужніков Є.Д. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Problems of Emergency Situations». – Харків: НУЦЗ України, 2024. – С. 261-263.

3. До питання забезпечення техногенної безпеки на хімічно небезпечних об'єктах / Чиркіна М.А., Слепужніков Є.Д., Пономаренко Р.В. // «Подолання екологічних ризиків і загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022»: Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022», (26–27 травня 2022 року, Полтава – Львів). Полтава : НУПП, 2022. с. 646-649.

4. Посібник ВООЗ щодо реалізації імітаційних навчань : посібник. Женева: Всесвітня організація охорони здоров'я, 2017. 75 с.

---

**СЕКЦІЯ 5**  
**«ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ У ВДОСКОНАЛЕННІ**  
**РОБОТИ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДСНС В**  
**УМОВАХ ВОЄННОГО КОНФЛІКТУ »**

---

**УДК 351.86+614.8**

**ОСОБЛИВОСТІ НАДАННЯ ДОПОМОГИ ТА РЯТУВАННЯ**  
**ПОСТРАЖДАЛИХ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО**  
**СТАНУ**

*М.Б. Григор'ян кандидат технічних наук, доцент,  
Д.С. Федоренко кандидат історичних наук, М.О. Кропива кандидат  
технічних наук, В. Б. Компан Черкаський інститут пожежної безпеки  
імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В умовах військового стану, ситуації, пов'язані з надзвичайними подіями на водних об'єктах, стають все більш актуальними. Це пов'язано із зростанням ризиків, пов'язаних з військовими діями, а також з потребою у швидкому реагуванні на надзвичайні ситуації, що можуть загрожувати життю та здоров'ю людей. Військовий стан створює додаткові ризики і загрози, які можуть ускладнювати процес рятування. У таких умовах постраждалі на воді можуть опинитися не лише через природні катаклізми чи техногенні аварії, але й через бойові дії, руйнування інфраструктури, теракти або військові операції.

В умовах військового стану, крім стандартних ризиків, пов'язаних із водними об'єктами (наприклад, погані погодні умови, швидка течія, холодна вода, штормові явища), додаються нові небезпеки. До них належать:

- Бойові дії на воді. Це можуть бути військові операції на річках, озерах чи інших водних об'єктах, що ускладнює рятувальні роботи.
- Мінні загрози. Водні об'єкти можуть бути заміновані як частина військових дій, що створює додаткові ризики для рятувальників.
- Руйнування інфраструктури. Мости, дамби та інші гідротехнічні споруди можуть бути зруйновані, що призводить до значних паводків або затоплень.

Військові дії можуть суттєво впливати на безпеку водних об'єктів та стан людей на них. Наприклад:

Аварії морських та річкових суден. Військові дії можуть призводити до пошкоджень суден, що створює ризики для життя екіпажу та пасажирів.

Масові евакуації. Люди, які змушені рятуватися від бойових дій, можуть намагатися перепливати річки чи озера, що підвищує ймовірність аварій на воді.

Затоплення територій. Внаслідок пошкодження дамб або інших гідротехнічних споруд можуть відбутися масові затоплення населених пунктів.

Успішна рятувальна операція на воді потребує якісної підготовки та координації всіх залучених сил. Основні етапи організації:

- Оцінка ситуації. Рятувальні служби повинні оцінити масштаб небезпеки, наявність постраждалих і можливі загрози для життя рятувальників.
- Планування операції. На основі отриманої інформації складається план рятувальної операції. Враховуються такі фактори, як доступність під'їзних шляхів, характер водного об'єкта (течія, температура води), наявність загроз (міни, бойові дії).
- Мобілізація рятувальних сил. Для проведення операції можуть залучатися рятувальні катери, водолази, спеціальна техніка, а також військові підрозділи, якщо ситуація пов'язана з військовими діями.

Під час проведення рятувальних операцій на воді важливо діяти швидко та злагоджено. Основні етапи операції:

- Виявлення постраждалих. Зазвичай це роблять за допомогою дронів, спеціальних катерів або водолазних підрозділів. Важливо швидко знайти постраждалих, щоб надати їм допомогу до того, як вони постраждають від переохолодження або інших небезпек.
- Евакуація. Після виявлення постраждалих проводиться евакуація. Це може бути як витягування людей з води, так і їх перевезення на безпечну територію за допомогою катерів або гелікоптерів.
- Медична допомога. Одразу після евакуації надається перша медична допомога, що може включати зігрівання, реанімацію, лікування травм.

Катери та гелікоптери є ключовими засобами для рятувальних операцій на воді. В умовах військового стану важливо, щоб рятувальна техніка була оснащена додатковими системами захисту, такими як бронювання та системи спостереження. Гелікоптери можуть використовуватися для евакуації постраждалих з важкодоступних місць або для пошукових операцій. Дрони дедалі частіше використовуються під час рятувальних операцій на воді. Вони дозволяють проводити пошукові операції на великих площах і в умовах обмеженої видимості, знижуючи ризики для рятувальників.

Надання допомоги та рятування постраждалих на водних об'єктах в умовах військового стану є складним і багатоетапним процесом, що потребує високого рівня координації, підготовки та використання спеціалізованої техніки. Військовий стан додає додаткових ризиків і ускладнень, таких як мінні загрози, бойові дії та руйнування інфраструктури. Важливим аспектом рятувальних операцій є також надання психологічної допомоги як постраждалим, так і рятувальникам.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Наказ МВС України № 340 від 26.04.2018 р. «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

2. Наказ ДСНС від 02.04.2024 р № 375 «Про затвердження Рекомендацій про особливості виконання органами управління та підрозділами ДСНС завдань за призначенням у населених пунктах і на територіях під час збройної агресії».

3. Посібник з реалізації заходів евакуації населення, матеріальних і культурних цінностей в умовах загрози та виникнення надзвичайних ситуацій і збройних конфліктів: практичний посібник / М.В. Андрієнко, А.І. Фомін, О.М. Слущка, А.А. Слюсар, Л.В. Калиненко, Ю. М. Чайковський. Київ: ІДУ НД ЦЗ, 2022. 250 с.

4. Ю.М. Сенчихін, Кулаков С.В. Організація АРР на воді. Практичний посібник – Харків, 2004. – 64 с.

## **УДК 614.8**

### **ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ У ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ**

*Я.Б. Кирилів, к.т.н., с.н.с., І.В. Жиденко, д.філос., І.І. Калужняк  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Лісові пожежі стали глобальною проблемою, адже щороку згорає все більше їх територій на планеті. Лісові пожежі класифікуються як природні катастрофи, але лише 10-15% трапляються природно. Решта 85-90 % є наслідком діяльності людини, включаючи пожежі, залишені без нагляду, викинуті недопалки та підпали [1].

Згідно з даними Державної служби статистики України, на території лісового фонду країни протягом 1990–2021 років виникло 109,4 тис. пожеж на загальній площі 141,8 тис. га. Середня, за останні 30 років, площа однієї пожежі становить 1,3 га. За період незалежності України вогнем пошкоджено 4,7 млн куб. м деревини на корені, або 170 тис. куб. м щорічно [2].

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для ліквідації пожеж у природних екосистемах та лісових масивах стало ключовою інновацією у сфері цивільного захисту, особливо під час війни в Україні. Пожежі внаслідок бойових дій, а також через природні фактори, викликають значні загрози для навколишнього середовища та населення. БПЛА дозволяють оперативно оцінювати масштаби пожежі, виявляти її осередки, а також здійснювати моніторинг ситуації в реальному часі. Це особливо важливо в умовах, коли доступ до зони пожежі ускладнений або небезпечний.

Під час війни в Україні БПЛА активно використовуються для боротьби з наслідками пожеж, викликаних обстрілами або іншими військовими діями. Такі апарати допомагають знижувати ризики для рятувальників, надаючи точні дані про розповсюдження вогню, дозволяючи швидше реагувати на загрози та ефективніше використовувати ресурси. Вони також використовуються для оцінки пошкоджень інфраструктури та природних територій, що дозволяє краще планувати заходи з відновлення.

Війна в Україні, що почалася в 2022 році, значно ускладнила боротьбу з пожежами в природних екосистемах та лісових масивах. Обстріли, вибухи боєприпасів та інші військові дії спричиняють масштабні пожежі, які складно контролювати через нестабільність регіонів і небезпеку для рятувальників. У цих умовах БПЛА стали невід'ємним інструментом в управлінні кризовими ситуаціями, особливо під час пожеж.

Сучасний стан розвитку методів дистанційного зондування забезпечує можливість оцінити стан лісового покриву і створити систему регіонального моніторингу лісів на підставі комбінованого використання даних різного просторового розрізнення [3, 4]. Також важливим є метод інформування Державної системи протипожежного захисту лісів у разі виявлення осередку пожежі під час здійснення авіаційних польотів.

Доповнити сучасні авіаційні пілотовані системи, наземні системи під час виконання патрулювання лісових масивів може система раннього дистанційного виявлення осередків лісових пожеж на базі наявних сучасних БПЛА, які здатні здійснювати допоміжний протипожежний моніторинг лісів [5].

Основні переваги застосування БПЛА:

**1. Моніторинг у реальному часі.** БПЛА можуть здійснювати аерофотозйомку в реальному часі, що дозволяє швидко оцінити масштаби пожежі та спрямувати зусилля рятувальників на найбільш критичні ділянки.

**2. Зниження ризику для людей.** У небезпечних для життя умовах, таких як обстріли або мінування територій, БПЛА можуть виконувати функції, які зазвичай виконують рятувальники, значно знижуючи ризик втрат серед особового складу.

**3. Точність виявлення осередків пожеж.** За допомогою тепловізорів, встановлених на БПЛА, можна ефективно ідентифікувати найгарячіші осередки вогню, що допомагає швидко реагувати на ситуацію та приймати правильні рішення щодо розташування пожежно-рятувальних підрозділів.

**4. Оцінка пошкоджень.** Після ліквідації пожежі БПЛА використовуються для оцінки збитків та складання звітів для подальшого відновлення територій.

Вплив війни на природні пожежі в Україні

Згідно з даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій, кількість пожеж у природних екосистемах збільшилась через військові дії. Обстріли викликають пожежі в лісах та природних заповідниках, що завдає серйозних збитків флорі, фауні та екологічному середовищу країни.

Таблиця 1 – Кількість пожеж у природних екосистемах України у 2022-2023 роках (за даними ДСНС)

Рік	Кількість пожеж	Площа уражених територій (га)	Основні причини пожеж
2022	1500	50 000	Обстріли,

			мінування, вибухи боєприпасів
2023	1600	55 000	Військові дії, недбале поводження з вогнем

Згідно з даними, наведеними в таблиці, кількість пожеж у природних екосистемах України у 2022 та 2023 роках значно зросла, що відображає серйозний вплив військових дій на природне середовище. У 2022 році було зафіксовано 1500 пожеж, що охопили площу 50 000 гектарів, тоді як у 2023 році ця кількість зросла до 1600, з площею ураження 55 000 гектарів. Основними причинами таких пожеж стали обстріли, мінування та вибухи боєприпасів під час війни, що створюють безпрецедентні умови для виникнення вогнищ у природних екосистемах. Крім того, у 2023 році додалася проблема недбалого поводження з вогнем, що також сприяло зростанню кількості пожеж. Ці дані свідчать про зростаючу загрозу для екосистем України і підкреслюють важливість застосування сучасних технологій, таких як безпілотні літальні апарати, для ефективної боротьби з пожежами.

**Таблиця 2 – Використання БпЛА у ліквідації пожеж у 2022-2023 роках**

Показник	2022	2023
Кількість операцій з використанням БпЛА	120	180
Оцінка площі моніторингу (га)	15 000	20 000
Виявлення осередків пожеж	500	700
Кількість врятованих ресурсів	Зростає на 30%	Зростає на 40%

Кількість виявлених осередків пожеж зросла з 500 у 2022 році до 700 у 2023 році, що вказує на ефективність використання БпЛА для виявлення пожеж на ранніх стадіях. Крім того, кількість врятованих ресурсів зросла на 30% у 2022 році і на 40% у 2023 році, що свідчить про покращену оперативність і точність дій завдяки використанню БпЛА. Ці дані підтверджують, що БпЛА стали важливим інструментом для підвищення ефективності ліквідації пожеж, знижуючи ризики для рятувальників і мінімізуючи втрати.

Переваги застосування БпЛА під час війни:

- 1. Швидка реакція.** БпЛА можуть працювати в небезпечних зонах і значно скорочують час на розгортання рятувальних операцій.
- 2. Ефективність витрат.** БпЛА потребують менше ресурсів та персоналу для управління, що є важливим у кризових ситуаціях.
- 3. Аналіз пошкоджень.** Дані, зібрані БпЛА, використовуються для аналізу пошкоджень лісових масивів і планування заходів з відновлення.

Таким чином, безпілотні літальні апарати значно підвищують ефективність ліквідації пожеж у природних екосистемах та лісових масивах України під час війни, знижуючи ризики для людей і забезпечуючи точність та швидкість моніторингу та реагування.

Завдяки сучасним технологіям дистанційного зондування, БпЛА можуть доповнювати традиційні методи боротьби з пожежами, такі як пілотовані авіаційні системи та наземні засоби моніторингу [6]. Комбіноване використання БпЛА із системами раннього виявлення осередків пожеж дозволяє зменшити ризики та значно підвищити ефективність боротьби з лісовими пожежами [7].

Використання БпЛА під час ліквідації пожеж у природних екосистемах та лісових масивах значно підвищує ефективність рятувальних операцій в умовах сучасних викликів, таких як війна в Україні. Технології дистанційного зондування, моніторинг у реальному часі та зниження ризиків для рятувальників роблять БпЛА незамінним інструментом у боротьбі з пожежами. Системи на базі БпЛА дозволяють значно скоротити час реакції, підвищити точність і знизити втрати як серед людей, так і природних ресурсів.

БпЛА також є важливим інструментом для оцінки пошкоджень та планування відновлювальних робіт, що стає актуальним у післявоєнному відновленні країни. З огляду на ці переваги, можна стверджувати, що застосування БпЛА стає одним з ключових елементів сучасної стратегії управління кризовими ситуаціями в екосистемах України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. У скільки обходиться пікнік для планети?. Національний університет біоресурсів і природокористування України.
2. Проект «Державна стратегія національної системи управління ландшафтними пожежами на 2021-2035 роки.
3. Гусак О. М. Інформаційна технологія раннього виявлення лісових пожеж. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. наук. пр. Львів : ЛДУБЖД, 2017. №. 15. С. 33–38.
4. Климчик О. М., Ковальчук С. В. Упередження пожежі на торф'яних полях. Наука. Молодь. Екологія – 2018: матеріали XIV Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (17 трав. 2018, м. Житомир). Житомир: ЖНАЕУ, 2018. С. 190–195.
5. Климчик О.М., Ковальчук С.В. Можливості застосування безпілотних літальних апаратів для забезпечення екологічної безпеки регіону. Наука. Освіта. Практика: матеріали наук.-практ. конф. (12 жовт. 2017, м. Житомир). Житомир: ЖНАЕУ, 2017. С. 192–196.
6. Пархоменко В.-П.О., Козка Б. Можливість застосування БпЛА під час лісових пожеж. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2023. С. 314–317.



7. Лаврівський М.З., Тур Н.Є. Використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу надзвичайних ситуацій у лісовій місцевості. Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.8. С. 353–359.

8. Тарабан Д.А., Радченко О.С., Карпець Ю.В. Використання сучасних технологій у виявленні та моніторингу лісових пожеж. Міжнародна науково-практична конференція «Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи» (24-25 жовтня 2023 р.). С. 70–71.

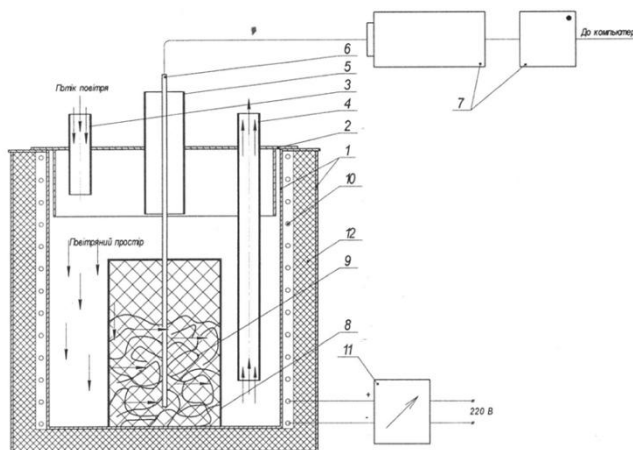
УДК 667.6

## ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ САМОЗАЙМАННЯ ПОРОЛОНУ ПРОСОЧЕНОГО ЛАКОФАРБОВИМИ МАТЕРІАЛАМИ

*Олександр НУЯНЗІН, д-р техн. наук, доцент,  
Вадим ЯНІШЕВСЬКИЙ, Віталій СТЕПАНЕНКО,  
ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У даній роботі експериментально досліджено залежність температури самонагрівання поролону від вмісту подвійних зв'язків (йодного числа) у трьох видах оліф, якими його просочували. Дані оливи є у вільному продажі у будівельних маркетах нашої країни.

Для проведення експериментів було використано спеціальний пристрій, схема якого наведена на рис 1.



**Рисунок 1 – Схема пристрою для визначення температури самонагрівання: 1 – циліндрична ємність з подвійними стінками з листової сталі; 2 - кришка; 3, 4 - трубки для циркуляції повітря; 5 - отвір для термоелектричного перетворювача (термопари); 6 - термопара; 7 - інформаційно-вимірювальний комплекс; 8 - сітчастий циліндр; 9 - зразок, що досліджується; 10 - електронагрівальний елемент; 11 - лабораторний автотрансформатор; 12 - термічна ізоляція.**

Даний пристрій знаходиться у лабораторії теорії розвитку та припинення горіння інституту, де й було проведено експериментальну частину даної роботи.

Об'єм циліндричної ємності (термостату 1) складає 40 дм<sup>3</sup>. Термоелектричний перетворювач (6) ТХА 1-11 з діаметром робочого спаю 0,8 мм сполучений з одноканальним регулятором температури [1–2].

Сітчастий циліндр для розміщення зразка виготовлений з корозійностійкого металу і має висоту 100 мм, діаметр 70 мм і товщину стінок 1,0 мм.

У адсорбованій комірках пінополіуретану рідині, яка містить подвійні зв'язки, при поглинанні відносно невеликої кількості енергії ці подвійні зв'язки руйнуються, утворюючи високоактивні вільні радикали. При наявності в комірках молекул кисню, вільні радикали реагують з ними, руйнуючи подвійні зв'язки між атомами кисню і утворюючи проміжні пероксидні сполуки. Ця реакція проходить вже з виділенням енергії [3].

Отримані результати подані у таблиці 1.

Таблиця 1 – Залежність температури самонагрівання оливи від її йодного числа

Марка оливи	Йодне число	Температура самонагрівання °С
Олива «Ніжинська»	203	35
Олива «КОЛОР»	89	35-40
Олива «Оксоль»	40	40-45

Нестійкі пероксидні сполуки, у свою чергу, запускають ланцюговий механізм подальших перетворень, які теж протікають з виділенням енергії, в даному випадку теплової. Мала теплоємність, мала теплопровідність і певна ущільненість пінополіуретану перешкоджають виходу тепла назовні. Розвинена поверхня комірок і їх велика кількість сприяють утворенню одночасно великої кількості центрів реакції. Температура в системі підвищується, що веде до прискорення всіх реакцій, які закінчуються спалахуванням, термічним розкладом пінополіуретану та оливи і горінням з утворенням карбон оксиду, карбон діоксиду, сполук азоту і води [1–2].

Таким чином, було сформувано висновок, що основною причиною самозаймання систем, що складаються з пінополіуретану, просоченого рідинами з подвійними зв'язками, є теплове самозаймання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Єлагін Г. І., Тищенко Є.О., Алексєєв А. Г, Нуянзін В.М., Майборода А.О. Теорія виникнення і розвитку горіння та вибуху. Припинення горіння. – Черкаси: ЧПБ, 2020. – 489 с.

2. Д.Г. Трегубов, І.Ф. Дадашов, Н.В. Мінська, Ю.К. Гапон, М.А. Чиркіна. Фізико-хімічні основи розвитку та гасіння пожеж горючих рідин. Х.: НУЦЗ України, 2023. 230 с.

3. Технологічний регламент отримання гелевого та макропористого гранульного кополімеру стиrolу з дивинілбензолом на Черкаському ВО «Азот». м. Черкаси, 2000 р.

**УДК 006:623.365**

## **ТЕНДЕНЦІЇ, ПРОБЛЕМИ Й ПРОГРЕС У РОЗМІНУВАННІ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ**

*Пальчиков Р.В., Голова фонду,  
благодійна організація БФ «Перший фонд відновлення України»  
Сенчихін Ю.М., к.т.н., професор,  
Національний університет цивільного захисту України*

Розмінування – це перший крок до відновлення, як перша цеглинка до розбудови України.

Близько 150 тисяч квадратних кілометрів земель України залишаються замінованими, а враховуючи інтенсивність бойових дій та останні тенденції щодо застосування російською федерацією далекобійних ракет з касетними бойовими частинами, як це було в Одесі наприкінці квітня, у нас взагалі немає безпечної території. Тому необхідно бути пильними і максимально дотримуватись заходів безпеки при виявленні вибухонебезпечних та просто підозрілих предметів. Також не слід забувати про небезпечні залишки від бойових дій під час другої світової війни.

**Координація зусиль органів української влади, донорських організацій та закордонних урядів з питань розмінування територій.** Неможливо проводити будь-які відновлювальні роботи, не перевіривши території на вибухонебезпечні предмети. На підставі досвіду роботи в ДСНС, а саме безпосередньої розробки певних нормативних документів, в тому числі і з протимінної діяльності під час проведення відновлювальних робіт на звільнених територіях був створений Фонд, який дозволяє комунікувати всім зацікавленим організаціям з іноземними донорами щодо проведення та фінансування робіт з протимінної діяльності, а також отриманням матеріально-технічної допомоги в цій сфері. Тому що процес розмінування дуже коштовний і жоден бюджет будь-якої країни не може витримати таке фінансове навантаження: одразу і розмінування, і відновлення, і проведення, як зараз, бойових дій. Тому, стовідсотково необхідна допомога іноземних донорів.

17-18 жовтня 2024 року відбудеться Конференція з питань протимінної діяльності в Україні-2024 у м. Лозанна, Швейцарія. Співорганізаторами Конференції виступають спільно Швейцарія та Україна.

**Правова база в Україні. Наскільки ми вписуємося в міжнародні стандарти розмінування.** У 2018 році був ухвалений Закон України «Про протимінну діяльність в Україні» [1, 2], який базується на міжнародних засадах. Тобто на тих документах і на тих принципах, які викладені в міжнародних стандартах ООН. Тому зараз наша нормативна база достатньо сучасна, але ми в такій ситуації, з якою не стикалася жодна країна в світі. Тому вона потребує неординарних дій і нестандартних рішень. Це пов'язане з багатьма чинниками. Це і обсяг території, це і складність певних ділянок для розмінування, проведення активних бойових дій під час яких ситуація з забрудненням територій вибухонебезпечними предметами може докорінно змінюватись. Тому, звичайно, нормативна база може бути в деяких випадках не зовсім актуальною. Наразі фахова спільнота, яка досить вже велика і активна, міжнародні неурядові організації та окремі фахівці в сфері протимінної діяльності, оператори з протимінної діяльності, урядові та неурядові організації, які залучені в цьому, активно моніторять ситуацію й пропонують необхідні зміни. Є також державні ініціативи. Міністерство економіки опікується цією тематикою, під егідою якої, спільно з Державною службою України з надзвичайних ситуацій, створений Центр гуманітарного розмінування і схвалена Національна стратегія протимінної діяльності [3]. Тобто є певна візія розвитку подальшої діяльності з гуманітарного розмінування і є фахівці для того, щоб законодавча база була адаптивна до тих умов, які виникли на зараз.

**Розгалужена система організацій з розмінування територій, координація їх діяльності та фінансування.** Координація відбувається в двох напрямках. Перший напрямок, Центр протимінної діяльності при Міністерстві оборони, який отримує від всіх операторів певну інформацію щодо обстежень, розмінувань і реалізує політику в цьому виді діяльності. Тобто вони розробляють стандарти, вони розробляють правила гри. Вони ведуть звітні дані, тобто мапу щодо забрудненості, мапу щодо територій, які вже визнані безпечними і передані землевласникам. А є інше. Є Центр гуманітарного розмінування при Міністерстві економіки та ДСНС, який займається комунікаціями із державними та недержавними донорами щодо залучення коштів для реалізації програм з гуманітарного розмінування та покращення матеріально-технічної бази підрозділів державних організацій які задіяні в процесі гуманітарного розмінування України. На разі Центр гуманітарного розмінування дуже активно співпрацює з такими країнами як Японія, Південна Корея. Є ще іноземні оператори, які пройшли відповідну державну сертифікацію та на пряму працюють з неурядовими фондами, які їх фінансують. У нас натепер виходить три гілки фінансування. Тобто державне фінансування, потім донорське фінансування і фінансування від урядів іноземних держав.

Розмінування території України, як очікується, буде витратним і довгостроковим процесом. За оцінками Світового банку станом на лютий 2024 року, повний комплекс робіт із проведення нетехнічного та технічного обстеження потенційно забруднених територій, а також власне розмінування

фактично забруднених ділянок **потребує фінансування в розмірі близько 34,6 млрд дол. США** у перспективі до 2033 року включно.

**Вартість розмінування. Проблеми розмінування полів.** Бувають настільки складні ділянки, що їх простіше маркувати відповідним чином, вигородити і не чіпати, тому що вартість розмінування цієї ділянки буде просто золота. Так на Балканах залишаються земельні ділянки які досить заміновані. Є певні проблеми і в наших аграріїв, бо кошторис розмінування їхньої землі в рази дорожче вартості самої землі. Вони кажуть, що ми це самі не можемо зробити, тому будемо чекати, коли держава профінансує ці роботи і поверне нам вже розміновану землю.

**Проблеми розмінування громадського майна, територій, земель які належать місцевим громадам.** Найчастіше говорять про розмінування сільськогосподарських земель. Так, це один з пріоритетних напрямків, який був визначений в проекті Національної стратегії протимінної діяльності держави. На першому місці - це об'єкти критичної інфраструктури, по-друге, житловий фонд, і третє, це землі сільськогосподарського призначення. Але, окрім цієї проблематики, наприклад, візьмемо проблему лісосмуг. Саме там переважно проводились інтенсивні бойові дії та розміщувались бойові позиції військових. Серед сільськогосподарських земель лісосмути є одними з найбільш замінованих ділянок землі. Але проводити розмінування лісосмуг особо ніхто не поспішає. І виникла така проблема, тому що багато лісосмуг взагалі не зрозуміло, у кого знаходяться на балансі. Тобто, не можна зрозуміти, хто може бути замовником для проведення робіт з гуманітарного розмінування на даних ділянках. А не відновивши ці лісосмути, ми через рік-два-три можемо отримати пилові бурі, які нанесуть велику шкоду родючому шару ґрунту. Тобто, навіть розмінувавши ці землі ми втратимо цінні території внаслідок вивіювання родючого шару ґрунту. Тому питання з лісосмугами порушують уже й екологи [4]. І це також важливе і важке питання, яке потребує комплексного вирішення. Не тільки спеціальної техніки для розмінування лісосмуг, а також юридично-правового алгоритму дій для розмінування таких територій.

**Процес розмінування триває і прогрес тут очевидний.** В Україні вже 53 39 операторів протимінної діяльності, які пройшли відповідну сертифікацію. Причому тут є не тільки вітчизняні оператори, а вже в достатній кількості почали звертатися за отриманням сертифікатів й іноземні компанії. Це свідчить про перспективність цієї сфери, і вони розуміють, що можуть заробляти на цьому гроші. Якраз це і буде основним рушієм для нас, якщо великі компанії з великими ресурсами зможуть зайти в нашу країну, отримуючи іноземні кошти для розмінування. Тобто наше завдання - якомога швидше розмінувати. І чим більше буде операторів, чим більше буде груп розмінування, тим, звичайно, швидше буде проведе така робота. Це досить гарна тенденція. Причому кількість груп розмінування збільшується не тільки за рахунок приватних операторів, а держава теж нарощує кількість підрозділів, які займаються гуманітарним розмінуванням. Є прогрес і в технічному оснащенні. Наприклад, наші фахівці вже розробляють вітчизняні машини для розмінування (рис.1).

Будь-яка фірма, яка займається виробництвом важкої техніки, якщо є інженерна група, може розробити машину.

Тема гуманітарного розмінування України дуже актуальна і привертає увагу міжнародної спільноти. Це і благодійні фонди, неурядові організації, технологічні компанії, виробники певного обладнання. Іноземні донори, технологічні компанії, які зайняті в розробці, у виробництві засобів для розмінування - вони хочуть співпрацювати з нами. Тому що, на жаль, у нас найкращий полігон для випробування новітніх технологій. Наразі дуже швидко розвивається напрям штучного інтелекту в процесі розмінування, тобто це прискорює проведення нетехнічного обстеження і прискорює потім роботу щодо гуманітарного розмінування.



**Рис. 1. Випробування вітчизняної машини для розмінування**

Протимінна діяльність у відповідності до тлумачень міжнародних стандартів так і принципів Закону України, складається не тільки безпосередньо з розмінування територій, а включає в себе нівелювання впливу вибухонебезпечних предметів на соціальну систему. Повернення земель у нормальне користування, надання допомоги людям, які постраждали від вибухонебезпечних предметів. Це фізична, а також психологічна допомога. Одна з важливих речей – це проведення роботи щодо роз'яснення ризиків. Логіка є, що краще попередити будь-яку подію, чим потім займатися усуненням її наслідків. Людей, які проживають на територіях, які безпосередньо захащені вибухонебезпечними предметами, необхідно навчати ризикам щодо поводження з вибухонебезпечними предметами. Життя й безпека людей – найцінніші!

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Про протимінну діяльність в Україні. Закон України. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 6, ст.39.

2. ДСТУ 8820:2023 Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення.

3. Про схвалення Національної стратегії протимінної діяльності на період до 2033 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024 - 2026 роках. Розпорядження КМ України від 28 червня 2024 р. № 616-р.

4. Сенчихін Ю.М. Лісові пожежі під час війни та їх наслідки. Проблеми техногенно-екологічної безпеки в сфері цивільного захисту: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 8-9 грудня 2022 року. - Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2022. С. 215-217. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/16430>

**УДК 614.8**

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УМОВІХ ВОЄННОГО СТАНУ**

Є.С.Пахомов, НУЦЗ України  
НК – Д.І.Савельєв к.т.н., доцент, НУЦЗ України

Кожного дня в Україні в середньому фіксується 150 пожеж в екосистемах. За даними Держлісагенства [1], протягом тижня відомчими протипожежними формуваннями Державного агентства лісових ресурсів України ліквідовано 76 лісових пожеж на площі 122 га. Загалом, з початку 2018 року вже 386 ліквідовано 141 лісова пожежа загальною площею майже 220 га. Найбільше лісових пожеж виникло у центральних, південних та східних областях України. Зокрема, у Дніпропетровській області – 28, Луганській області – 21, Херсонській області – 20 [1].

Загальна сума збитків, яких завдали Україні лісові пожежі, становить 8,6 млн грн [2]. Лісові пожежі дестабілізують ліси, негативно впливають на атмосферу і на здоров'я населення та його безпеку. Глобальна статистика лісових пожеж свідчить про стале зростання площі та кількості пожеж протягом останніх десятиріч не тільки в Україні, а і у США, Канаді, Австралії, Туреччині та багатьох інших країнах. Таким чином, вивчення різних способів і методів в області гасіння лісових пожеж є необхідним та актуальним напрямком дослідження.

Гасіння лісових пожеж діляться на дві послідовно виконуючі тактичні операції: локалізацію вогнища пожежі і ліквідацію горіння. У разі лісових пожеж, додатково проводять догасіння осередків можливого горіння, що залишилися всередині згарища та чергування біля ділянки, де була пожежа.

За статистикою, кількість низових лісових пожеж значно переважають над верховими, а верхові пожежі виникають через низових як наступна стадія їх розвитку, причому низова пожежа є складовою частиною верхової пожежі. Займання крон дерев без низової пожежі – рідкісний виняток, наприклад від пожежі в поруч розташованої будівлі [3].

Розподіл пожеж за видами залежить від регіону. В помірному кліматичному поясі низові пожежі становлять 90-98 %, верхові – 1-10 %, ґрунтові до 1% [4]. Низові лісові пожежі – найпоширеніші. Їх кількість в середньому становить 97-98 %, а площа – близько 87-89 % всіх зареєстрованих.

Для гасіння лісових пожеж пропонується використання гелеутворюючих систем (ГУС), які є собою два роздільно зберігаючі та подавані водні розчини. В ході лабораторних досліджень по вивченню вогнезахисних властивостей гелеутворюючих систем (ГУС), було доведено, що ГУС ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2 + \text{CaCl}_2$ ) буде більш ефективною в боротьбі з лісовими пожежами в разі завчасного її нанесення роздільно-послідовним способом подачі компонентів [5].

Встановлено, що вогнегасна речовина формується шляхом змішування двох водних розчинів в процесі подачі, і при цьому на поверхнях матеріалів утворюються негорючий та нетекучий гель. При цьому, лісова підстилка просочується вглиб за рахунок роздільно-послідовної подачі двох водних розчинів для утворення смуги негорючого об'ємно-розподіленого у лісовій підстилці гелю, який зберігає вогнегасні властивості протягом тривалого часу [6].

З підвищенням швидкості вітру та кута нахилу рельєфу, підвищується питомі витрати вогнегасної речовини (ВР), які необхідні для створення хімічної вогнезахисної смуги. З підвищенням швидкості вітру та кута нахилу рельєфу також необхідно звертати увагу на ширину смуги, що захищається, яка повинна бути не менш подвійної висоти полум'я. З метою економії ВР, а також для зкорочення часу, необхідного для створення вогнезахисної смуги, достатньо забезпечити просочення невеликої ділянки лісового горючого 387 матеріалу зі сторони фронту пожежі, а ту частину, що залишилася, обробити тільки на поверхні [7].

Для реалізації гасіння лісової пожежі вищезазначеним способом, запропоновано облаштування її мобільною установкою з роздільним подаванням компонентів для гасіння лісових пожеж. Підрозділи ДСНС можуть застосовувати даний спосіб для оперативного керування пожежою та зупинки вогню на визначених ділянках, де відсутні природні бар'єри.

Розроблена установка належить до засобів гасіння пожеж в екосистемах шляхом утворення протипожежного бар'єру, за допомогою компонентів гелеутворюючої системи. Також може використовуватись для безпосереднього гасіння фронту полум'я, а також для попередження виникнення та поширення горіння. Розчини компонентів системи заливаються у окремі ємності та за допомогою витискача (повітрям високого тиску) через понижуючий редуктор подаються на захищуєму поверхню. Установка використовуватись шляхом встановлення її на рухомий транспорт для більшої маневреності. Таким чином, для ефективного гасіння лісової пожежі рекомендовано застосовувати пасивний метод, а саме: застосування хімічних вогнезахисних смуг за допомогою ГУС ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2 + \text{CaCl}_2$ ) з роздільно-послідовним подаванням компонентів. подача здійснюється за допомогою мобільної установки з роздільним



подаванням компонентів для гасіння лісових пожеж. 388 Питомі витрати ГУС визначено відповідно з урахуванням швидкості вітру та кута нахилу рельєфу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Держагентство лісових ресурсів в Україні. Режим доступу: [www.dklg.kmu.gov.ua](http://www.dklg.kmu.gov.ua)
2. Державна служба статистики України. Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
3. Савельєв Д.І. Експериментальні дослідження вогнетривких властивостей лісової підстилки, обробленої піноутворюючими системами / Д.І. Савельєв, А.А. Кіреєв, К.В. Жернокльов // Проблеми пожежної безпеки. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – Вип. 40. – С. 169-173. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/saveliev.pdf>.
5. Кіреєв А.А. Вибір ефективних вогнегасних засобів для гасіння лісових пожеж / О.О. Кіреєв, Д.І. Савельєв, К.В. Жернокльов // Проблеми пожежної безпеки: Зб. наук. тр. НУДП України. - 2015. - Вип. 38. - С. 77-82.
6. Пат. № 120982 Україна МПК (2006.01) А62С 3/02, А62С 5/033.Спосіб гасіння низових лісових пожеж за допомогою бінарних гелеутворюючих систем / Кіреєв О.О., Савельєв Д.І., Трегубов Д.Г., Онацька О.О. ; заявник та патентовласник Національний університет цивільної захисту України. - № u 2017 05311, заяв. 30.05.2017; опубл. 27.11.2017, бюл. №14.
7. Савельєв Д.І. Експериментальні дослідження вогнетривких властивостей лісової підстилки, обробленої піноутворюючими системами / Д.І. Савельєв, А.А. Кіреєв, К.В. Жернокльов // Проблеми пожежної безпеки. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – Вип. 40. – С. 169 – 173. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/saveliev.pdf>.

**УДК 614.8**

## ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДСНС ДО ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

*Савельєв Д.І. к.т.н. Національний університет цивільного захисту України*

Підрозділами територіальних органів ДСНС упродовж 8 місяців 2023 року в Україні зареєстровано 43079 пожеж. На розподіл кількості пожеж суттєво впливає інтенсивність бойових дій у межах окремих регіонів України, їх часткова окупація російськими збройними формуваннями, а також переміщення населення та промислових потужностей зі східних регіонів на захід країни

Одною з головних проблем, є регулярні ворожі обстріли пожежно-рятувальним частинам де знаходиться техніка яка в більшості випадків після влучення ворожого снаряду вже не придатна для використання та досить рідко

вона є придатною для ремонту. Також, досить розповсюдженою проблемою є повторні обстріли, які в більшості випадків виконують вже після прибуття пожежно-рятувального підрозділу на місце надзвичайної ситуації. Перебуваючи на ліквідації наслідків ворожого обстрілу, в небезпеці знаходиться не лише особовий склад, якому у разі повторному обстрілу не буде де сховатися або захистити себе від осколків, а й і техніка яку вони використовують.

Таким чином, підвищення готовності підрозділів ДСНС, а саме збереження життя особового складу та підвищення працездатності техніки підрозділів можливе за рахунок:

- встановлення броні на більш важливі частини автомобіля, яка б змогла захистити не лише себе від осколків, а і особовий склад, а саме:

- кузов автомобіля, для захисту двигуна від влучення осколків, та для захисту особового складу;

- встановлення бронепластин навколо цистерни та бензобаку;

- встановити бронепластилини, на рівні коліс, щоб у разі влучення осколків колеса не пробилися, та пожежні рятувальники змогли виїхати з небезпечної зони.

- ознайомитися з класами та стандартами бронезахисту, для того щоб підібрати більш доцільний варіант для встановлення на автомобіль.

Рекомендовано встановити броню яка б не вплинула на технічні характеристики автомобіля, яку можна було б одразу після прибуття до підрозділу швидко залатати або замінити на іншу, матеріал з якого буде виготовлена броня повина бути легко доступним та не дорогим.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-П STANAG 4569:2017 (STANAG 4569 Ed:3/AEP-55 VOL I, IDT) «Оцінювання рівня захисту броньованих транспортних засобів. Кінетична енергія та загроза артилерійської атаки.»

**УДК 614.8**

## **ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ В УМОВАХ ВОЄННОГО КОНФЛІКТУ**

*Сухарькова О.І., Національний університет цивільного захисту України*

В мирний час потреба у високотехнологічних роботах для пошуково-рятувальних операцій не була нагальною. Але воєнний конфлікт змінив пріоритети, і необхідність застосування інноваційних технологій, зокрема роботів, стала гострою. Воєнний конфлікт призвів до масштабних руйнувань житлової та цивільної інфраструктури. Саме в таких умовах технології, які раніше здавалися непотрібними, стали надзвичайно важливими.

Під час воєнного конфлікту оперативно-рятувальні підрозділи стикаються з унікальними викликами, які значно відрізняються від традиційних умов їхньої діяльності. Ракетні та артилерійські обстріли створюють надзвичайно складні умови для рятувальних операцій. Тому критично важливо діяти швидко, оскільки навіть незначне зволікання може призвести до значних втрат серед цивільного населення. Крім того зони об'єкти, в яких проводяться рятувальні операції, часто є небезпечними через повторні обстріли, нерозірвані боєприпаси та міни. Тому застосування інноваційних технологій стає життєво необхідним для підвищення ефективності рятувальних підрозділів, забезпечення їх безпеки та збереження життя цивільних осіб.

Одним із ключових напрямів, у яких застосування новітніх технологій може кардинально змінити підхід до рятувальних операцій, є робототехніка. Роботи можуть виконувати завдання в умовах підвищеної небезпеки зберігаючи життя та здоров'я рятувальників, дозволяють проводити рятувальні операції швидше та точніше. Вони здатні діяти в умовах, де час є критичним фактором для збереження життя. Роботи можуть проникати у місця, де перебування людей небезпечно або неможливе через обмежений доступ або фізичні перешкоди, здатні передавати відео та інші дані в реальному часі, що допомагає рятувальникам оперативно оцінювати ситуацію та приймати відповідні рішення.

Одним із таких новітніх інноваційних пристроїв є робот Snake eyes – спеціально розроблений BioRobotics LAB для роботи в складних умовах, таких як завали після землетрусів, обвалів або руйнувань унаслідок бойових дій [1]. Завдяки своїм унікальним можливостям цей робот може ефективно виконувати завдання з пошуку постраждалих у важкодоступних місцях, його можна використовувати для оцінки стану завалів і безпеки подальшого перебування рятувальників у конкретних зонах.

Конструкція робота нагадує тіло змії. Його гнучкий, багатосегментний корпус дозволяє йому легко маневрувати у вузьких просторах і проникати в місця, куди не можуть дістатися традиційні роботи або люди. Робот оснащений кількома камерами та сенсорами, розташованими по всьому корпусу, що дозволяє йому спостерігати за оточенням з різних кутів. Це забезпечує 360-градусний огляд та дозволяє ефективно знаходити постраждалих під завалами. Завдяки своїй компактності робота можна швидко транспортувати до місця катастрофи та оперативно вводити в дію. Він здатен працювати в умовах підвищеної небезпеки – в місцях, де може бути загроза обвалу, вибуху або впливу токсичних речовин. Використання таких роботів дозволяє мінімізувати ризики для рятувальників, забезпечуючи безпеку на початкових етапах пошуково-рятувальних операцій. (рис.1).



**Рисунок 1 – Робот Snake eyes**

В умовах воєнного конфлікту в Україні, використання робототехніки, зокрема таких систем, як Snake eyes, є особливо актуальним. Рятувальні підрозділи вже активно впроваджують інноваційні рішення, і подібні роботи можуть стати важливим елементом технічного забезпечення пошуково-рятувальних операцій, дозволяючи зменшити втрати серед цивільного населення та підвищити ефективність оперативно-рятувальних підрозділів.

Таким чином, воєнний конфлікт в Україні став каталізатором для переосмислення необхідності впровадження інноваційних технологій у рятувальні операції. Якщо в мирний час застосування роботів здавалося недоцільним через невелику кількість подібних надзвичайних ситуацій, то під час воєнного конфлікту ці технології можуть рятувати життя, працюючи там, де людські можливості обмежені або надто ризиковані.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. 9 ingenious rescue robots set to become the lifesavers of tomorrow.  
URL: <https://www.sciencefocus.com/future-technology/rescue-robots>

**УДК 37.091**

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ РЯТУВАЛЬНИКАМ У ВИБОРІ ФОРМ ТА МЕТОДІВ ПРОФОРІЄНТАЦІЙНОЇ РОБОТИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ В УМОВАХ ВОЄННОГО КОНФЛІКТУ**

*О.В. Черкашин, кандидат педагогічних наук, доцент, заступник начальника кафедри пожежної та рятувальної підготовки факультету оперативно-рятувальних сил, Національний університет цивільного захисту України*

В пожежно-профілактичній роботі організація соціального досвіду школярів здійснюється через використання різних засобів, методів і форм виховної роботи, наповнених тематичним змістом з напрямку пожежної

безпеки, техногенної безпеки та цивільного захисту. Наряду з цим сьогодні досі в країні є статистика виникнення пожеж з причини дитячих пустощів з вогнем та трагічних наслідків. Незнання дітьми елементарних правил безпеки щодо питань запобігання виникнення пожеж та загорань, а також порядку правильних дій у разі їх виникнення приводить до травмування або їх загибелі. Актуальним питання є в сучасних реаліях, в умовах воєнного стану. Це є достатньою науковою підставою для визначення концептуальних положень щодо використання оптимальних форм та методів виховної роботи з молодшими школярами для забезпечення їх знаннями з протипожежного та техногенного захисту, забезпечення власної безпеки [1].

Одним з основних елементів виховної роботи є правильно підібрані форми та методи. Ефективність різних видів виховання залежить від спрямованості виховного процесу, форм і методів його організації. У змісті виховної діяльності можна ознайомитися з орієнтовними формами проведення виховних справ та їх тематики для різних вікових категорій дітей на основі аналізу їх інтересів та потреб, а також запитів класних керівників, батьків та дітей [2,3].

Молодший шкільний вік є важливим у становленні особистості дитини, для нього, на думку характерні такі форми діяльності: ситуаційно-рольова гра, сюжетно-рольова гра, гра-драматизація, інсценування, гра-бесіда, гра-мандрівка, екскурсія, ігрова вправа, колективне творче панно, бесіда, тематичний зошит, ранок, свято, усний журнал, групова справа, оформлення альбому, уявна подорож, конкурси, ігри, школа ввічливості, демонстрація, розповідь, моделювання, вікторина, екскурсія, виставка малюнків, операція-рейд, виставка-ярмарок, перекличка повідомлень, добродійна акція, хвилини з мистецтвом, година спостереження, година милування, спортивні змагання, козацькі забави, театральна вистава, ляльковий театр, ведення літопису класного колективу, веселі старти, естафети, догляд за рослинами і тваринами [3].

Даному напрямку присвячено чимало наукових здобутків. Аналізуючи їх досягнення, можна підкреслити, що найбільш дієвими будуть ті форми й методи, які зможуть найбільше вплинути на свідомість і поведінку дітей молодшого шкільного віку, будуть цікавими й доступними для їх вікової категорії, сприятимуть творчому пошуку та розвитку мислення, даватимуть можливість не лише отримувати знання, а й застосувати їх на практиці для реалізації завдань, пов'язаних з самозахистом у разі виникнення небезпеки їхньому життю. Під час роботи з молодшими школярами, основними елементами виховного досягнення, на нашу думку, повинно стати усвідомлення дитиною цінності власного життя і збереження здоров'я на основі теоретичних знань з основ пожежної безпеки; адаптація до змін навколишнього середовища у разі виникнення небезпеки, почуття власної безпеки життєдіяльності; формування знань з основ пожежної безпеки та навичок для самозахисту. Тож, ми вважаємо, для роботи з молодшими школярами більш ефективними є екскурсії дітей у пожежну частину, тренінги з евакуації в домашніх умовах та в

зкладах освіти, а також практично-ігрові відпрацювання небезпечних ситуацій.

Тим самим, можна констатувати, що форми та методи профорієнтаційної роботи повинні бути комплексними, послідовними, соціально виправданими, педагогічно доцільними та створювати доступні можливості у дітей для їх використання та формування знань з питань безпекового простору життєдіяльності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 14.09.2024).

2. Про Основні орієнтири виховання учнів 1-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів України. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1243736-11#Text> (дата звернення: 14.09.2024).

3. Про затвердження Державного стандарту початкової освіти. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/87-2018-п#Text> (дата звернення: 14.09.2024).

**УДК 614.841**

## ВИЯВЛЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ВІД ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ У ГОТЕЛЯХ

*С.О. Ємельяненко к.т.н., ст. досл., Р.Р. Коваль, Ю.М. Ткач,*

*І.Р. Коваль*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Сучасний готель являє собою складний, багатофункціональний комплекс, що включає в себе не тільки номерний фонд, а також має у своєму складі зали для конференцій, ресторани, зали для тренувань, басейни, нічні клуби та інші об'єкти розважального та побутового призначення. Готелі відносяться до об'єктів з масовим перебуванням людей, що висуває високі вимоги пожежної безпеки та протипожежного захисту [1].

Забезпечення пожежної безпеки та мінімізація пожежних ризиків для гостей та їх майна є одним з найважливіших завдань власників під час функціонування готелю в умовах війни [2].

Пожежний ризик - це ступінь ризику негативних наслідків від пожежі через провадження господарської діяльності.

Для вивчення характеристик негативних наслідків від пожеж, перш за все, слід розглядати причини виникнення пожеж, настання яких впливає на

ступінь ризику господарської діяльності та негативні наслідки від такої події (наприклад, загибель людей, їх травмування та матеріальні втрати від пожежі).

У сучасних готелях постійно перебуває велика кількість людей (обслуговуючий персонал, адміністрація, відвідувачі та гості), зокрема в нічний час. У приміщеннях знаходиться різне інженерне обладнання, є певний запас горючих речовин і матеріалів. Виникнення пожеж на таких об'єктах може призвести до швидкого поширення вогню, як наслідок, травмування та загибелі людей [3-5].

На основі статистичних даних про пожежі у готелях виконано багатомірний регресійний аналіз. Виявлено залежність кількості пожеж в готелях до причин виникнення пожеж у готелях. Розглянуто 4 основних причин виникнення пожеж: підпал (X1); несправності в електротехнічному обладнанні та мережах (X2), несправності під час використання опалювальних приладів та систем (X3); необережне поводження з вогнем (X4).

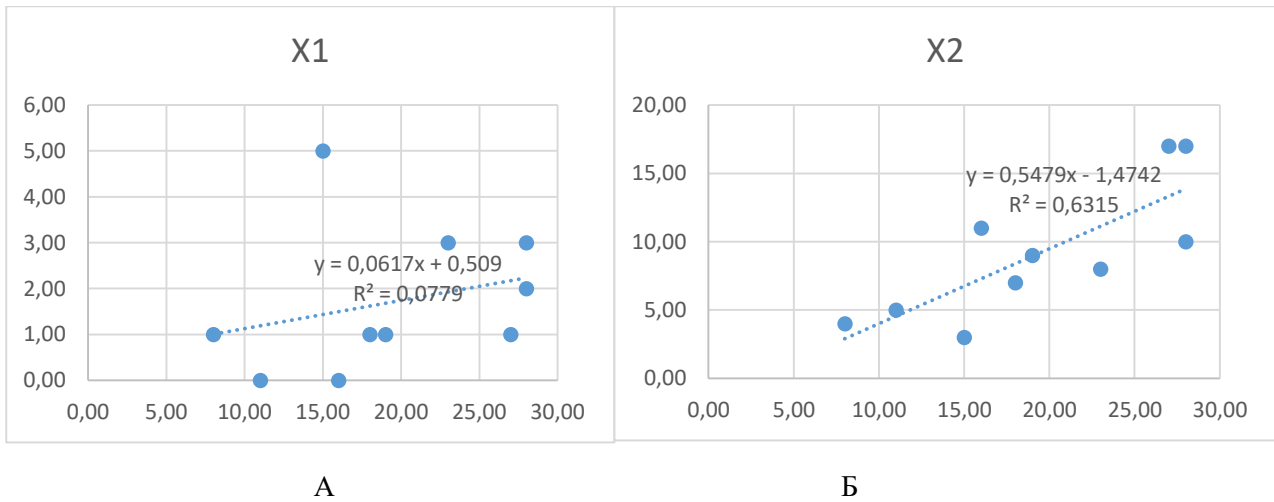
**Таблиця 1 – Визначення критеріїв Фішера**

Критерій	Емпіричне значення	Критична точка
Фішера	$f_{emp}$	$f_{crit}$
	73,40674466	5,192167773

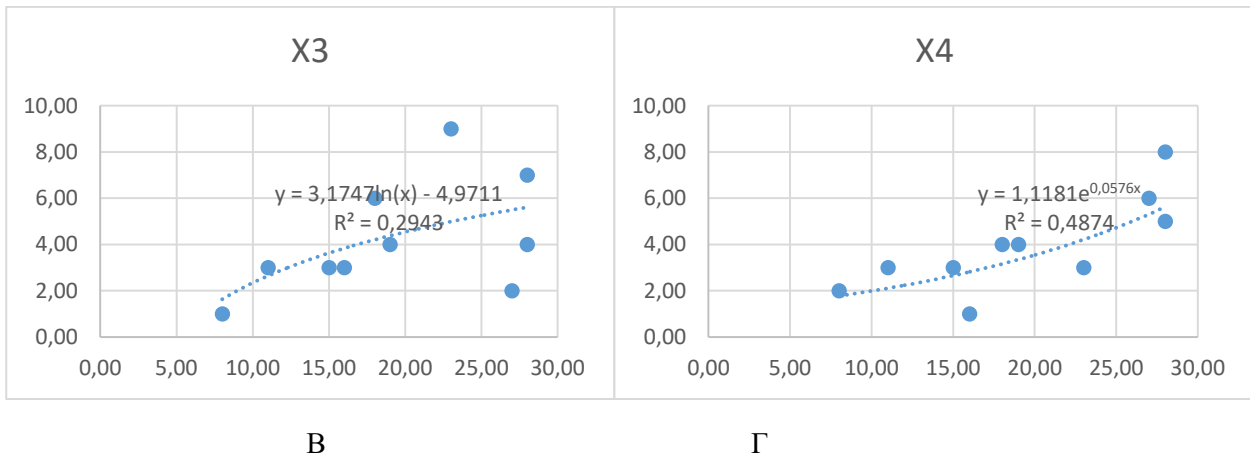
**Таблиця 2 – Регресійні показники**

$\beta_4=0,91$	$\beta_3=0,78$	$\beta_2=-1,22$	$\beta_1=1,47$	$\beta_0=0,30$
$\sigma_{\beta_4}=0,32$	$\sigma_{\beta_3}=0,21$	$\sigma_{\beta_2}=0,08$	$\sigma_{\beta_1}=0,29$	$\sigma_{\beta_0}=1,19$
$R^2=0,98$	Стандартна похибка=1,23	-	-	-
Критерій Фішера=73,42	Ступені свободи=5	-	-	-
Сума квадратів відхилень, що пояснюється регресією = 444,53	Сума квадратів відхилень, що пояснюється похибкою=7,57	-	-	-

Регресійна статистика в пакеті EXCEL наводиться такому порядку від кількості збитку (рис.1-2).



**Рисунок 1– Кореляційні залежності від причин (А – підпал, Б – несправності в електротехнічному обладнанні та мережах)**



**Рисунок 2– Кореляційні залежності від причин (В – несправності під час використання опалювальних приладів та систем, Г – необережне поводження з вогнем)**

Коефіцієнт множинної детермінації буде найбільший для пожеж, викликаних несправністю в електротехнічному обладнанні та мережах ( $R^2 = 0,6315$ ).

Коефіцієнт множинної детермінації буде найменший для пожеж, викликаних підпалом ( $R^2 = 0,0779$ ).

**Висновки:** Основною причиною пожежі в гостьових кімнатах готелів є недбалість у використанні електричного обладнання (електричні ковдри, чайники, плити, праски, бритви, обігрівачі, сушарки для волосся), особливо недбалість при вимкненні обладнання вночі або виходячи з кімнати.

На основі статистичних даних виконано багатомірний регресійний аналіз. Виявлено залежність кількості пожеж в готелях до причин виникнення пожеж у готелях. Розглянуто 4 основних причин виникнення пожеж: підпал (X1); несправності в електротехнічному обладнанні та мережах (X2); несправності під час використання опалювальних приладів та систем (X3); необережне поводження з вогнем (X4). Коефіцієнт множинної детермінації буде найбільший для пожеж, викликаних несправністю в електротехнічному



обладнанні та мережах ( $R^2= 0,6315$ ). Коефіцієнт множинної детермінації буде найменший для пожеж, викликаних підпалом ( $R^2=0,0779$ ).

### ЛІТЕРАТУРА

1. Пелешко М.З., Тишковець М. Проблеми евакуації людей із приміщень готелів. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць XVII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2022. – 376 с.
2. Nwaichi P.I., Ali M.W., Aule T.T., Aja , A. A., & Nwaichi E. Framework for Fire Safety Management of Hotels in Nigeria: A Structural Equation Modeling Approach. *International Journal of Built Environment and Sustainability*. 2023. 10(2), P. 39–51.
3. Koval R.R., Yemelianenko S.O., Pruskyi A.V. Analysis of fire safety of hotel and restaurant complexes of Ukraine. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach*. 2021. № 13. P. 265–274.
4. Koval R.R., Yemelianenko S.O., Kuzyk A.D. Assessing the Risk of Material Damage of Building Construction of High-Rise Rooms Due to Fires and Emergencies. *Construction Technologies and Architecture*, 2023, № 9. P. 49–57.
5. Коваль Р.Р. Ємельяненко С.О. Дослідження необхідності систем оцінки та управління пожежною безпекою для готелів. Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". Технічні науки. 2024. № 3. С. 42–45.

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1 «ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СЛУЖБИ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ В ДСНС УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ»

1. *Д.Ю.Белюченко, (НУЦЗ України)*  
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ РЯТУВАЛЬНИКІВ-ВЕРХОЛАЗІВ ДО РОБОТИ УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ **4**
2. *К.Ю.Гаврилова, (Головного управління ДСНС України у Херсонській області)*  
ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ОСІБ РЯДОВОГО І НАЧАЛЬНИЦЬКОГО СКЛАДУ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС ОКУПАЦІЇ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ **6**
3. *Д.В.Загаба, О.І.Мигаленко, (ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*  
ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ **10**
4. *Р.Т.Парцик, П.В.Босак, (ЛДУБЖД)*  
РОЗВИТОК МЕДИЦИНИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ПОВНОМАШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ **12**
5. *Є.М.Криворучко, (НУЦЗ України), М.А.Захаров, (АРЗ СП ГУ ДСНС України у Харківській області)*  
ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ РЯТУВАЛЬНИКІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ **16**
6. *В.І.Луц, (ЛДУБЖД)*  
АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ ДСНС УКРАЇНИ **19**
7. *О.А.Михайленко, С.А.Виноградов, (НУЦЗ України)*  
ОБГРУНТУВАННЯ ПОТРЕБИ РОЗРОБКИ РОЗДІЛУ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ПРОТИРАДІАЦІЙНОГО УКРИТТЯ **22**
8. *О.О.Новіков, С.А.Виноградов, (НУЦЗ України)*  
ОЦІНКА РІВНЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРУ ШЛЯХОМ МОДЕЛЮВАННЯ ЕВАКУАЦІЇ ПРИ ПОЖЕЖІ **23**
9. *С.М.Шевченко, В.Луц, (НУЦЗ України)*  
ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРАСТАННЯ ТРЕНАЖЕРУ ДЛЯ РОБОТИ З ВОДЯНИМИ СТВОЛАМИ У ДЕРЖАВНИХ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛАХ **25**
10. *Р.М.Яцько<sup>1</sup>, Р.В.Король<sup>2</sup>, Є.І.Жилін<sup>3</sup>, ( <sup>1</sup>Головне управління державної авіації Міністерства оборони України; <sup>2</sup>Пошуково-рятувальна та парашутно-десантна служба Командування Повітряних Сил Збройних Сил України; <sup>3</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил)*  
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ВІЙСЬКОВИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЗА НАПРЯМОМ

**СЕКЦІЯ 2 «ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ»**

1. *В.Г.Аветисян, Ю.М.Сенчихін, (НУЦЗ України)*  
АНАЛІЗ ОПЕРАТИВНО-СЛУЖБОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ  
ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ХАРКІВСЬКОГО ГАРНІЗОНУ У  
ПЕРІОД РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ 31
2. *О.І.Богатов, О.М.Роянов, (Харківський національний автомобільно-  
дорожній університет)*  
НЕОБХІДНІСТЬ УРАХУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВАНТАЖІВ ТА УМОВ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ НА  
ТРАНСПОРТІ 34
3. *П.Ю.Бородич, Р.І.Долгополов, (НУЦЗ України)*  
ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ НА ТЕРИТОРІЯХ, ЩО  
ПОТРАПЛЯЮТЬ У ЗОНУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ОБСТРІЛІВ, РАКЕТНИХ ТА  
АВІАЦІЙНИХ УДАРІВ, УДАРІВ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ,  
УДАРІВ РЕАКТИВНИМИ СИСТЕМАМИ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ ПІД ЧАС  
ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ 38
4. *П.Ю.Бородич, Р.В.Пономаренко, В.О.Мірошниченко, (НУЦЗ України)*  
ДОСЛІДЖЕННЯ ЛИЦЬОВИХ ЧАСТИН ЗІСОД 41
5. *П.Ю.Бородич, В.Г.Кононович, В.О.Мірошниченко, (НУЦЗ України)*  
ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ  
ПРОЦЕС ДИХАННЯ 43
6. *Я.Б.Великий, (ЛДУБЖД)*  
АНАЛІЗ СПОСОБІВ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В МАНСАРДНИХ ПРИМІЩЕННЯХ 46
7. *І.М.Грицина, В.Ю.Безименний, (НУЦЗ України), Н.І.Грицина,  
(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)*  
ПРО ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ТА  
ІНШИХ НЕВІДКЛАДНИХ РОБІТ НА ОБ'ЄКТАХ ЕНЕРГЕТИКИ 50
8. *Д.В. Грищенко, С.М.Шахов (НУЦЗ України)*  
ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКОВАНИХ  
ДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ 54
9. *Д.В.Грищенко, С.А.Виноградов (НУЦЗ України)*  
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ ІЗ МОДИФІКОВАНИМИ ДОБАВКАМИ 56
10. *Д.П.Дубінін, (НУЦЗ України)*  
РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ  
ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ  
ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ 60

11. *Я.Б.Кирилів, І.В.Жиденко, І.І.Калужняк, (ЛДУБЖД)*  
ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ  
ЕКОСИСТЕМАХ У ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ **62**
12. *М.М.Кравцов, МБЖД (Харківського національного автомобільно-  
дорожнього університету)*  
ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ПЛАМІННЯ ЛІТІЙ-ІОННОГО АКУМУЛЯТОРА  
ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ **66**
13. *Н.М.Лисак, О.Б.Скородумова, А.А.Чернуха, (НУЦЗ України)*  
ВОГНЕЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ КРЕМНЕЗЕМУ  
ТА ФОСФАТНИХ БУФЕРНИХ РОЗЧИНІВ **71**
14. *А.А.Лісняк, (НУЦЗ України)*  
ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ПРИЛАДІВ ГАСІННЯ ДЛЯ  
РОЗРАХУНКУ СИЛ ТА ЗАСОБІВ **73**
15. *В.С.Мирошкін, Н.І.Гузар, О.І.Гірський, В.М.Баланюк, В.С.Пикус,  
Д.О.Чалий, (ЛДУБЖД)*  
ВИКОРИСТАННЯ ШВИДКОГОРЯЩИХ АЕРОЗОЛЬУТВОРЮВАЛЬНИХ  
СУМІШЕЙ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ КЛАСУ В **75**
16. *С.Ю.Назаренко, М.В.Єфременко, (НУЦЗ України)*  
ШТУЧНЕ СТАРІННЯ ГУМОКОРДНИХ МАТЕРІАЛІВ **77**
17. *С.Ю.Назаренко, (НУЦЗ України)*  
ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ  
ВИСОКОГО ТИСКУ ТИПУ 1 SN **79**
18. *О.Нуянзін<sup>1</sup>, С.Трошкін<sup>21</sup> (ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України<sup>2</sup> ГУ  
ДСНС України у Дніпропетровській області)*  
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ОСІБ РЯДОВОГО, НАЧАЛЬНИЦЬКОГО СКЛАДУ ТА  
ПРАЦІВНИКІВ ДСНС УКРАЇНИ, ЯКІ БЕРУТЬ УЧАСТЬ У ЗАХОДАХ З  
ЕВАКУАЦІЇ МАЛОМОБІЛЬНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ, ВКЛЮЧАЮЧИ ОСІБ  
З ІНВАЛІДНІСТЮ **81**
19. *В.В.Олійник, О.Є.Басманов, (НУЦЗ України)*  
МОДЕЛЬ НАГРІВУ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТАЛЕВОГО РЕЗЕРВУАРА В  
УМОВАХ ПОЖЕЖІ РОЗЛИВУ **83**
20. *К.М.Остапов, (НУЦЗ України)*  
ОСОБЛИВОСТІ ВІДЧИНЕННЯ ТА ВИДАЛЕННЯ ЗАКЛИНЕНИХ ДВЕРЕЙ  
ПРИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОДАХ **88**
21. *К.М.Остапов, (НУЦЗ України)*  
ЩОДО ТРАНСПОРТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО ПРИ РУЙНУВАННІ  
БУДІВЕЛЬ, В РЕЗУЛЬТАТІ РАКЕТНО-БОМБОВИХ УДАРІВ **91**
22. *О.Г.Поліванов, (НУЦЗ України)*  
СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НАСТІЛЬНОЇ І НАВІСНОЇ ТРАЕКТОРІЙ З  
ВРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ БІЧНОГО ВІТРУ **95**
23. *Д.Г.Трегубов, О.О.Кіреев, (НУЦЗ України)*  
СПОСОБИ ЗАВЕРШЕННЯ ГАСІННЯ РІДИН ПІСЛЯ ФОРМУВАННЯ  
БАЗОВОГО ПЛАВУЧОГО ШАРУ ПІНОСКЛА **98**

**СЕКЦІЯ 3 «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ, ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ, ОСНАЩЕННЯ ТА ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ В УКРАЇНІ У МИРНИЙ ТА ВОЄННИЙ ЧАС»**

1. *А.О.Биченко, к.т.н., доцент, М.О.Пустовіт, М.С.Комлик (ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*  
ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПРИВ'ЯЗНОГО ТИПУ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ У СФЕРІ КОМПЕТЕНЦІЇ ДСНС УКРАЇНИ **102**
2. *М.О.Пустовіт, А.О.Биченко, К.А.Павленко, (ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*  
МОДУЛЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПУ **104**
3. *М.Б.Григор'ян, С.О.Панченко, Д.О.Ковалевич, (ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*  
ВИКОРИСТАННЯ ТАКТИЧНИХ РОБОТІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ПІД ЧАС ГАСІННЯ МАСШТАБНИХ ПОЖЕЖ **106**
4. *М.Б.Григор'ян, М.О.Кропива, Д.С.Федоренко, О.В.Гончарук, (ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*  
ЩОДО ВИРІШЕННЯ РЯДУ ТЕХНІЧНИХ ПИТАНЬ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТАКТИЧНИХ РОБОТІВ MAGIRUS WOLF R1 ТА ALPHA WOLF R1 **110**
5. *Н.Зобенко, Ю.Гринько, (ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*  
ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОЗРОБЦІ НОВІТНИХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ **113**
6. *А.Я.Калиновський, Б.І.Кривошей, (НУЦЗ України)*  
ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНОЮ ГОТОВНІСТЮ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ **115**
7. *А.Я.Калиновський, Б.І.Кривошей (НУЦЗ України)*  
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОЖЕЖНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ **119**
8. *Р.І.Коваленко, (НУЦЗ України)*  
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЇ СПЕЦІАЛЬНИХ МАШИН РАДІАЦІЙНОГО І ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ **122**
9. *І.Г.Маладика, А.О.Биченко, М.О.Пустовіт, О.Є.Зенков, (ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*  
АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ДАЛЬНІСТЬ СИСТЕМ РАДІОЗВ'ЯЗКУ З БПЛА **123**
10. *Ю.Панчишин, (ЛДУБЖД)*  
ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКА ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ В ОБМЕЖЕНОМУ ПРОСТОРІ **125**
11. *Р.Рубан, В.Ротар, (ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ, ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ДСНС УКРАЇНИ **127**

12. *С.В.Рудаков, О.О.Приймак, (НУЦЗ України)*

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗПОДІЛОМ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ В ТЕРИТОРІАЛЬНІ ПІДРОЗДІЛИ **129**

13. *О.Б.Скородумова, Я.М.Гончаренко, Н.М.Лисак, (НУЦЗ України)*

ВОГНЕЗАХИСНІ ТКАНИНИ: ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ **132**

14. *В.І.Товарянський, ЛДУБЖД*

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ У МИРНИЙ ТА ВОЄННИЙ ЧАС **136**

#### **СЕКЦІЯ 4 «МОНІТОРИНГ ПОТОЧНОГО СТАНУ ТА ОПЕРАТИВНІ ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ЧИ ІНЦИДЕНТИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВИКИДОМ (ВИЛИВОМ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ ТА РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН»**

1. *Ю.К.Гапон, Є.Д.Слепужніков, (НУЦЗ України)*

ХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ **136**

2. *М.І.Змага, Я.В.Змага, К.О.Бутенко (ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ ЩОДО ДІЙ ПРИ НС **142**

3. *О.В.Крайнюк, (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)*

ОПЕРАТИВНІ ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ: АНАЛІЗ РИЗИКІВ ТА ПРАКТИЧНІ РІШЕННЯ **144**

4. *А.С.Лесько, О.В.Кулаков, (НУЦЗ України)*

ОПЕРАТИВНІ ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВИКИДОМ ХЛОРУ **147**

5. *А.С.Лесько, О.В.Кулаков, (НУЦЗ України)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ХІМІЧНОЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ХЛОРУ ПРИ ОСАДЖЕННІ АВАРІЙНОГО ВИКИДУ **150**

6. *А.С.Мельниченко, (НУЦЗ України)*

ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ПРОГНОЗУВАННЯ ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРІЯХ З ВИКИДОМ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН В КРАЇНАХ СВІТУ **153**

7. *Р.П.Мельник, О.Г.Мельник, Є.С.Романчук, (ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ХІМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ **158**

8. *Р.Г.Мелещенко, (НУЦЗ України)*

**ОСОБЛИВОСТІ СЕРЕДНЬОЇ БІКОГЕРЕНТНОСТІ ДИНАМІКИ ПАРАМЕТРІВ 160**

9. *В.В.Олійник, О.Є.Басманов, (НУЦЗ України)*

**МОДЕЛЬ НАГРІВУ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТАЛЕВОГО РЕЗЕРВУАРА В УМОВАХ ПОЖЕЖІ РОЗЛИВУ 161**

10. *Р.А.Осін, М.В.Красота, (Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький)*

**ЕКОЛОГІЧНІ ЗАГРОЗИ КІРОВОГРАДЩИНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ 165**

11. *Ю.М.Сенчихін, Ю.І.Гапоненко (НУЦЗ України), Ю.Ю.Дендаренко, (ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НОВИХ ВИДІВ ЗБРОЇ МАСОВОГО УРАЖЕННЯ 169**

12. *А.Б.Тарнавський, О.В.Любовецький (ЛДУБЖД)*

**КАТЕГОРІЇ РИЗИКУ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ 172**

13. *М.А.Чиркіна-Харламова, к.т.н., доц., (НУЦЗ України), В.В.Колісник, (Міжрегіональний центр швидкого реагування ДСНС України)*

**ІМІТАЦІЙНІ НАВЧАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОТОВНОСТІ ДО НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ РАДІАЦІЙНОГО ТА ХІМІЧНОГО ХАРАКТЕРУ 176**

**СЕКЦІЯ 5 «ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ У ВДОСКОНАЛЕННІ РОБОТИ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ДСНС В УМОВАХ ВОЄННОГО КОНФЛІКТУ »**

1. *М.Б.Григор'ян, Д.С.Федоренко, М.О.Кропива, В.Б.Компан, ЧПБ імені Героїв Чорнобиля (НУЦЗ України)*

**ОСОБЛИВОСТІ НАДАННЯ ДОПОМОГИ ТА РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛИХ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ.Б. 179**

2. *Я.Б.Кирилів, к.т.н., с.н.с., І.В.Жиденко, д.філос., І.І.Калужняк (ЛДУБЖД)*

**ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ У ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ 181**

3. *О.Нуянзін, В.Янішевський, В.Степаненко, (ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України)*

**ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ САМОЗАЙМАННЯ ПОРОЛОНУ ПРОСОЧЕНОГО ЛАКОФАРБОВИМИ МАТЕРІАЛАМИ 185**

4. *Р.В.Пальчиков, (Голова фонду, благодійна організація БФ «Перший фонд відновлення України») Ю.М.Сенчихін, (НУЦЗ України)*

**ТЕНДЕНЦІЇ, ПРОБЛЕМИ Й ПРОГРЕС У РОЗМІНУВАННІ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ 187**

5. *Є.С.Пахомов, Д.І.Савельєв (НУЦЗ України)*

**ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕШ В УМОВІХ ВОЄННОГО СТАНУ 191**

6. *Д.І.Савельєв, (НУЦЗ України)*  
ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ  
ДСНС ДО ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАНИХ СИТУАЦІЙ ПІД ЧАС  
ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ **193**
7. *О.І.Сухарькова, (НУЦЗ України)*  
ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ПОШУКОВО-  
РЯТУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ В УМОВАХ ВОЄННОГО КОНФЛІКТУ **194**
8. *О.В.Черкашин, (НУЦЗ України)*  
РЕКОМЕНДАЦІЇ РЯТУВАЛЬНИКАМ У ВИБОРІ ФОРМ ТА МЕТОДІВ  
ПРОФОРІЄНТАЦІЙНОЇ РОБОТИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ В УМОВАХ  
ВОЄННОГО КОНФЛІКТУ **196**
9. *С.О.Ємельяненко, Р.Р.Коваль, Ю.М.Ткач, І.Р.Коваль (ЛДУБЖД)*  
ВИЯВЛЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ВІД ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ У  
ГОТЕЛЯХ **198**



Наукове видання

МАТЕРІАЛИ КРУГЛОГО СТОЛУ

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

Відповідальний за випуск С.А.Виноградов	Технічний редактор Д.І. Савельєв	
Підписано до друку 22.11.2024	Друк. арк. 8	
Тир. 100	Ціна договірна	Формат А5
Типографія НУЦЗУ, 18034, Черкаси, вул. Онопрієнка, 8		