

**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»**



**27 жовтня 2023 року**  
**Харків**

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

### **Голова:**

**АНДРОНОВ Володимир Анатолійович**, проректор з наукової роботи – начальник науково-дослідного центру Національного університету цивільного захисту України, Заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор.

### **Заступник голови:**

**ПОНОМАРЕНКО Роман Володимирович**, начальник факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, професор.

### **Члени оргкомітету:**

**СЛЕПУЖНИКОВ Євген Дмитрович**, начальник кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук.

**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.

**КАЛИНОВСЬКИЙ Андрій Якович**, начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

### **Технічний секретар:**

**МІНСЬКА Наталя Вікторівна**, доцент кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, доцент.

Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням. Матеріали круглого столу. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 27 жовтня 2023. – 178 с.

**Організаційний комітет (редакційна колегія) не несе відповідальності за зміст та стилістику матеріалів, представлених у збірнику.**

© Національний університет  
цивільного захисту України, 2023

---

**СЕКЦІЯ 1**  
**«МОНІТОРИНГ ОПЕРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ ТА ПЕРШОЧЕРГОВІ ЗАХОДИ**  
**РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ АБО ПОДІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З**  
**ВИЛИВОМ (ВИКИДОМ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ ТА РАДІОАКТИВНИХ**  
**РЕЧОВИН»**

---

УДК 622

**ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ**  
**РЯТУВАЛЬНИКІВ-ВЕРХОЛАЗІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-**  
**РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ЗА РІЗНИХ УМОВ**

*Белюченко Д.Ю., к.т.н.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Проведений аналіз оперативної роботи рятувальних підродів показав, що підготовка рятувальників-верхолазів є невід'ємною складовою, яка необхідна рятувальникам під час роботи на висоті [1]. Для того, щоб рятувальники-верхолази були готові проводити оперативні дії у будь-якій ситуації в умовах сучасного міста, вони повинні мати не лише основну підготовку з порятунку людей, а й навички та вміння використання спеціального альпіністського спорядження. Не рідко при оперативних діях потрібні проводити спуски з покрівель будинків та поверхів, виконувати обстеження або проникнення в приміщення, що знаходяться вище, коли немає можливості проникнути до постраждалого через основні входи та шляхи евакуації, порятунок людей і тварин у міських колодязях, льохах та інших рятувальних робіт у надзвичайних ситуаціях. Нове альпіністське спорядження, що з'явилося у підрозділах оперативно-рятувальної служби, дозволяє більш якісно і в найкоротший час виконати порятунок постраждалих, але для його використання необхідна постійна практика. Всі ці необхідні навички та вміння з ведення аварійно-рятувальних робіт вимагають високої кваліфікації рятувальника, якої неможливо досягти без сучасної навчально-матеріальної бази, що включає навчальний клас теоретичної підготовки та полігону (комплекс тренажерів для відпрацювання навичок на висоті).

Статистика показує, що найпоширеніша причиною нещасних випадків під час проведення висотних робіт на є порушення техніки безпеки [2]. Адже елементарне порушення у вигляді відсутності каски, може призвести до смерті, шляхом потрапляння сторонніх предметів у голову особи, яка працює на висоті чи зависає на канатах. Другою причиною є слабка професійна підготовка. Третя за кількістю травмованих причин – вплив інших факторів, таких як використання ненадійного верхолазного спорядження та спеціального оснащення та страхувального оснащення, що не пройшло перевірки [3].

Існує велика проблема в галузі навчально-матеріальної бази аварійно-рятувальних формувань щодо підготовки рятувальників-верхолазів, як у самому навчанні так і в оснащенні різними тренажерами з відпрацювання отриманих теоретичних знань. Через недосконалість даної бази неможливо повністю бути впевненим у професіоналізмі рятувальників-верхолазів [4], оскільки більшість поставлених завдань під час відпрацювання професійних навичок рятувальники мають випереджальний характер підготовки з використанням наявного спорядження та впровадження нових технічних засобів та методів проведення аварійно-рятувальних робіт на висоті.

Впровадження сучасних методів та прийомів у навчально-матеріальну базу допомагає рятувальникам-верхолазам підвищити рівень та якість необхідних знань, бути морально та психологічно підготовленими для ведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт на висоті в різних умовах [5]. Навчально-матеріальна база у рятувальників-верхолазів має бути сучасною та постійно оновлюватись, оскільки підготовка за минулими стандартами та принципами ведення аварійно-рятувальних робіт на висоті того часу втрачає свою ефективність у навчанні при існуючих новітніх розробках професійного альпіністського спорядження. Треба зауважити, що рівень отримання знань підвищують наочні посібники (спеціальні стенди), що відображають ведення

аварійно-рятувальних робіт на висоті та робіт зі спорядженням та модернізацією оснащення навчальних класів.

Основними проблемами, щодо оснащення рятувальників-верхолазів є: відсутність деяких нормативних актів, що регламентують створення, функціонування та вдосконалення матеріально-технічної бази та окремих її елементів; відсутність єдиних стандартів норм забезпечення навчальних структур, розробка яких ускладнена з низки тих самих причин [6].

Відсутність власних тренажерів на місцях дислокації аварійно-рятувальних підрозділів та формувань, відсутність самостійності у прийнятті рішень, щодо розвитку навчально-матеріальної бази, викликає також деякі труднощі у розвиток якісного навчального матеріалу адаптованого під необхідні умови.

Відпрацювання практичних вправ на висоті – це невід’ємна частина професійної підготовки рятувальника-верхолазів, і для того, щоб підготовка була максимально ефективною, необхідні комплексні тренажери, які дозволяють імітувати надзвичайну ситуацію на висоті будь-якої складності. Після ретельного аналізу алгоритму та відпрацювання кожного елементу проведення аварійно-рятувальних робіт на висоті, підвищується якість, впевненість і швидкість виконання робіт рятувальниками-верхолазами при ліквідації надзвичайної ситуації.

Тренажер повинен дозволити рятувальникам-верхолазам підвищити свої професійні якості з технічних навичок ведення аварійно-рятувальних робіт на висоті, таких як:

- робота з альпіністським спорядженням;
- адаптація до висоти;
- вміння використовувати та комбінувати спеціальне оснащення та страхувальні засоби;
- верхолазні роботи з розбирання основних будівельних конструкцій;
- евакуація потерпілого за допомогою альпіністського спорядження;
- спуск у каналізаційний люк, колектори тощо.

Тренажерний комплекс дозволяє одночасно працювати на різних елементах тренажера одночасно кількома особам або рятувальним підрозділом [7]. Відпрацювання практичних вправ на тренажерному комплексі дозволяють рятувальникам-верхолазам підтримувати необхідну фізичну підготовку, моделювати різний ступень складності надзвичайну ситуацію та оперативних дій, дозволяє отримати необхідний професійний досвід, впевненість та підвищити якість проведення аварійно-рятувальних робіт на висоті.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kenneth L. Integrating early refresher practice in height safety and rescue training / Kenneth L., Billy H., Iain C. / Safety Science Volume 110, Part A, 2018, P 411–417.
2. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. Наказ №62 від 23.03.2007 р.
3. Державна служба України з питань праці. «Стан виробничого травматизму». – Режим до-ступу: <https://dsp.gov.ua/stan-vyrobnychoho-travmatyzmu/#>.
4. National fire protection association (2009). “Standard on Operations and Training for Technical Search and Rescue Incidents”
5. Blacker D. Physical employment standards for UK fire and rescue service personnel / Blacker D., Rayson P., Wilkinson M., Carter M., Nevill A., Richmond L. / Occupational Medicine, Volume 66, Issue 1, 2016, P 38–45.
6. McWilliams B. Learning to prepare hauling systems for rope rescue. / McWilliams B., Rohr L., Sanli E. / International Journal of Training Research, Volume 17, 2019 - Issue 3, P 261-273.
7. Beljuchenko D. Ju., Strilec' V. M. (2020). Bagatofaktorna ocinka efektyvnosti operatyvnogo rozgortannja pozheznyh avtomobiliv v umovah vynykennja nadzvyčajnyh sytuacij tehnogennogo harakteru // Komunal'ne gospodarstvo mist. Harkiv. 156.P 204-211. doi: 10.33042/2522-1809-2020-3-156-204-211.

**МОНІТОРИНГ ОПЕРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ ТА ПЕРШОЧЕРГОВІ ЗАХОДИ  
РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ АБО ПОДІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З  
ВИЛИВОМ (ВИКИДОМ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ ТА РАДІОАКТИВНИХ  
РЕЧОВИН**

*Крицький О.І., Боярський В.Б., Маслянюк С.М.  
Головне управління ДСНС України в Одеській області*

З метою забезпечення радіаційного та хімічного спостереження (моніторингу) та своєчасного реагування на радіаційно-хімічні події в Одеській області функціонують:

- група радіаційно-хімічного захисту АРЗ СП Головному управлінні (основний штатний спеціалізований підрозділ):
  - позаштатні пости радіаційного та хімічного спостереження (ПРХС);
  - диспетчерські служби та ПРХС на об'єктах області;
  - газорятувальний загін Одеського припортового заводу;
  - підрозділи ДУ «Одеський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України».

*Група радіаційного, хімічного та біологічного захисту*

Група радіаційного, хімічного та біологічного захисту входить до складу аварійно рятувальної частини аварійно-рятувального загону спеціального призначення Головного управління.

Основними завданнями групи є:

- оперативне проведення радіаційної, біологічної та хімічної розвідки на наявність у повітрі та ґрунті радіоактивних, хімічних, токсичних, вибухонебезпечних та інших небезпечних хімічних, шкідливих (забруднювальних) речовин ;
- проведення дозиметричного контролю зовнішнього гама-опромінювання;
- проведення робіт з частковою і повною санітарної обробкою людей, знезараження одягу, засобів індивідуального захисту, майна, техніки споруд та території;
- проведення спеціальних робіт локалізації та ліквідації розгерметизації ємностей, трубопроводів з небезпечними речовинами;
- демеркуризація ртуті.

До складу групи входить 4 відділення РХБ захисту, 1 відділення санітарної обробки та хіміко-радіологічна лабораторія. Загальна кількість особового складу підрозділу складає за штатом 26 особи, в наявності 24 осіб. Роботи особовим складом групи проводяться з використанням спеціальних захисних костюмів, спорядження та спеціальних приладів.

Для виявлення радіації та небезпечних хімічних речовин у повітрі використовуються сучасні газоаналізатори та дозиметри.

В загальній кількості на озброєнні у групи знаходиться 5 одиниць засобів пошуку радіації та небезпечно хімічних речовин:

- 2 для визначення радіаційного фону (МКС-У – 1 од., МКС-05 Тера – 1 од.);
- 3 для виявлення небезпечних хімічних речовин (Дозор-С-М-5, , Drager X-am 8000, ChemPro100i).

В оперативному розрахунку групи знаходиться 2 одиниці техніки, а саме:

- на базі Mitsubishi L-200 – спеціальна машина РХ розвідки легкого типу (СМРХР-Л);
- на базі ГАЗ-2705 – пересувна РХ лабораторія (ПРХЛ).

Окрім того, можуть використовуватись АРС-14, ДДА-66.

### *Пости радіаційного та хімічного спостереження (ПРХС)*

На даний час, відповідно до доручення ДСНС України від 31.03.2022 № 03-3210/162-2 «Про розгортання та функціонування постів радіаційного та хімічного спостереження» Головним управлінням ДСНС України в Одеській області розгорнуто діяльність 43 постів радіаційного та хімічного спостереження у кожній державній пожежно-рятувальній частині, які здійснюють моніторинг навколишнього середовища відповідно до Наказу МВС України від 27.11.2019 № 986 «Про затвердження Методики спостережень щодо оцінки радіаційної та хімічної обстановки», в режимі - 4 рази на добу.

ПРХС створено з розрахунку: начальник поста, 1-2 спостерігачі за радіаційною та хімічною обстановкою (з числа чергового караулу).

Відповідно до затвердженого План-графіку протягом квітня 2022 року особовий склад ПРХС ДПРЧ Головного управління, у кількості 172 особи, пройшли навчання на базі Одеського НМЦ БЖД та ЦЗ з тематики:

1. Випадки виникнення надзвичайних ситуацій на радіаційно та хімічно небезпечних об'єктах.

2. Цивільний захист в умовах воєнного стану при застосуванні агресором ЗМУ.

3. Порядок використання приладів радіаційно-хімічної розвідки.

За результатами навчання кожній особі видано відповідні посвідчення.

Окрім того, спільно з НМЦ БЖД та ЦЗ розроблені та надані до використання у роботі Методичні рекомендації щодо оцінки радіаційної та хімічної обстановки ПРХС на території територіальних громад.

Основними завданням ПРХС є:

- моніторинг та своєчасне виявлення радіоактивного та хімічного забруднення на території у межах зони відповідальності;

- інформування керівника підрозділу та розрахунково-аналітичної групи Головного управління про виявлення радіоактивного та хімічного забруднення території у зоні відповідальності поста;

- контроль за зміною потужності дози іонізуючого випромінювання та концентрацією небезпечних хімічних речовин.

Укомплектованість ПРХС ДПРЧ складається переважно із засобів індивідуального захисту та застарілих приладів часів СРСР.

Розпорядженням Одеської облдержадміністрації від 27.08.2021 №897/од-2021 створена мережа ПРХС області до якої увійшли як пости Головного управління ДСНС України в Одеській області так і об'єктові пости хімічно-небезпечних об'єктів Одеської області (17 ХНО). З 01.03.2022 дані пости переведено на цілодобове спостереження за РХ обстановкою в області.

### *Гідрометеорологічний центр чорного та азовського морів*

Для точного аналізу та прогнозування стану погоди здійснення збору, оброблення, передавання гідрометеорологічної інформації та інформації про рівень забруднення навколишнього природного середовища, на території Одеської області є «Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів». Структура «Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів»:

- Лабораторія спостережень за забрудненням атмосферного повітря І групи, у тому числі пости спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ПСЗ) № 8, № 10, № 15, № 16, № 17, № 18, № 19, № 20 (м. Одеса);

- Сектор спостережень за забрудненням атмосферного повітря;

- Сектор морських прогнозів;

- Сектор метеорологічних спостережень.

«Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів» є важливим тим, що завдяки його роботі разом з розрахунково-аналітичною групою можна розрахувати орієнтовне

прогнозування та можливі наслідки хімічного або радіоактивного забруднення за різних метеоумов та напрямком вітру.

*Спеціалізовані бригади ДУ «Одеський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України»*

Крім вищевказаних підрозділів, що можуть здійснювати моніторинг РХ обстановки на території Одеської області, на виконання розпорядження Міністра охорони здоров'я наказом ДУ «Одеський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України» №24-адм від 24.02.20022 були створені наступні спеціалізовані бригади:

- радіаційного спостереження і дозиметричного контролю - 5 бригад (16 фахівців);
- хімічного спостереження і контролю - 10 бригад (56 фахівців);
- епідеміологічного спостереження і контролю - 16 бригад (62 фахівця);
- дезінфекційні бригади - 11 бригад (31 фахівець).

Бригади радіаційного спостереження і дозиметричного контролю функціонують в цілодобовому режимі та виконують моніторинг гамма випромінювання в 110 моніторингових точках (11 населених пунктах) по всій області. Вимірювання гамма-фону проводяться за допомогою дозиметрів ДКГ-РМ 1203М, ДБГ-01Н, РКС-01, СРП 88 Н, центр МКС-08-01 Гм «ДКС-96» та МКС-05 Терра.

Щодо здійснення хімічного спостереження і контролю, воно проводиться за необхідністю шляхом залучення бригад по заявкам, які виїжджають на відбір проб повітря та доставляють матеріал для дослідження в лабораторію у м. Одеса.

Для проведення досліджень атмосферного повітря на вміст НХР (аміак, діоксид азоту, діоксид сірки, формальдегід, свинець, бензол, толуол, фенол, оксид вуглеводу, марганець, хлористий водень, пил, сажа) використовуються: «Тайфун МС», «КФК-3», ВЛР-200.

*Об'єктовий газорятувальний загін*

Окрім того, на АТ «Одеський припортовий завод» (ОПЗ) крім ПРХС функціонує об'єктовий газорятувальний загін, який створено для ліквідації наслідків хімічних аварій та проведення аварійно-рятувальних робіт на території ОПЗ.

Даний підрозділ технічно підготовлений та спроможний виконувати завдання з ліквідації наслідків аварій з викидом (виливом) НХР.

Штатна чисельність загону складає 30 осіб, на даний час в наявності 24 особи. Організовано 4-х змінне чергування по 6 чол.

На озброєнні знаходяться 4 од. техніки (САРМ-В, САРМ-Л, хімлабораторія, мікроавтобус). До речі, зі слів працівників загону, САРМ-В на базі МАН за своєю комплектацією та можливостями у застосуванні під час хімічних аварій - один із кращих не тільки в Україні, а і в Європі.

*Порядок виконання першочергових заходів реагування на надзвичайні ситуації або події, пов'язані з виливом (викидом) небезпечно хімічних та радіоактивних речовин*

Порядок виконання заходи реагування на НС або події, пов'язані з виливом (викидом) небезпечно хімічних та радіоактивних речовин визначено у відповідних Планах реагування.

У разі надходження інформації про виникнення НС або події, пов'язані з виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин або радіоактивних речовин до ОКЦ ГУ ДСНС України в Одеській області - вживаються наступні першочергові заходи:

- щодо оперативного інформування органів місцевої влади, місцевого самоврядування та служб взаємодії, що визначені Планами реагування та інструкціями взаємодії;
- на ПРХС вживаються заходи по скороченню часу проведення контрольних замірів по моніторингу обстановки навколишнього середовища;
- за потреби, організуються заходи відповідно до вимог вказівки ДСНС від 07.09.2022 № 03-7053/162-1 «Рекомендації щодо дій особового складу у зоні радіоактивного

забруднення» щодо укриття особового складу (в засобах індивідуального захисту органів дихання та шкіри) або їх евакуації;

Розгортається розрахунково-аналітична група згідно наказу від 11.08.2010 № 649 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо організації роботи розрахунково-аналітичної групи та Методичних рекомендацій щодо організації роботи поста радіаційного і хімічного спостереження», при загрозі виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаної з викидом (випливом) у довкілля небезпечних хімічних та радіоактивних речовин. Спеціалісти РАГ прибувають у центри управління в надзвичайних ситуаціях та здійснюють наступні заходи:

- уточнюють порядок передачі інформації про радіаційну та хімічну обстановку від ПРХС;

- вивчають топографічні особливості місцевості;

- отримують дані про метеорологічну обстановку від підрозділів гідрометеослужби (напрямок та швидкість вітру, температура повітря, хмарність, ступінь вертикальної стійкості повітря);

- здійснюють прогнозування та оцінку можливої радіаційної і хімічної обстановки;

- розраховують середню щільність населення;

- готують пропозиції щодо захисту населення при загрозі виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаної з викидом (випливом) у довкілля небезпечних хімічних та радіоактивних речовин;

- наносять прогнозовану радіаційну та хімічну обстановку на карту.

Інформування населення про загрозу радіоактивного або хімічного забруднення за допомогою засобів масового інформування та транспортних засобів з гучномовцями, в межах повноважень ГУ ДСНС України в Одеській області вживати заходи, щодо допомоги та евакуації населення. Налагодити взаємодію з іншими службами та підрозділами. Залучення пожежних підрозділів, групи РХБЗ АРЗ СП ГУ ДСНС України в Одеській області згідно Наказу 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».

Дії групи РХБЗ АРЗСП ГУ ДСНС України до виливу або викиду радіоактивного або хімічного походження:

- визначення забруднення місцевості та повітря, передання інформації про стан забруднення керівництву;

- відбирання проб та відправлення їх до спеціалізованих лабораторій;

- дозиметричний контроль особового складу після виходу із зони радіоактивного забруднення;

- проведення санітарної обробки особового складу та населення, майна, одягу, транспорту, споруд;

- зонування території (холодна, тепла, гаряча).



## ОСОБЛИВОСТІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ ОПЕРАТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УКРАЇНІ

*Бурменко О.А., к.т.н.,  
Національний університет цивільного захисту України*

Вітчизняна школа з оцінки небезпеки території також представлена низкою інноваційних досліджень як в області техногенної, так і природної небезпеки території. Так, автори роботи [1] узагальнили статистику небезпек останніх років та визначили основні її особливості на території держави. У рамках інтегрального підходу оцінку небезпеки життєдіяльності населення наведено у роботі [2]. Об'єктовий рівень оцінки небезпеки досліджено у роботі. Питання оцінки індивідуальної небезпеки населення регіонів України в умовах надзвичайних ситуацій досліджено у роботі [3]. Питання забезпечення територіального управління запобіганням та ліквідації надзвичайних ситуацій розглянуті у роботі [4,5].

В роботах [6,7] пропонують використовувати при оцінці рівня територіальної небезпеки енергетичний підхід. Надають аналіз переваг та недоліків останнього. Аналіз факторів, які провокують виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру на теренах держави. На базі останніх обґрунтовано ризик функціонування природно-техногенно-соціальної системи при сезонних коливаннях сейсмічної активності. Роботами з оцінки територіальної небезпеки України з оцінки техногенної та [8, 9] природної небезпеки, в яких автори для її оцінки застосовують методи факторного аналізу й аналізу головних компонент, метод кластерного аналізу, наводять класифікацію території за основними показниками повсякденного функціонування та прояву техногенної і природної небезпеки в адміністративно-територіальних одиницях України.

Даний чинник при розрахунку оперативного потенціалу територіальних підрозділів набув переважного впливу на теренах України у зв'язку з конфліктом на Сході країни. Про це свідчать події, які у переважній більшості не мали адекватного реагування з боку системи протидії НС, а саме вибухи та пожежі на складах боєприпасів: у 2014 році – Кривий Ріг; у 2015 – Червоний Чабан Херсонської обл., та м. Сватове; у 2016 (Хмельницька обл.); у 2017 році у м. Балаклеї Харківської області, на потенційно небезпечному об'єкті (ПНО) у районі с. Новоянисоль на Донеччині та у Калинівці; у 2018 р. – у Балаклеї та Ічні Чернігівської; у 2019 р. – у Балаклеї.

У зв'язку з повномасштабним вторгненням Росії проти України з 24 лютого 2022 року по це час пошкоджено, зруйновано або захоплено щонайменше 195 заводів та підприємств, 231 медичний заклад, 543 дитсадки, 295 мостів та мостових переходів, 151 об'єкт складської інфраструктури. Крім того, за час війни пошкоджено чи зруйновано щонайменше 97 релігійних та 144 культурних об'єктів. Унаслідок бойових дій пошкоджено, зруйновано або захоплено щонайменше 23,8 тис. км доріг, 33,7 млн.кв.м. житлового фонду. Крім того, постраждали щонайменше 54 адміністративних будівлі, 289 автомобільних та 41 залізничних мостів, 10 військових аеродромів, вісім аеропортів і два порти[10].

Підрозділами територіальних органів ДСНС упродовж 2022 року в Україні зареєстровано 80 654 пожежі. Порівняно з 2021 роком кількість пожеж збільшилася на 1,5%; збільшення кількості пожеж спостерігається майже по всіх видах об'єктів, за винятком транспортних засобів (-22,7%) і відкритих територій (-10,1%), що головним чином є наслідком бойових дій із російськими збройними формуваннями (пожежі, пов'язані з вибухами та обстрілами склали понад 15%)[11].

Найбільша кількість пожеж (близько 90%), зареєстрованих підрозділами територіальних органів ДСНС, із «інших причин», пов'язана з веденням бойових дій

російськими військами на території України (потрапляння боєприпасів та їх уламків, вибухи внаслідок потрапляння боєприпасів, ракетні обстріли, обстріли стрілецькою зброєю).

Наведений вище аналіз свідчить про існування актуального науково-практичного завдання у сфері цивільного захисту, яке полягає у вирішенні задачі з розробки експертно-статистичної методики попередження НС природного і техногенного характеру з урахуванням оперативних можливостей територіальної одиниці.

У якості математичного апарату для розрахунку прогнозованих показників ризику слід використовувати уже відомі і перевірені підходи, що у цілому забезпечить високий рівень достовірності кінцевих результатів використання експертно-математичної моделі.

Таким чином, на сьогоднішній день, значна частина надзвичайних ситуацій регіонального рівня, які виникають в Україні, переростає на більш складні рівні внаслідок відсутності завчасної порівняльної оцінки ефективності співвідношення наявного рівня небезпеки та відповідних регіональних сил та засобів їх протидії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. E. Krausmann, A. M. Cruz, B. Affeltranger. "The impact of the 12 May 2008 Wenchuan earthquake on industrial facilities." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol., 23, No. 2, Mar, 2010, pp.242-248.

2. "Industrial Facilities: Bhuj, India Earthquake. Earthquake Engineering Abstracts" M.Praveen Earthquake Engineering Research Institute. Date of consultation: Nov. 2012, Available: [http://www.eeri.org/earthquakes/Reconn/bhuj\\_India/indusfac.pdf](http://www.eeri.org/earthquakes/Reconn/bhuj_India/indusfac.pdf)

3. Андронов В.А. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек / В.А. Андронов, А.С. Рогозін, О.М. Соболев, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко – Х.: Національний університет цивільного захисту України, 2011. 264 с.

4. Рак Ю.П. Оцінка стану життєдіяльності регіонів України: інтегральний підхід / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко // Пожежна безпека. Збірник наукових праць. – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2008. № 13. С. 86-90.

5. Тютюник В.В. Оцінка індивідуальної небезпеки населення регіонів України в умовах надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко, О.В. Тютюник // Проблеми надзвичайних ситуацій 36. наук. праць. Х.: Університет цивільного захисту України, 2009. Вип. 9. С. 146-157.

6. Труш О.О. Структурно-функціональне забезпечення територіального управління запобіганням та ліквідацією надзвичайних ситуацій (на прикладі Управління пожежної безпеки в Харківській області) / О.О. Труш // Автореф. дис... канд. наук з держ. управління: 25.00.02; Національна академія державного управління при Президентові України, Харківський регіональний інститут, 2003. 19 с.

7. Хміль Г. Комплексна оцінка техногенної та природної безпеки України в регіональному вимірі. / Г. Хміль // Надзвичайна ситуація, №5, 2005. – С. 52-55.

8. Тютюник В.В. Аналіз факторів, які провокують виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін // Системи обробки інформації. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2011. Вип. 4(94). С. 280-284.

9. Іванець Г.В. Аналіз стану техногенної, природної та соціальної безпеки адміністративно-територіальних одиниць України на основі моніторингу / Г.В. Іванець // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2016, випуск 3(48) – С. 142-145.

10. [https://razumkov.org.ua/uploads/article/2022\\_Gum.pdf](https://razumkov.org.ua/uploads/article/2022_Gum.pdf)

11. Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту «Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2022 року».

## ВИКОРИСТАННЯ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

Гапон Ю.К., к.т.н.

Національний університет цивільного захисту України

Бажанова К.В.

ГУ ДСНС України у Донецькій області

На атомних електростанціях (АЕС) потенціометричні дослідження можуть бути використані для вимірювання параметрів, контролю та діагностики різних процесів та систем. Ось деякі можливі застосування потенціометрії на АЕС:

1. *Моніторинг рН.* Потенціометричні методи можуть використовуватися для вимірювання рівня рН в системах охолодження, обробки води та інших середовищах. Підтримання оптимального рівня рН допомагає запобігти корозії та іншим проблемам з системами водопостачання та охолодження.
2. *Контроль концентрації розчинених речовин.* Потенціометрія може бути використана для вимірювання концентрації розчинених речовин, таких як іони металів чи інших хімічних сполук у водних розчинах. Це може допомогти виявити витoki радіоактивних або інших небезпечних речовин.
3. *Контроль рівнів рідин.* Потенціометричні сенсори можуть бути використані для моніторингу рівнів рідин у резервуарах, баках та інших контейнерах. Це важливо для забезпечення правильної роботи систем охолодження та подачі палива.
4. *Вимірювання іонної активності.* Вимірювання іонної активності може бути корисним для моніторингу якості води, включаючи виявлення радіоактивності та інших потенційно небезпечних іонів.
5. *Контроль параметрів електрохімічних процесів.* Атомні електростанції включають багато електрохімічних процесів, таких як корозія, електроліз та інші. Потенціометричні методи можуть допомогти контролювати та оптимізувати ці процеси.
6. *Моніторинг газів та парів.* Потенціометрія може бути використана для вимірювання концентрації газів та парів у повітрі, що допомагає виявляти можливі небезпеки та забезпечувати безпеку [1].

Одним із розповсюджених методів оцінки корозійної стійкості тепловиділяючих елементів є автоклавні випробовування [2]. Як альтернатива автоклавним випробовуванням проводяться випробовування обертальному дисковому електроду за допомогою сучасних потенціостатів-гальваностів українського виробництва, зокрема MTech SPG-500F. Спрощена блок-схема пристрою показана на рис. 1.

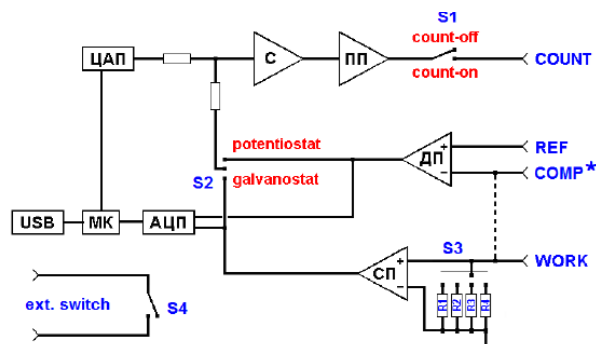


Рис. 1. Спрощена блок-схема пристрою MTech SPG-500F

(МК – мікроконтролер (процесор пристрою), ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач, АЦП – аналого-цифровий перетворювач, С – операційний підсилювач-суматор, ПП – підсилювач потужності, ДП – диференційний операційний підсилювач, СП – "струмовий" операційний підсилювач)

Для керування зовнішнім допоміжним пристроєм (мішалюю, низьковольтним моторчиком або дисковим електродом тощо) в електричній ланцюг потрібно підключити додатковий розрив лінії його живлення (або в розрив лінії виконавчого механізму) кабель та налаштувати відповідне програмне забезпечення для проведення необхідних випробувань [3].

Потенціометричні випробування є однією з найважливіших методик для вивчення корозійних властивостей матеріалів, зокрема як це може застосовуватися до тепловідводячих елементів ядерних паливних та розподільчих збірок, таких як тепловідводячі елементи виробництва ядерної енергії (ТВЕЛів). Ось деякі методи, які можуть використовуватися для потенціометричних випробувань при внутрішній або зовнішній корозії ТВЕЛів:

1. *Вимірювання корозійного струму.* Один із способів випробувань полягає у вимірюванні корозійного струму, що виникає під час корозійних процесів. За допомогою потенціометрів можна відслідковувати зміни потенціалу на поверхні матеріалу, що кородує, та вимірювати відповідний струм. Це дозволяє вивчати швидкість корозії та оцінювати ступінь деградації матеріалу.

2. *Моніторинг пасивації та депасивації.* Пасивація є процесом, коли матеріал розвиває захисний шар оксиду металу на поверхні, що запобігає подальшій корозії. Депасивація відбувається, коли цей захисний шар руйнується. Потенціометрія може використовуватися для вивчення цих процесів, допомагаючи зрозуміти, як матеріали реагують на різноманітні умови експлуатації.

3. *Моніторинг впливу середовища.* Потенціометричні випробування можуть допомогти дослідникам вивчити, як різні фактори в середовищі, такі як рН, концентрація іонів, температура, тиск, швидкість проходження води та інші параметри, впливають на корозійні властивості ТВЕЛів.

4. *Оцінка ефективності захисних покриттів.* Випробування можуть включати також оцінку ефективності захисних покриттів або допомогти визначити, наскільки добре ці покриття захищають матеріал від корозійних атак.

5. *Моделювання умов експлуатації.* За допомогою потенціометричних випробувань можна моделювати умови, в яких ТВЕЛі використовуються на практиці, такі як температура, тиск, хімічний склад середовища тощо. Це дозволяє прогнозувати поведінку матеріалів при реальних умовах експлуатації.

Таким чином, використання потенціометричних досліджень на атомних електростанціях можуть підвищити рівень безпеки, сприяти ранньому виявленню та мінімізації потенційно небезпечних ситуацій та допомогти уникнути аварій та їхніх наслідків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Mukhachov A.P., Nefedov V.G., Kharytonova O.A. Electrode processes in electrolysis of zirconium at production of plastic zirconium for nuclear energy. *Questions of atomic science and technology*. 2019. №2. P. 111–115. DOI: <https://doi.org/10.46813/2019-120-111>.
2. Hapon Yu., Kustov M., Chyrkina M., Romanova O. Multistage Corrosion of Fuel Element Materials in Nuclear Reactors. *Solid State Phenomena*. 2022. Vol.334. P.63–69. DOI: <https://doi.org/10.4028/p-0s9zyu>.
3. Гапон Ю.К., Калугін В.Д., Кустов М.В. Механізм внутрішньої корозії сплаву цирконію Zr1Nb в ТВЕЛлах. *Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry* : monograph / editor-in-chief V.Z. Barsukov. Kyiv, 2020. P. 288. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/13477>.

## ВИЗНАЧЕННЯ ОЦІНКИ УТВОРЕННЯ ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ В ПРИМІЩЕННІ ПРИ ВИТІКАННІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

*Дорошенко Д.О.*

*Науковий керівник – Ключка Ю.П., д.т.н., с.н.с.  
Національний університет цивільного захисту України*

В Україні щорічно виникають тисячі надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, внаслідок яких гине велика кількість людей. Аварії техногенного характеру, спричинені вибухом газоповітряної суміші у житловому секторі, на жаль, відбуваються на регулярній основі. Впродовж останніх років системи газопостачання як в приватному секторі, так і у багатоповерхівках, не підлягають обов'язковому технічному обслуговуванню і ремонту у строки, що зазначені в паспортах або інструкціях заводів-виробників газового обладнання, приладів, апаратів з урахуванням місцевих умов експлуатації. Виходячи з цього, саме квартири та приватні будинки є зоною підвищеного ризику виникнення аварійних ситуацій та нещасних випадків.

З початку 2023 року за даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій на території держави пролунало 7 вибухів, пов'язаних із витоком газоповітряної суміші, де 3 особи загинули та 17 осіб отримали травми різного ступеня тяжкості [1].



**Рис.1.** м. Київ. Внаслідок вибуху газу в багатоповерхівці загинуло 2 людини, постраждало 4 (з них 3 госпіталізовано) та врятовано 18 осіб

**Рис.2.** Львівська область, с. Залужжя Яворівського району. Внаслідок вибуху газу у приватному будинку загинув чоловік

Основними причинами даних надзвичайних ситуацій (далі- НС) є: порушення правил пожежної безпеки при експлуатації побутових газових приладів, несправність газового обладнання, самостійні підключення газових приладів до системи газопостачання та ін.

Пари зріджених вуглеводневих газів у суміші з повітрям утворюють вибухонебезпечну суміш протягом довгого часу, але мають дуже низькі межі концентрації для вибуху. Вибухопожежонебезпечна концентрація в закритому просторі для зрідженого газу становить 1,8 - 9 %, а для природного газу 5 - 15 %.

Вирішення задачі оцінки концентрації при наявності отворів, тощо потребує рішення нестационарних задач. У даному випадку рівняння зміни концентрації метану від часу в приміщенні можна записати в наступному вигляді [2]:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{100q}{V} - \frac{L_v C}{V} - \frac{DCS}{VL}, \quad (1)$$

$$\frac{dC}{dt} = a - b \times C, \quad (2)$$

$$a = \frac{100q}{V}; \quad b = \frac{L_V}{V} + \frac{DS}{VL_1}, \quad (3,4)$$

$$\frac{dC}{a-b \times C} = dt, \quad (5)$$

$$\frac{-1}{b} \ln(a - b \times C) = C_1 + t, \quad (6)$$

$$C_1 = \frac{-\ln(a)}{b}, \quad (7)$$

$$C = \frac{a - e^{-b(t-C_1)}}{b}, \quad (8)$$

де  $C$  – об’ємна концентрація метану, %;  $q$  – витрата метану;  $D$  – коефіцієнт дифузії;  $S_{\text{пр}}$  – площа відкритого отвору (двері та ін.);  $V$  – об’єм приміщення;  $L_{\text{вент}}$  – вентиляційна витрата;  $L_{\text{пр}}$  – характерна відстань від джерела витіку до відкритого отвору.

На рис.3 представлена залежність концентрації газу в приміщенні від відстані ( $L_{\text{пр}}$ ) та витрати ( $q$ ) для різних значень часу витіку газу.

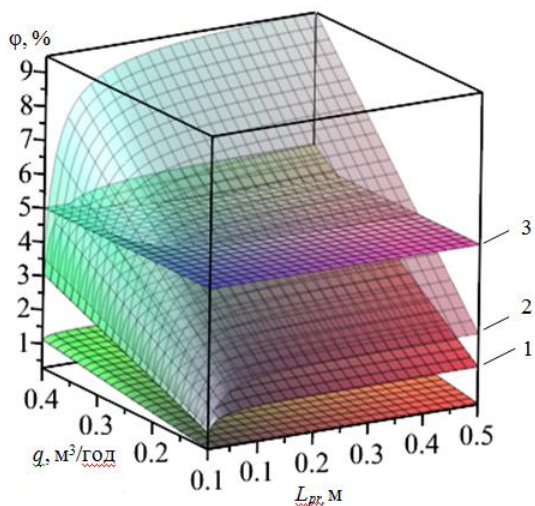


Рис. 3. Залежність концентрації в приміщенні від витрати  $q$  ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) та відстані  $L_{\text{пр}}$  (м):  
1.  $\tau=1$  год; 2.  $\tau=5$  год; 3.  $\tau=10$  год

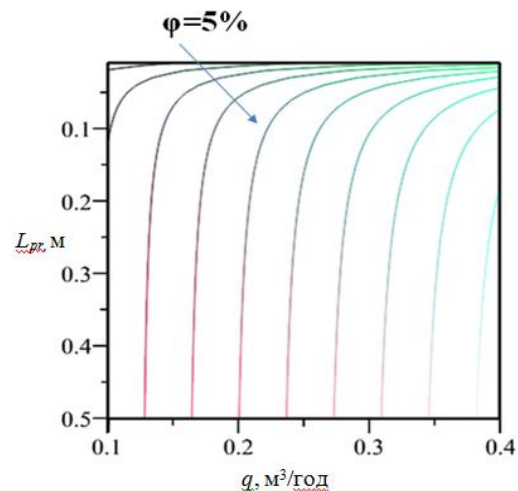


Рис.4. Залежність концентрації в приміщенні від витрати  $q$  ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) та відстані  $L_{\text{пр}}$  (м) при  $\tau=10$  год

Аналіз показує, що величина відстані ( $L_{\text{пр}}$ ) впливає на можливість утворення вибухонебезпечної концентрації. Дана величина може в декілька раз зменшувати чи збільшувати критичний час. На рис. 4 представлена номограма визначення витрати газу в залежності від відстані при завершенні 10 годин.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Довідка про НС на території України. URL: <https://www.dsns.gov.ua>.
2. Дорошенко Д.О., Ключка Ю.П. Оцінка часу утворення вибухонебезпечних газоповітряних сумішей у житловому секторі. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми пожежної безпеки 2022» («Fire Safety Issues 2022»), 2022. С.81.
3. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк, А. О. Толлок. Цивільний захист: навчальний посібник, Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016 р. С.325.

**ВОГНЕГАСНІ ЗАСОБИ НА ОСНОВІ ЛЕГКИХ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ РЕЗЕРВУАРІВ З ГОРЮЧИМИ РІДИНАМИ**

*Кірсев О.О., докт.техн. наук, проф.  
Національний університет цивільного захисту України*

Резервуари великої місткості з легкозаймистими і горючими рідинами (ЛЗР і ГР) відносяться до легкозразливих в разі обстрілів об'єктів критичної інфраструктури. В більшості випадків після їх враження починається пожежа. Гасіння таких пожеж є однією з найбільш складних задач пожежно - рятувальних підрозділів. До останніх часів основними засобами гасіння таких пожеж були різні види вогнегасних пін. Але всі види вогнегасних пін мають недоліки. В першу чергу з недоліків пін можна відмити їх низьку стійкість. Вони поступово руйнуються на поверхнях рідин. Руйнування пін суттєво прискорюється від дії теплового випромінювання від полум'я рідини, що горить. До загального недоліку вогнегасних пін можна віднести неможливість їх використання для гасіння одночасно неполярних і полярних рідин. Такі види рідин потребують для свого гасіння використання різних типів піноутворювачів.

Для подолання відмічених недоліків вогнегасних пін запропоновані вогнегасні засоби на основі легких сипких матеріалів і гелеутворюючих систем [1]. Такі вогнегасні системи представляють собою двошарове покриття, яке формується на поверхні горючої рідини. Нижній шар забезпечує плавучість всієї системи, а верхній шар гелю надає системі високі ізолюючі властивості. Гасіння рідин за допомогою вогнегасних засобів на основі легких сипких матеріалів і гелеутворюючих систем має переваги по зрівнянню з використанням для гасіння повітряно-механічних пін в економічному так і екологічному плані.

В якості легкого сипкого матеріалу нижнього шару обґрунтовано використання гранульованого або подрібненого піноскла (ППС). ППС має високу плавучість у всіх ГР. Воно є негорючим, термічно стійким матеріалом. В умовах реальної пожежі шар ППС загальною висотою 5 – 6 см може зберігатися на поверхні рідини що горить необмежений час. Досліди дозволили встановити, що змочене ППС легко гасить високиплячи рідини. Для їх гасіння достатньо нанесення шару змоченого ППС загальною висотою 2-5 см. Для гасіння ЛЗР треба забезпечити формування шару ППС висотою не менш 12 см з додатковим нанесення шару гелю з питомою поверхневою витратою 2 кг/м<sup>2</sup>.

Але такий спосіб гасіння має свої недоліки. Він потребує використання трьох окремих вогнегасних речовин: легкого сипкого матеріалу, розчинів гелеутворювача і каталізатора гелеутворення. Це в свою чергу вимагає використання трьох окремих засобів подавання, що ускладнює весь процес гасіння.

Для підвищення ефективності гасіння ЛЗР в роботах [2-3] запропоновано замість гелю на поверхню ППС наносити шар змоченого легкого сипкого матеріалу з меншим розміром гранул. В такому випадку дисперсний сипкий матеріал заповнює порожнини між гранулами ППС, що призведе до підвищення ізолюючих властивостей всього шару сипких матеріалів. В цих роботах було проведено дослідження вогнегасних властивостей систем, де в якості сипких матеріалів було обрано ППС з розміром гранул 10-15 мм, спучений перліт з розміром гранул 1,2±0,2 мм і пластинчатий вермикуліт з розміром пластинок 1×2 мм. На поверхню шару сипких матеріалів подавалась розпилена вода. В цих дослідженнях було визначено вогнегасні характеристики запропонованого засобу з використанням лабораторного модельного вогнища пожежі малих розмірів. Площа поверхні рідини в ньому складала 255 см<sup>2</sup>. В табл. 1 представлені результати гасіння модельного вогнища пожежі за участю в якості сипкого матеріалу верхнього ізолюючого шару спученого перліту. Також було досліджено вплив легкоплавких кристалогідратів на вогнегасні властивості систем на основі

легких сипких матеріалів. При цьому на базовий шар ППС висотою 4 см наносився шар спученого перліту висотою 0,5 см, після чого зверху засипався дисперсний порошок кристалогідрату. Відповідні результати наведено в табл.2.

Таблиця 1. Вогнегасні висоти шарів і питомі поверхневі витрати для ППС ( $H_{\text{ппс}}$ ,  $\Phi_{\text{ппс}}$ ) і спученого перліту ( $H_{\text{пер}}$ ,  $\Phi_{\text{пер}}$ ) при сумісному використанні разом розпиленою водою ( $\Phi_{\text{вода}}= 2,0$ )кг/м<sup>2</sup>.

$H_{\text{ппс}}$ , см	7	8	9	10	11	12
$\Phi_{\text{ппс}}$ , кг/м <sup>2</sup>	6,7	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8
$H_{\text{пер}}$ , см	1,0	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3
$\Phi_{\text{пер}}$ , кг/м <sup>2</sup>	1,6	1,1	0,8	0,6	0,5	0,5

Таблиця 2. Поверхневі витрати ( $\Phi$ ) кристалогідратів нанесених на поверхні піноскла, спучених перліту і вермикулітів потрібних для гасіння бензину

Кристалогідрат	Поверхнева витрата порошку, $\Phi$ кг/м <sup>2</sup>			
	Піноскло	Вермикуліт-1	Вермикуліт-2	Перліт
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot$	0,514	0,304	0,174	0,115
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-	0,533	0,178	0,118
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	-	1,862	2,732	3,003
$\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	-	1,35	0,555	1,508
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	-	2,825	1,33	2,662
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	-	1,236	1,037	1,3
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	-	2,479	1,023	1,121

(-) – гасіння не відбувалось завдяки просипленню порошку крізь шар ППС.

### Висновки.

1. В разі гасіння висококиплячих рідин найбільш ефективним вогнегасним засобом є змочене ППС. Для гасіння модельного вогнища пожежі з бензином треба сформувати шар піноскла висотою 12 см на який нанесено гель з питомою поверхневою витратою 2 кг/м<sup>2</sup>.

2. Загасити модельне вогнище пожежі з бензином можна шаром піноскла висотою 7 см з наступним нанесенням шару спученого перліту з висотою шару 1 см і подачею розпиленої води з питомою витратою 2 кг/м<sup>2</sup>.

3. Для гасіння бензину найменші масові витрати компонентів вогнегасної системи забезпечує використання кристалогідрату гідро фосфату натрію  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$

### ЛІТЕРАТУРА

1. Дадашов І. Ф. Дослідження властивостей вогнегасної системи на основі піноскла. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2018. Вип 2(28). С. 39–56. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/8905>.

2. Макаренко В. С., Кіреєв О. О., Трегубов Д. Г., Чиркіна М. А. Дослідження вогнегасних властивостей бінарних шарів легких пористих матеріалів. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. Вип. 1(33). С. 235–245. DOI:<https://doi.org/10.52363/2524-0226-2021-33-18>.

3. Макаренко В. С., Кіреєв О. О., Слепужніков Є.Д., Чиркіна М. А. Дослідження впливу порошоків на вогнегасні характеристики бінарних шарів пористих матеріалів. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. Вип. 1(35). С. 297–310. DOI: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2022-35-22>.



## ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ РЯТУВАЛЬНИКІВ

*Ковальов П.А., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Згідно із Кодексом цивільного захисту України [1] особовий склад Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту України приймає участь в ліквідації всіх надзвичайних ситуацій, які виникають. Проте, існуюче пожежно-технічне обладнання, яке складає основу озброєння оперативно-рятувальних сил, було розроблене біля двадцятих п'ятих років тому, виходячи з можливостей того часу й узвичаєних тоді ж тактичних прийомів.

Останнім часом розробляється і закупляється техніка, у тому разі за кордоном, при створенні якої враховують не тільки можливість досягнення поліпшених технічних характеристик, але і те, що змінилися умови служби і підготовки особового складу, тактика гасіння пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій. Особливо це стосується засобів індивідуального захисту рятувальників.

До того ж, аналіз останніх досягнень та публікацій показав, що контроль якості засобів індивідуального захисту включає аналіз нормативно-технічної документації, перевірку зовнішнього вигляду, комплектації, маркування; випробування з використанням приладів та установок; випробування на стійкість до зовнішніх впливів; дослідження на стенд-імітаторі зовнішнього дихання людини; лабораторні дослідження на людях; полігонні випробування та підконтрольну експлуатацію [2]. При цьому, з одного боку, загальні технічні вимоги, методи випробувань та їх обсяг досить повно для кожного об'єкту дослідження наведені у відповідних стандартах, з іншого боку, питання проведення полігонних випробувань та підконтрольної експлуатації практично ніде не розглядаються.

Не розглядаються й особливості застосування засобів індивідуального захисту в умовах, які суттєво відрізняються від тих, які були визначені для розробників у тактико-технічних вимогах (токсична небезпека середовища в осередку надзвичайної ситуації з викидом небезпечних хімічних речовин може бути на порядки більшою ніж токсична небезпека середовища на пожежі, у відповідності до якої створюються ізолюючі апарати; розхід повітря в апаратах на стисненому повітрі у газодимозахисників під час евакуації потерпілих зі станцій глибокого закладення метрополітену значно більший легеневої вентиляції під час виконання робіт не тільки середнього ступеня важкості, у відповідності до якої визначається порядок розрахунку часу роботи в АСП, але й дуже важких робіт тощо).

Все це свідчить, що знання основ створення та застосування засобів захисту органів дихання є необхідною вимогою до сучасних спеціалістів Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Особливо тих, що визначають сьогодні час і будуть визначати в найближчому майбутньому технічну політику в галузі впровадження цієї техніки в підрозділах.

Актуальність дослідження полягає в постійній необхідності вдосконалення знань, умінь, навичок та професійних якостей осіб рядового і начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту з метою забезпечення успішного виконання ними професійно-службових завдань в системі «рятувальник – засоби порятунку і захисту – екстремальне середовище» [3]. Для чого передбачається провести спеціальні практичні експериментальні дослідження, за результатами яких надати рекомендації по підвищенню ефективності функціонування оперативно-рятувальних підрозділів.

Велика система - це сукупність об'єктів, взаємодія яких викликає появу нових якостей, не властивих окремо взятим утворюючим систему компонентам, характерними ознаками якої є:

1. Наявність великої кількості підсистем, для кожної з яких визначається мета функціонування, підпорядкована спільній меті функціонування всієї системи.
2. Ієрархічна структура зв'язків між загальним критерієм для всієї системи в цілому і приватними, локальними критеріями, що формуються для окремих підсистем.
3. Участь у системі як компонентів людей, техніки, середи.
4. Функціонування системи в умовах впливу великого числа випадкових факторів (випадкові впливи середовища, відмови техніки, помилки людини та інші.)
5. Існування внутрішніх матеріальних, енергетичних та інформаційних зв'язків.
6. Необхідність безперервного управління системою.
7. Мінливість структури і функціонування системи. Цей об'єкт живе і розвивається, вдосконалюється.
8. Свобода дії людей у рамках функціонування системи і, отже, зменшення надії на повну формалізацію опису функціонування системи.

9. Багатокритеріальність управління і нечітке задання самих критеріїв доцільності. Всіма перерахованими особливостями володіє розглянута система діяльності аварійно-рятувальних підрозділів:

1. У розглянутій системі можна виділити підсистеми "людина", "техніка", "середовище". Підсистема "людина" (як і решта) у свою чергу може бути розділені на підсистеми.

2. Ієрархічна структура зв'язків.

3. Мінливість структури і функціонування системи, що характеризуються мінливою обстановкою надзвичайної ситуації, появою нової спеціальної техніки (автомобіля ГДЗС, насосно-рукавної станції, першої допомоги на шасі УАЗ, аварійно-рятувального та інших), плінністю кадрів, вдосконаленням окремих підсистем.

В роботі було проведено аналіз основних підсистем. Так аналіз підсистеми «людина» показав що головним тут є конкретний рятувальник. Людина розглядається не тільки і не стільки як біологічний індивідуум, а як частина ерготехнічної системи. При цьому враховуються психологічні, психофізіологічні та інші ергономічні аспекти. Розглядаючи або прогнозуючи діяльність особового складу, необхідно враховувати, що несприятливі умови для життєдіяльності організму рятувальника в непридатному для дихання і життя середовищі змушують з підвищеним навантаженням функціонувати основні системи, що забезпечують гомеостаз, навіть без виконання фізичної роботи. Порушення вегетативної нервової діяльності сприяє виникненню ситуацій дезорієнтації і, дезадаптації, розгубленості, втратою контролю за своєю свідомістю і поведінкою оточуючих співробітників, відмови від діяльності, що може призвести до нещасного випадку.

Постійні вольові зусилля, які спрямовані на придушення негативних емоцій, пов'язаних з виконанням обов'язків в умовах високої температури, вологості, задимленості, на висоті та інше, почуття страху (обвалення конструкцій, замкнутий простір і т.д.), необхідність підтримки працездатності на високому рівні для виконання оперативного завдання, призводять до швидкого виснаження психофізіологічних резервів організму.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України зі змінами 2023 рік №5403-VI від 12.10.2012, редакція від 01.01.2022.

2. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України. Наказ МНС України № 1342 від 16.12.2011 р.

3. В.М. Стрілець, П.А. Ковальов, П.Ю. Бородич, С.В. Росоха. Основи створення та експлуатації засобів індивідуального захисту// Навчальний посібник. - Х.: НУЦЗУ, 2013.- 363с.

4.

## ЗАСТОСУВАННЯ РОЗБІРНОЇ ПРОМІЖНОЇ ЄМНОСТІ ПІД ЧАС ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХОДІВ З ДЕКОНТАМІНАЦІЇ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

*Криворучко Є.М., Дубінін Д.П., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

В сучасних умовах воєнного стану існує постійна велика загроза застосування агресором зброї масового ураження або виникнення надзвичайних ситуацій пов'язаних з витоком небезпечних хімічних речовин (далі – НХР). А враховуючи перебування одного з найбільших у Європі об'єкту ядерної енергетики (Запорізька АЕС) під контролем ворожого управління, існує велика загроза викиду радіоактивних матеріалів. В таких умовах питання проведення деконтамінації особового складу та спеціальної обробки техніки підрозділів ОРС ЦЗ набуває своєї актуальності [1].

При цьому у разі можливості використання для заходів з деконтамінації чистої води, проблем не виникає, в той час як при необхідності застосування спеціальних розчинів постає питання їх приготування та зберігання. Пожежна техніка не пристосована для приготування, зберігання чи транспортування розчинів для дегазації чи дезактивації. Такі дії можуть призвести до виходу її з ладу. Використання для цих цілей проміжних розбірних ємностей можливе.



**Рис. 1. Види розбірних ємностей для забезпечення робіт з деконтамінації.**

При цьому такі ємності повинні відповідати певним вимогам. з таких вимог можна виділити основні:

- компактність та придатність до транспортування без зменшення кількості основного озброєння;
- легкість монтажу чи розгортання на місці використання;
- невелика вартість;
- легкість обслуговування та ремонтпридатність;
- стійкість матеріалів, з яких виготовлена ємність, до дії хімічних речовин.

Розроблена проміжна ємність може бути використана під час гасіння пожеж як проміжна ємність для наповнення та зберігання вогнегасної речовини, та як резервуар (ємність) для приготування та зберігання розчинів для деконтамінації (дегазації, дезактивації дезінфекції, тощо) [5].

Ємність для зберігання рідини виготовлена з полівінілхлоридного матеріалу, що розгортається в збірному каркасі. Це дозволяє підвищити ефективність проведення оперативних дій за рахунок зменшення трудовитрат та скорочення часу робіт при одночасному зменшенні кількості рятувальників, необхідних для її розгортання.

Полівінілхлоридний матеріал, з якого виготовлено резервуар, стійкий до дії хімічних

речовин. Поліхлорвініл досить стійкий проти дії кислот і лугів. Він має високі діелектричні властивості, негорючий, легко фарбується.

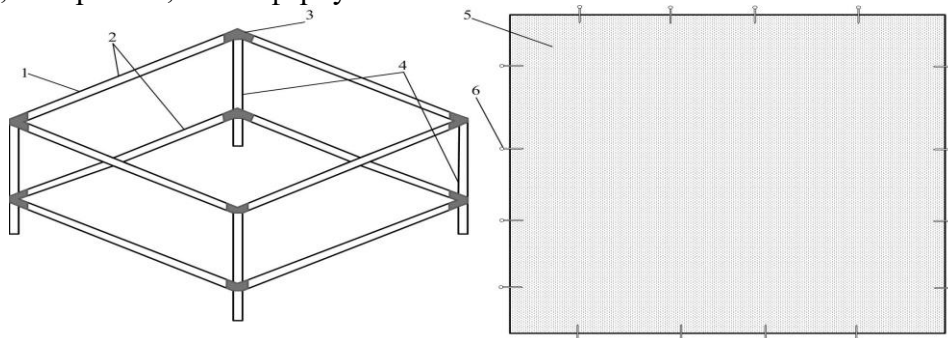


Рис. 2. Конструкція розбірної проміжної ємності [5].

Після проведення відповідних робіт він може бути оброблений та приведений у готовність до наступного застосування.



Рис. 3. Загальний вид розбірної проміжної ємності з водою (ліворуч) та без води (праворуч).

Розбірна проміжна ємність містить збірний каркас, що складається з восьми горизонтальних стійок та чотирьох вертикальних стійок, виконаних з легкого металу у формі порожнистого циліндра. Фіксування горизонтальних та вертикальних стійок між собою здійснюється за допомогою кутових з'єднань. В складений збірний каркас розгортається полівінілхлоридний матеріал.

Крім того, враховуючи можливість масового забруднення територій, оснащення такими розбірними та компактними, у відношенні до транспортування, ємностями не тільки спеціалізованих підрозділів набуває особливої актуальності в сучасних умовах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін Д.П., Криворучко Є.М., Застосування установки пожежогасіння дрібнодисперсними водяними струменями., Матеріали МНПК молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту». – Харків: НУЦЗ України, 2023. – С. 164.
2. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53.
3. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження водяного аерозолю, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. Проблеми пожежної безпеки. 2020. № 47. С. 29–34.
4. Дубінін Д. П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 33. С. 15–29.
5. Розбірна проміжна ємність для зберігання рідини: пат. 151203 Україна: В65D6/00, А62С99/00, Е03В11/00 / Д. П. Дубінін, Є. М. Криворучко, А. А. Лісняк, С. М. Шевченко, І. М. Грицина, В. Г. Аветісян – № и 2022 00208; заявл. 17.01.2022; опубл. 15.06.2022, Бюл. № 24. – 4 с.

## ТАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ В ЗОНІ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

*Кулаков О.В., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Одними з основних завдань єдиної державної системи цивільного захисту є опрацювання інформації про надзвичайні ситуації (НС), видання інформаційних матеріалів з питань захисту населення і територій від наслідків НС та прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків НС, визначення на основі прогнозу потреби в силах, засобах, матеріальних та фінансових ресурсах [1].

Згідно [2] одним з етапів організації проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт є розвідка зони НС, у тому числі з повітря.

Відрізняють НС техногенного, природного та соціально-політичного характеру [1]. Одним з видів НС техногенного характеру є аварія з викидом небезпечних хімічних речовин (НХР) [3].

Розміри зони НС техногенного характеру внаслідок аварії з викидом НХР залежать від багатьох факторів: кількості небезпечної речовини, напрямку та сили вітру, стану атмосфери тощо. За певних обставин зона НС може досягати значних розмірів. У цьому випадку моніторинг зони аварії уявляє певні труднощі.

Для спостереження за станом території можливе використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) [4]. Перевагою БпЛА над звичайними літаками є можливість старту з необладнаних майданчиків невеликих розмірів. Це дозволяє реалізувати регіональне розташування БпЛА без додаткової підготовки місць базування.

Визначимо тактику застосування БпЛА для моніторингу території після аварії з викидом НХР. Метою моніторингу є побудова реальної карти зони зараження (встановлення меж, за яких перевищено гранично допустимі концентрації НХР). Для цього необхідно визначити оптимальні висоту та траєкторію польоту БпЛА, обладнаного необхідною реєструючою апаратурою (газоаналізатором НХР).

Оптимальна висота польоту БпЛА визначається, зокрема, параметрами встановленого газоаналізатора.

Траєкторія польоту БпЛА визначається формою та розміром зони можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ – територія або акваторія, у межах якої в разі зміни напрямку вітру можливе переміщення хмари НХР з концентрацією, небезпечною для життя людини) та зони хімічного забруднення (ЗХ) – територія або акваторія, у межі якої потрапили НХР у концентраціях або кількостях, що протягом певного часу створюють небезпеку для життя та здоров'я людей і завдають шкоди навколишньому природному середовищу. ЗХЗ є сукупністю забруднених площ району аварії та площ, утворених первинною та/або вторинною хмарою НХР).

Для визначення форми та розмірів ЗХЗ використовуємо методику [5].

На рис. 1 приведено типові форми ЗМХЗ та ЗХЗ.

Проліт БпЛА через зону НС пропонується виконувати у два етапи. На першому етапі необхідно встановити фактичні межі ЗХЗ ( $\Gamma_{\text{ЗХЗ}}$  (глибина ЗХЗ) та кут  $\varphi$  (половина кута сектору, у межах якого поширилася хмара НХР)). На другому етапі слід уточнити встановлені межі ЗХЗ. За певних обставин можливо обмежитися першим етапом.

Для першого етапу польоту БпЛА через ЗМХЗ оптимальною слід вважати траєкторію польоту БпЛА, приведену на рис. 2.а. Місце старту БпЛА (для скорочення часу розвідки та забезпечення безпеки оператора) доцільно вибрати з навітряного боку відносно ЗМХЗ.

Для другого етапу польоту БПЛА через ЗХЗ оптимальними слід вважати траєкторії польоту БПЛА, приведені на рис. 2.б (при  $\varphi \approx \frac{\pi}{2}$ ) та рис. 2.в (при  $\varphi < \frac{\pi}{2}$ ).

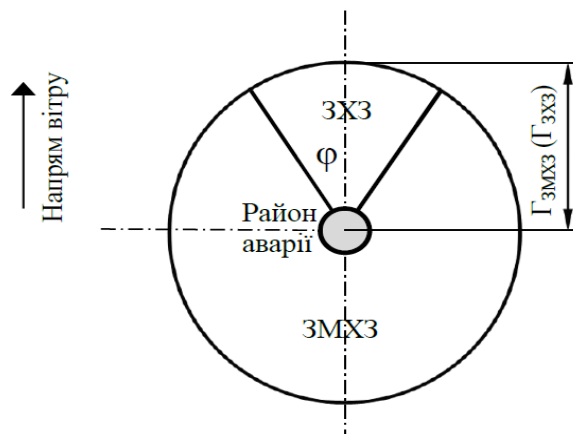


Рис. 1. Типові форми ЗМХЗ та ЗХЗ

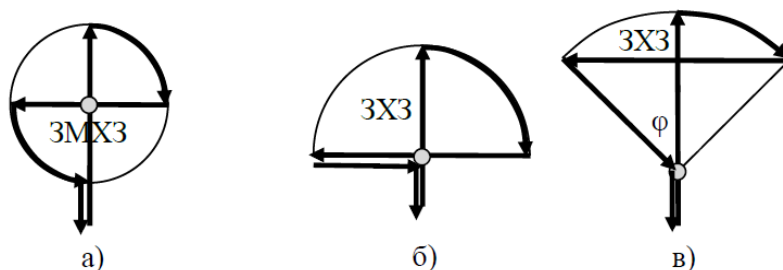


Рис. 2. Оптимальні траєкторії польоту БПЛА для встановлення меж ЗХЗ

Через певний час після виникнення НС техногенного характеру внаслідок аварії з викидом НХР доцільно провести контрольний обліт виявленої ЗХЗ з метою уточнення зміни її фактичних меж. Оптимальною слід вважати траєкторію польоту БПЛА, приведену на рис. 2.а.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України: Кодекс від 02.10.2012 № 5403-VI зі змінами // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.
2. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту: Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>.
3. ДК 019:2010. Класифікатор надзвичайних ситуацій: Національний класифікатор України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text>.
4. Акулов В.М., Кулаков О.В., Райз Ю.М. Обґрунтування застосування безпілотних літаків для моніторингу хімічної обстановки в зоні надзвичайної ситуації // Проблеми надзвичайних ситуацій: Зб. наук. пр. НУЦЗ України. Вип. 14. – Харків: Фоліо, 2011. С.14-19. URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/2090>.
5. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті: Наказ МВС України від 29.11.2019 № 1000 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0440-20#Text>.

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ БІЛКОВОГО ПІНОУТВОРЮВАЧА ДЛЯ ВОГНЕГАСІННЯ

*Майборода А.О., к.пед.н., доцент*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У сучасних умовах пожежогасіння є актуальна проблема з позицій безпеки та екології. Цей аналіз присвячений процесу розробки білкового піноутворювача як потенційно ефективного засобу для цілей пожежогасіння. Вона висвітлює ключові аспекти дослідження та важливість цього напрямку в науці та практиці гасіння пожеж. Піноутворювачі - це хімічні речовини, які додаються до води для створення піни. Ці речовини здатні збільшити об'єм піни, яка використовується для гасіння пожежі. Існує кілька типів піноутворювачів, включаючи синтетичні та натуральні піноутворювачі.

Синтетичні піноутворювачі виготовляються шляхом хімічної реакції між спеціальними хімічними сполуками. Ці сполуки містять гідрофобні та гідрофільні групи, які забезпечують збільшення об'єму піни. Наприклад, одним з найбільш поширених синтетичних піноутворювачів є АФ-21, який виготовляється шляхом реакції між сполуками гідроксиду алюмінію та спиртом.

Натуральні піноутворювачі виготовляються з рослинних та тваринних матеріалів. Наприклад, кукурудзяний крохмаль є одним з найбільш поширених натуральних піноутворювачів. Його додають до води для створення повітряно-механічної піни, яка використовується для гасіння пожеж. Крім того, існують інші натуральні речовини, які можуть бути використані як піноутворювачі, такі як желатин та альбумін.

Однак, важливо зазначити, що використання піноутворювачів для пожежогасіння повинно бути проведене з обережністю та з урахуванням специфіки пожежі. Наприклад, у разі пожежі, що виникла на основі газів або рідких речовин, використання піни може призвести до утворення зв'язки між піною та речовиною, що горить, що може ускладнити процес гасіння.

Також, з огляду на екологічну безпеку, використання піни у водних екосистемах може мати негативний вплив на довкілля. У цьому випадку, рекомендується використовувати біологічно розкладаються піноутворювачі або засоби, які не мають шкідливого впливу на довкілля.

Створення білкового піноутворювача для цілей пожежогасіння складається з кількох етапів. Ось кілька кроків, які потрібно виконати:

1. Отримання білкової сировини: білковий піноутворювач можна отримати з гідролізованих білків тваринного походження, таких як кістки, роги, шкури тощо.

2. Гідроліз білків: сировину піддають гідролізу, тобто розкладають на складові частини, в результаті чого отримують білковий концентрат.

Білковий концентрат для створення піноутворювача може бути отриманий шляхом гідролізу білків. Гідроліз - це процес розщеплення білків на більш прості речовини - амінокислоти, за допомогою води та спеціальних ферментів.

Під час гідролізу білків в результаті дії ферментів відбувається розрив пептидних зв'язків, що сприяє утворенню більш простих речовин - амінокислот [1].

Далі, за допомогою процесів фільтрування та висушування, отримана маса перетворюється в порошок форму, що й утворює білковий концентрат. Цей концентрат може використовуватися для подальшого створення піноутворювача для цілей пожежогасіння.

Отже, білковий концентрат для створення піноутворювача може бути отриманий шляхом гідролізу білків за допомогою ферментів, після чого отримана маса піддається

процесам фільтрування та висушування, у результаті чого утворюється порошкова форма білкового концентрату.

3. Додавання піноутворювача: у білковий концентрат додають піноутворювач, який допомагає збільшити його об'єм і створює піну. Найчастіше для створення білкового піноутворювача використовують піноутворювачі на основі сполук на основі соди, амінокислот або етиленгліколю.

Піноутворювачі на основі сполук соди та амінокислот забезпечують високу ефективність гасіння пожеж, а також мають низьку токсичність та екологічну безпеку [2].

Отже, для створення білкового піноутворювача можна використовувати різні піноутворювачі на основі соди, амінокислот або етиленгліколю.

4. Додавання стабілізаторів: для того, щоб піна не розпадалася з часом, до піноутворювача можна додати стабілізатори.

Для того, щоб піна не розпадалася з часом, до білкового концентрату можуть додавати стабілізатори. Стабілізатори - це спеціальні речовини, які забезпечують збереження структури піни, запобігаючи її розпаду під дією факторів зовнішнього середовища, таких як вода, температура, тиск і т.д.

Стабілізатори для білкових піноутворювачів можуть бути різними. Найчастіше використовують стабілізатори на основі солей, амінокислот, цукрів та інших речовин. Залежно від конкретної мети застосування піни та умов її зберігання можуть використовуватися різні стабілізатори [2].

Отже, для збереження структури піни в білковому піноутворювачі можуть бути використані різні стабілізатори на основі солей, амінокислот, цукрів та інших речовин [3].

Отже, створення білкового піноутворювача має великий потенціал у багатьох галузях науки та технологій і може привести до створення нових продуктів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. В. Стефанович, Ю. Стефанович, Л. Запорожець, М. Шумейко Білкові піноутворювачі для пожежогасіння.

2. В.П. Лебедєв, В.В. Ніконенко, В.В. Соловійов, О.М. Ткачук Пожежна безпека та захист від пожеж. Київ, 2009.

3. А. В. Гончаренко, В. Ю. Марченко, О. В. Романов Біологічні основи пожежогасіння. - Технічна естетика та дизайн. - 2015. - № 1(11). - С. 23-28.



**ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕГАСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШАРІВ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ НА ГЕПТАНІ**

*Макаренко В.С., ад'юнкт  
Науковий керівник – Кіреєв О.О., д.т.н., професор  
Національний університет цивільного захисту України*

Для гасіння пожеж за участю горючих рідин запропоновано багато методів [1]. Аналіз результатів робіт [2-3] дозволяє зробити висновок про перспективність використання ударних хвиль, високошвидкісних імпульсних струменів рідини та піротехнічних засобів для підвищення ефективності гасіння горючих рідин. На сьогоднішній день найбільш ефективним та універсальним засобом їх гасіння визнано пінні засоби пожежогасіння [4]. Найбільш суттєвими недоліками пін є їх низькі стійкість і погані екологічні параметри. Для усунення ряду недоліків пінних засобів пожежогасіння запропоновано використовувати вогнегасні системи на основі гранульованого піноскла та гелеутворювачів [5].

Метою роботи є вивчення вогнегасних властивостей двошарової системи на основі легких сипучих матеріалів, призначеної для гасіння гептану.

В якості горючої рідини був обраний н-гептан ( $C_7H_{16}$ ). Як сипкий матеріал нижнього шару було вибрано подрібнене піноскло (ППС), а для верхнього шару – спучені перліт і вермикуліт. Розмір гранул ППС складав (1,0-1,5 см). Спучений перліт (пер) мав розмір гранул кулеподібної форми ( $1,2 \pm 0,2$ ) мм. Спучений вермикуліт був у вигляді пластинок двох розмірів  $2 \times 2,5$  мм (верм – 1) та  $2 \times 5$  мм (верм – 2).

Методика проведення експерименту наведена у роботі [6]. Спочатку була досліджена швидкість вигорання гептану з вільної поверхні. В якості лабораторного модельного вогнища пожежі класу «В» була обрана металева ємність циліндричної форми з внутрішнім діаметром 11,2 см ( $S = 98,5 \text{ см}^2$ ). У нею заливалося 100 мл бензину, що забезпечувало шар рідини в металевій ємності  $\sim 1$  см. Після цього бензин підпалювався, і гравіметричним методом визначалася втрата його маси. Зважування здійснювалось за допомогою електронних ваг ТНВ-600. Точність зважування становила 0,01 г. Виміри проводилися при температурі навколишнього повітря ( $22 \pm 1$ )°C.

Далі було досліджено умови гасіння гептану та його масової швидкості вигорання в разі наявності на його поверхні ізолюючого шару. Для цього 100 мл гептану заливався в металеву ємність. Після цього він підпалювався. Після 1 хвилини вільного горіння на його поверхню наносився базовий шар ПС товщиною 4 см. При цьому рівень рідини піднімався до  $\sim 2$  см від дна металічної ємності, а висота шару ПС, що знаходиться вище рівня рідини складала 2 см. Через 2 хвилин горіння, після стабілізації розміру полум'я, починалася фіксація втрати маси лабораторного модельного вогнища пожежі класу «В» з інтервалом в 30 с протягом 2 хвилин. Після цього наносився додатковий шар сипкого матеріалу товщиною 1 см, і протягом 2 хвилин проводилася фіксація втрати маси лабораторного модельного вогнища пожежі класу «В». В подальшому процедура повторювалася до накопичення такого шару сипкого матеріалу, який забезпечував припинення горіння. На рис.1 наведені основні етапи гасіння гептану системою ПС + перліт.

На основі експериментальних даних було розраховано масову швидкість вигорання гептану ( $V$ ) за співвідношенням:

$$V = \frac{\Delta m}{\tau \cdot S}, \quad (1)$$

де  $\Delta m$  – зміна маси рідини внаслідок її вигорання;  $\tau$  – час вигорання рідини;  $S$  – площа поверхні рідини.

Етапи проведення експерименту наведенні на рис. 1.

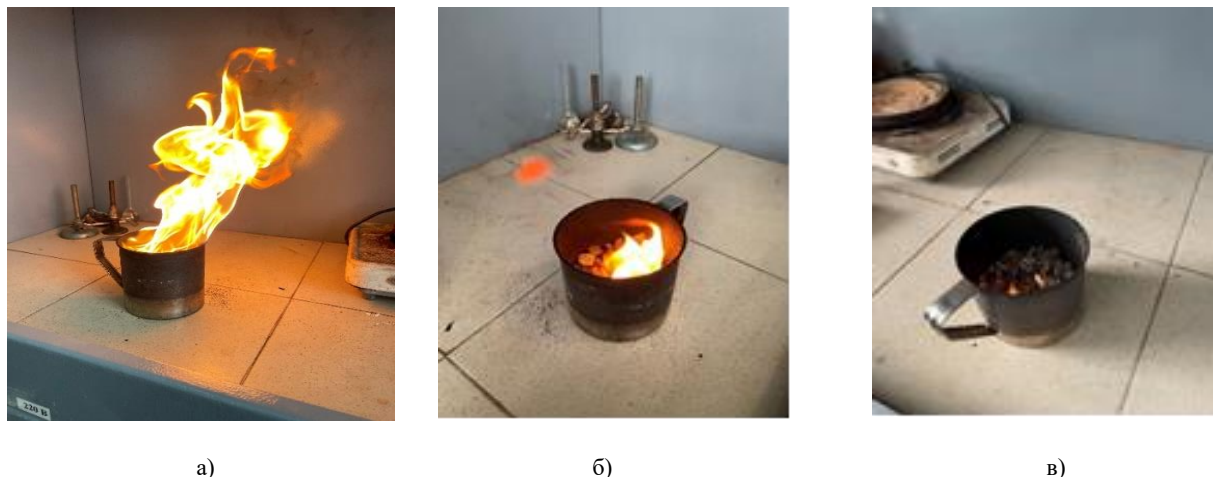


Рис.1. Етапи проведення експерименту з гасіння гептану: а) горіння гептану без вогнегасного шару; б) слабке горіння після засипки базового шару піноскла+1 см перліту; в) поступове загасання після засипання шару перліту висотою 2 см.

Аналіз наведених залежностей дозволяє зробити висновок, що найгірші вогнегасні властивості виявляє подрібнене піноскло. Перевага у вогнегасній висоті шару спученого перліту і двох видів спучених вермикулітів по зрівнянню з ПС складає 2 см. Загальна вогнегасна висота шару перліту та вермикуліту, що нанесені на базовий шар ПС висотою 4 см складає 2 см. Це означає, що для успішного гасіння гептану достатньо забезпечити утворення над його рівнем бінарний шар який складається з ПС (2 см) і такий самий шар спученого перліту або вермикуліту. У випадку коли на базовий шар наноситься ПС загальна висота шару ПС, що знаходиться вище рівня рідини складе 6 см. Після погасання гептану досліджувалась можливість повторного займання. Для цього через 1 хвилину після погасання гептану на відстані  $\sim 1$  см від поверхні верхнього вогнегасного шару сипкого матеріалу підносився підпалений факел. У всіх випадках відбувався спалах, але полум'я загасало за час не більше 35 с.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Dubinin, D., Korytchenko, K., Lisnyak, A., Hrytsyna, I., Trigub, V. Improving the installation for fire extinguishing with finelydispersed water. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. No. 92. P. 38–43.
2. Semko, A. N., Beskrovnaya, M. V., Vinogradov, S. A., Hritsina, I. N. The usage of high speed impulse liquid jets for putting out gas blowouts. *Journal of theoretical and applied mechanics*. 2014. No. 52. P. 655–664.
3. Kustov M., Kalugin V., Tutunik V., Tarakhno O. Physicochemical principles of the technology of modified pyrotechnic compositions to reduce the chemical pollution of the atmosphere. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. 2019. 2019. No. 1. P. 92–99.
4. Zhi, H., Bao, Y., Wang, L., Mi, Y. Extinguishing performance of alcohol-resistant firefighting foams on polar flammable liquid fires. *Journal of Fire Sciences*. 2019. Vol. 38. No. 1. P. 53–74.
5. Дадашов І. Ф., Кіреєв О.О., Тарахно О.В., Трегубов Д.Г. Гасіння горючих рідин твердими пористими матеріалами та гелеутворюючими системами: монографія. НУЦЗУ, 2021. 240 с.
6. Макаренко В. С., Кіреєв О. О., Чиркіна М. А., Трегубов Д.Г. Дослідження вогнегасних властивостей бінарних шарів легких пористих матеріалів. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. Вип. 33. С. 235–245. DOI: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2021-33-18>.

## КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧОГО СТАНУ ГАЗОГЕНЕРАТОРІ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПОДАЧІ ВОДНЮ ЯК СКЛАДОВА ЙОГО ПОЖЕЖНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ

*Абрамов Ю.О., д.т.н., професор,*

*Кривцова В.І., д.т.н., професор,*

*Михайлюк А.О., к.т.н., с.н.с.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Однією із складових пожежної профілактики газогенераторів системи зберігання та подачі водню є контроль їх технічного стану.

Наявність нелінійності в підсистемі стабілізації тиску системи зберігання та подачі водню відкриває нові можливості у створенні алгоритмів контролю її основного елемента – газогенератора. Один із таких підходів пов'язаний із використанням автоколивального режиму роботи такої системи, який є тестовим режимом. Для компактного опису процесів генерації водню використовується передаточна функція газогенератора, поліном Гурвіца якої має другий порядок. Використання критерію мінімуму абсолютної похибки неузгодженості амплітудно-частотних характеристик дозволяє понизити порядок поліному Гурвіца. Для характерних значень параметрів передаточної функції газогенератора, наведеної в [1], одержано спрощений вираз для його передаточної функції (похибка неузгодженості не перевищує 5,0%, величина постійної часу дорівнює  $(11,5 \div 13,0)$ мс).

Із використанням рівняння гармонічного балансу одержані аналітичні вирази для параметрів автоколивань – частоти та амплітуди.

Частота автоколивань в системі зберігання та подачі водню визначається виразом

$$\omega_0 = (\tau_0 \tau)^{-0,5}, \quad (1)$$

де  $\tau_0$  – постійна часу газогенератора, с;  $\tau$  – постійна часу пристрою регулювання площі вихідного отвору газогенератора, с.

Амплітуда автоколивань в цій системі визначається коренем біквдратного рівняння

$$x^4 - x^2 + [0,25\pi(\tau_0 + \tau)(K\tau_0\tau N)^{-1}]^2 = 0, \quad (2)$$

де  $x = \sigma A^{-1}$ ;  $2\sigma$  – ширина зони нечутливості датчика тиску, Па;  $A$  – амплітуда автоколивань, Па;  $K$  – коефіцієнт передачі лінійної частини підсистеми стабілізації тиску,  $\text{Па} \cdot \text{м}^2$ ;  $N = D\sigma^{-1}$ ;  $D$  – параметр релейної характеристики датчика тиску.

Для амплітуди автоколивань в системі зберігання та подачі водню має місце вираз

$$A = \sigma \left[ 0,5 \left[ 1 \pm \left[ 1 - [0,25\pi(\tau_0 + \tau)(K\tau_0\tau N)^{-1}]^2 \right]^{0,5} \right] \right]^{0,5}. \quad (3)$$

Автоколивальний режим роботи такої системи доцільно реалізовувати шляхом збільшення значень коефіцієнта передачі лінійної частини підсистеми стабілізації тиску. Для характерних значень параметрів системи зберігання та подачі водню побудована область існування автоколивань.

Алгоритм контролю технічного стану газогенератора системи зберігання та подачі водню включає перевірку її в режим автоколивань, визначення параметрів цих автоколивань та

порівняння одержаних значень із апіорі заданими. В якості апіорі заданих значень параметрів автоколивань використовуються значення, що визначаються за допомогою аналітичних залежностей або із використанням номограм. Технічна реалізація алгоритму контролю газогенератора може бути реалізована у вигляді, який наведено в [2].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Abramov, Yu., Basmanov, O., Krivtsova, V., & Mikhayluk, A. (2018). The synthesis of control algorithm over a technical condition of the hydrogen generators based on hydro-reactive compositions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Industry Control Systems*, 3 (2-93), 54-60. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.131020.
2. Abramov, Yu., Krivtsova, V., & Mikhayluk, & A. (2018). Hydrogen storage and supply system. Patent 128070 UA. MPK G01B 3/06. No. 201804301; declared: 19.04.2018; published: 27.08.2018, Bul. No. 16.

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВОГО СЕНСОРУ НА ОСНОВІ ZnO

*Мінська Н.В., д.т.н., доцент, Кулик А.О., Козловський Ю.О.  
Національний університет цивільного захисту України*

В умовах постійного зростання загроз виникнення надзвичайних ситуацій природного, техногенного та військового характеру на об'єктах критичної інфраструктури загострилась проблема контролю токсичних, легкозаймистих і вибухонебезпечних газів в навколишньому середовищі. Наслідки ураження об'єктів критичної інфраструктури можуть виходити не тільки за межі самого об'єкту, а, і, за межі країни. Отже, пристрої для моніторингу стану газового середовища в реальному часі є, вкрай, важливими, для своєчасного запобігання надзвичайним ситуаціям, захисту населення та навколишнього середовища [1]. Пристроями для моніторингу навколишнього середовища, в тому числі і газоаналізаторами, повинен бути забезпечений не тільки сам об'єкт критичної інфраструктури, а і персонал, що знаходиться на об'єкті та обслуговує його. У випадку, коли газоаналізатор знаходиться у складі інтелектуальної сенсорної техніки об'єкту, розміри газоаналізатору не мають значення у порівнянні з його чутливістю до аналізуемого газу. Коли мова йде про портативні газоаналізатори для персоналу, стають вирішальними наступні параметри чутливість газоаналізатора, його розмір і вага, вартість газоаналізатора. Для використання в газодинамічних приладах різного призначення, в тому числі для створення портативних сенсорів газу, перспективними є сенсори, що мають резистивний принцип дії. Принцип роботи резистивних сенсорів ґрунтується на зміні електричного опору у присутності аналізуемого газу. До сенсорів резистивного типу відносяться сенсори на основі металевих резисторів та адсорбційно-напівпровідникові сенсори. Адсорбційно-напівпровідникові сенсори мають переваги серед інших, а саме, спосіб їх отримання придатний до широкомасштабного виробництва, мають маленьку вагу і велику приймальну поверхню. Газочутливий шар таких сенсорів виготовляють із напівпровідникових оксидів. Особливий інтерес викликають напівпровідникові оксиди SnO<sub>2</sub>, ZnO, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, та перовскіти (BaSnO<sub>3</sub>, LaFeO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub>) з різними морфологіями [2].

Створення газових сенсорів на основі ZnO все більше привертають увагу, завдяки різноманіттю способів отримання чутливих шарів та низькою вартістю, де потрібне виявлення вибухових, легкозаймистих і токсичних газів у реальному часі. Але не зважаючи на різноманітні дослідження газових сенсорів на основі ZnO отриманих різними методами, моделі, яка б описувала взаємозв'язок робочих характеристик і умов створення чутливого шару, не існує. Тому необхідним є проведення подальших досліджень для встановлення зазначених закономірностей.

Оксид цинку це прямозонний напівпровідник з великою шириною забороненої зони (3,37 eV) та великою енергією зв'язку екситону (60 meV) [3], що є значною перевагою серед інших оксидів металів. Оксид цинку є одними з найперших за рівнем використання в електроніці, оптоелектроніці та лазерній техніці, що зумовлено комплексом його унікальних фізико-хімічних властивостей. До таких властивостей можна віднести хімічну і механічну стабільність, доступність, низька вартість, фоточутливість та висока радіаційна стійкість [4]. Оскільки ZnO є хіміорезистивним сенсором, зміна його опору залежить від присутності хемосорбованих іонів кисню. В присутності атмосферного повітря молекули кисню адсорбуються на поверхні ZnO і на межах кристалічних зерен, створюючи потенційні бар'єри. Зокрема, адсорбовані на поверхні ZnO молекули кисню захоплюють вільні електрони і перетворюються на іони (O<sub>2</sub><sup>2-</sup>), що поблизу межі ZnO/повітря формує збіднений шар, і в результаті зона провідності і валентна зона вигинаються. Формування збідненого

шару має вирішальний вплив на електричний опір напівпровідника. За рахунок вилучення електронів із зони провідності ZnO, збільшується опір ZnO. Якщо відновні гази взаємодіють з хемосорбованими іонами кисню на поверхні ZnO, відбувається зменшення опору, оскільки іони кисню віддають вільні електрони до зони провідності ZnO.

Враховуючи, що в присутності атмосферного повітря молекули кисню адсорбуються і на поверхні ZnO, і на межах кристалічних зерен, морфологія шару ZnO впливає на зміну електроопору структури. Відповідно, морфологія шару ZnO впливає на параметри газового сенсору на його основі.

Отримання досліджуваних зразків газового сенсору на основі ZnO здійснювалося методом магнетронного розпилення на постійному струмі. Для одержання чутливого шару газового сенсора використовували вакуумну установку ВУП-5М (рис. 1).

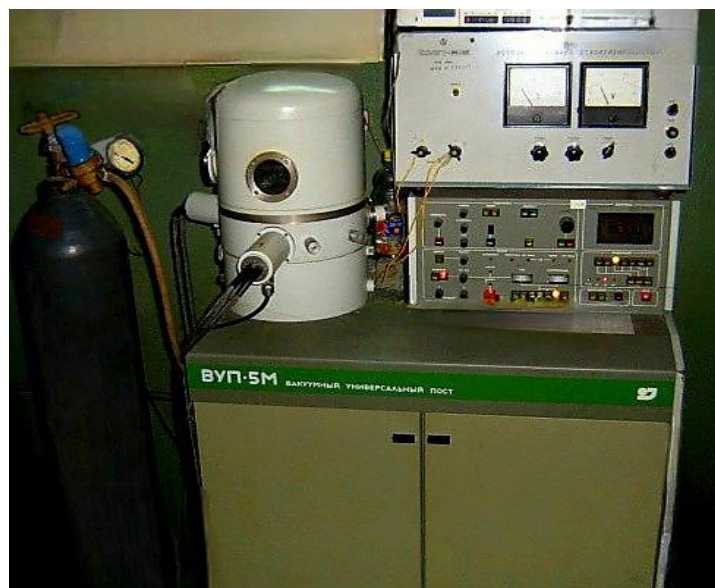


Рис. 1. Отримання досліджуваних зразків газового сенсору на основі ZnO – вид вакуумної установки ВУП-5М [5]

Мішень для отримання ZnO на поверхні підкладки представляла собою цинкову мішень (чистотою 99,99 %).

До основних характеристик функціонування газового сенсору відносяться чутливість, час відгуку, час релаксації, стабільність та робоча температура. Дослідження основних характеристик газового сенсору на основі ZnO проводили за допомогою установки, блок схема якої представлена на рис. 2 [3].

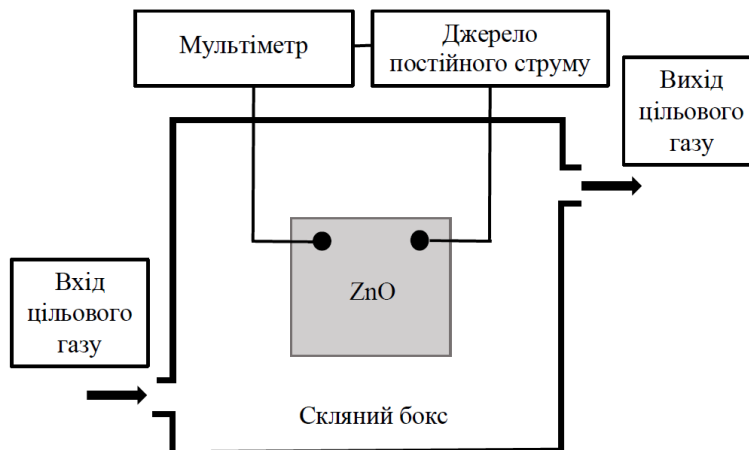


Рис. 2. Блок-схема установки для дослідження чутливості газового сенсору

Наповнення скляного боксу досліджуваним газом здійснювалось повітряним насосом. Концентрація цільового газу регулювалась за допомогою швидкості потоку та часу подачі при температурі навколишнього середовища. Відносна вологість підтримувалась на рівні 50 %. Концентрація цільового газу 500 ppm.

Чутливість газового сенсору визначалась вимірюванням опору в залежності від температури в інтервалі 200–450 °С і концентрації етанолу 500 ppm з подальшим розрахунком за формулою (1).

$$S = \frac{R_0}{R_r - R_0} 100\%, \quad (1)$$

де  $R_0$  – опір газового сенсору у повітрі,  $R_r$  – опір газового сенсору в атмосфері цільового газу.

Встановили, що робоча температура досліджуваного газового сенсору сягає 400 °С. Отримані результати дослідження газового сенсору на основі ZnO на повторюваність та стабільність роботи продемонстрували, що реакція чутливості газового сенсору на основі ZnO до цільового газу повторюється. Встановлено, що газовий сенсор на основі ZnO працює стабільно (рис. 5).

На відміну від [3], де реакція сенсора на цільовий газ при концентрації вище 150 ppm була майже відсутня, результат отриманий в дослідженні показав високу чутливість сенсора при концентрації 500 ppm. Це стало можливим завдяки встановленню оптимальної робочої температури газового сенсору на рівні 400 °С. Робочі характеристики газового сенсору на основі ZnO визначались за умови впливу на сенсор лише одного цільового газу. Значення робочих характеристик сенсора при впливі на нього декількох газів одночасно невідомі. Тож умовою застосування отриманих результатів дослідження є використання лише одного цільового газу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Neshpor O., Deyneko N., Ponomarenko R., Maiboroda A., Kropyva M., Blyashenko O., Yeremenko S., Sydorenko V., Servatyuk V., Pruskyi, Andrei. Optimization of the technology for designing sensitive gas sensors based on zinc oxide using a sol-gel method. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – (2022) V. 4. P. 30–36. 10.15587/1729-4061.2022.263686.
2. Zhang Y. et al. Preparation and gas sensing properties of hierarchical leaf-like SnO<sub>2</sub> materials //Sensors and Actuators B: Chemical. – 2018. – V. 255. – P. 2944-2951.
3. Miasoiedova, Alona & Minska, Natalia & Shevchenko, Roman & Azarenko, Olena & Lukashenko, Viktoriia & Kyrychenko, Oksana & Zemlianskyi, Oleh & Trefilova, Larisa & Kamyshentsev, Gennady & Melezhyk, Roman. (2023). Improving the manufacturing technology of sensing gas sensors based on zinc oxide by using the method of magnetron sputtering on direct current. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2. 31-37. 10.15587/1729-4061.2023.277428
4. Zhang H., Babichev A.V., Jacopin G., Lavenus P., Julien F.H., Egorov A.Yu., Zhang J., Pauporté T., Tchernycheva M. Characterization and modeling of a ZnO nanowire ultraviolet photodetector with graphene transparent contact. Journal of Applied Physics. 2013. V. 114. No. 23. P. 234505-1–234505-9.
5. Khrypunov G., Vambol S., Deyneko N., Suchikova Y. Increasing the efficiency of film solar cells based on cadmium telluride. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 6, No. 5. P. 12–18.

## МЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ І ІНШИХ НЕВІДКЛАДНИХ РОБОТ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ХІМІЧНОЇ АВАРІЇ

*Неклонський І.М., к.військ.н., Гноєва М.В.  
Національний університет цивільного захисту України*

Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи (АРІНР) при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах розпочинаються негайно після сигналу про виникнення аварії і ведуться безперервно, цілодобово, позмінно аж до повного завершення [1]. Їх зміст, способи локалізації джерел хімічного забруднення визначаються з урахуванням типу хімічної обстановки, характеристики та стану небезпечної хімічної речовини (НХР).

З метою зменшення впливу вражаючих факторів НС на виробничий персонал та населення здійснюється планування АРІНР. Основним завданням планування є встановлення такої послідовності та організації проведення заходів щодо ліквідації НС, які у найкоротші терміни та із залученням мінімально достатніх сил та засобів забезпечують виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

Планування АРІНР базується на прогнозах обстановки, яка може скластися внаслідок надзвичайної ситуації, та всебічному аналізі людських та матеріальних ресурсів.

Враховуючи необхідність проведення АРІНР у найкоротші терміни, з мінімально можливими витратами сил та засобів виконання етапів робіт та заданими умовами проведення доцільно розробити мережеву схему (рис. 1) та лінійний графік виконання АРІНР, які будуть відображати послідовність виконання робіт та часові характеристики їх ведення.

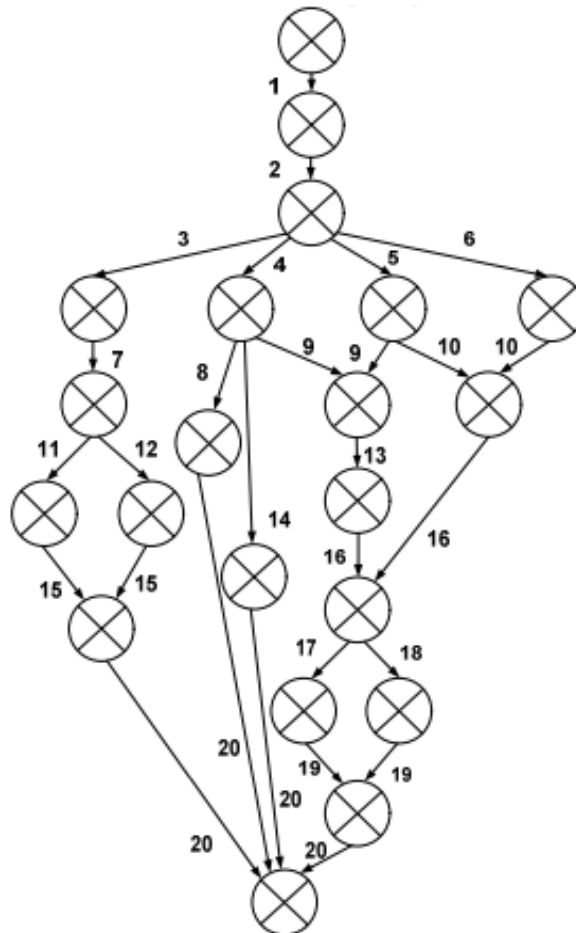


Рис.1 – Схема послідовності виконання робіт (варіант):



0 - сигнал про виникнення НС; 1 - розвідка зони НС (стан об'єкта, території, маршрутів висування сил та засобів, визначення меж зони НС); 2 - оповіщення формувань постійної готовності; 3 - оповіщення населення; 4 - постановка завдань керівником, допуск до робіт; 5 - введення сил та засобів ЦЗ у зону НС; 6 - забезпечення громадського порядку у зоні НС; 7 - пошуково-рятувальні роботи у зоні НС; 8 - організація управління та зв'язку в зоні НС; 9 - відключення комунально-енергетичних мереж у зоні НС; 10 - хімічний контроль особового складу, що бере участь в аварійно-рятувальних роботах, населення, об'єктів зовнішнього середовища; 11 - надання домедичної допомоги постраждалим; 12 - надання першочергового забезпечення постраждалим; 13 - роботи з підготовки ділянок рятувальних робіт та робочих місць у зоні НС (розчищення майданчиків, встановлення на майданчиках техніки, огорож та попереджувальних знаків, освітлення робочих місць); 14 - матеріально-технічне забезпечення; 15 - евакуація постраждалих із зони НС. 16 - обвалування місця розливу НХР; 17 - постановка водяної (рідинної) завіси; 18 - розведення розливу до безпечної концентрації НХР; 19 - відкачування водного розчину НХР та злив у металеві ємності для подальшої утилізації; 20 - виведення формувань.

Математичний опис схеми [рис.1] буде мати наступний вигляд. Нехай мережевий граф  $G$  є системою  $(V, U, \varphi, w)$ , де  $V = \{1, 2, \dots, v\}$  – множина вершин графа (події);  $U = \{u\}$  – множина ребер графа (робіт), причому  $V \cap U = \emptyset$ ;  $\varphi$  – функція інциденцій, що ставить у відповідність кожному ребру  $u \in U$  упорядковану пару вершин  $(v_1, v_2)$  – початком і кінцем ребра  $u$ .

Ребро  $u$  знаходиться у відношенні інцидентності зі своїми вершинами. Функція  $w(u)$  визначає трудомісткість виконання роботи  $u$  виходячи з нормативів експертних оцінок або досвіду і вимірюється в одиницях трудомісткості, вартості і т.п.

До розрахункових параметрів моделі відносяться: тривалість ведення окремих робіт, ранні та пізні терміни початку і закінчення робіт, резерви часу, резерви повних шляхів. [2]

Моделювання мережевого графа  $G$  доцільно здійснювати за наступним порядком: розбиття процесу ліквідації наслідків НС на роботи; формування переліку робіт та подій; з'ясування логічних взаємозв'язків між роботами та подіями і послідовності їх виконання; закріплення робіт за виконавцями; визначення тривалості робіт; складання та зображення мережевого графу; розрахунок числових характеристик подій та робіт, визначення критичного шляху; аналіз та оптимізація графу  $G$ . Спосіб оптимізації мережевого графа оперативних дій представлений у роботі [2].

Планування і управління процесом за методом мережевого планування здійснюється послідовно в три етапи. На першому етапі будується мережева модель (графік), на другому етапі – визначаються розрахункові параметри графіка, і виконується його оптимізація, на третьому – здійснюється оперативний контроль і управління ходом виконання оперативних завдань.

На основі спланованих заходів складається технологічна карта виконання робіт та розробляються заходи інженерного забезпечення та хімічного захисту.

Застосування методу мережевого планування в даному випадку дозволяє не тільки планувати або аналізувати процес ліквідації наслідків хімічної аварії, а й управляти ходом його виконання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту : наказ МВС України від 26.04.2018 № 340. Офіційний вісник України. 2018. 27 лип. (№ 57). С. 33.

2. Неклонський І. М., Рагімов С.Ю., Новожилова М.В. Аналіз оперативних дій рятувальних формувань за допомогою методу мережевого планування. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 2(34). С. 168-181. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/14734>

## ДИНАМІКА РОЗВИТКУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИКИДОМ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

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

Потрапляння небезпечних хімічних речовин (НХР) у навколишнє середовище може відбутися в результаті виробничих і транспортних аварій, стихійних лих. Причинами аварій на виробництві, що використовує хімічні речовини, найчастіше бувають порушення правил транспортування і зберігання, недотримання правил охорони праці, вихід з ладу агрегатів, механізмів, трубопроводів, несправність засобів транспортування, розгерметизація ємностей зберігання, перевищення нормативних запасів [1].

Під час аварії на хімічно-небезпечних, вибухо- і пожежонебезпечних об'єктах в атмосферу за короткий проміжок часу потрапляють отруйні гази і пари у вигляді хмари зараженого повітря.

Рухаючись в напрямку приземного вітру, хмара НХР може формувати зону зараження до десятків кілометрів, викликаючи небезпеку ураження незахищених людей, тварин і рослин. При цьому під зоною хімічного зараження (ЗХЗ) розуміється територія, що включає місце хімічного забруднення, де фактично розлита НХР, і ділянки місцевості, над якими утворилася хмара НХР.

Зона хімічного зараження є складовою частиною осередку хімічного зараження. Осередок хімічного зараження за наявності обвалування сховища дорівнює площі обвалованої території. За відсутності обвалування заздалегідь можна зробити приблизний розрахунок зазначеної площі з обліком того, що, розливаючись, рідина покриває землю шаром завтовшки не більше 0,05 м. Розміри місця аварії, тобто розливання речовини з ємності, у цьому випадку можна визначити за формулою:

$$S_p = \frac{m}{0,05 \cdot \rho}, \text{ м}^2 \quad (1)$$

де  $m$  – маса речовини, що розлилася, т; 0,05 – приблизна товщина шару рідини, що розлилася, при аварії в сховищах, що не мають обвалування, м;  $\rho$  – щільність рідини, т/м<sup>3</sup>.

За допомогою цього рівняння можна вирішувати і зворотню задачу. Добуток площі розливання на товщину шару рідини і її щільність дасть приблизну масу рідини, що вилілася:

$$m = S_p \cdot 0,05 \cdot \rho, \text{ т} \quad (2)$$

Розрізняють зону можливого хімічного зараження і зону фактичного хімічного зараження. Вони характеризуються масштабами поширення первинної і вторинної хмар зараження повітря.

Первинна хмара утвориться лише у разі руйнування (ушкодження) газгольдерів і ємностей, що містять НХР під тиском. У перший момент, переходячи в атмосферу, вона характеризується високими концентраціями, що перевищують на кілька порядків смертельні дози за короткочасного впливу. Хмара, утворена отруйними речовинами, із щільністю, що перевищує щільність повітря, частково заповнює лощини, низини, підвали житлових будинків і т. ін.

Особливістю уражаючої дії вторинної хмари в порівнянні з первинною є те, що концентрація в ній парів НХР на один–два порядки нижче. Тривалість дії вторинної хмари

визначається часом випаровування джерела і часом збереження стійкого напрямку вітру. У свою чергу, швидкість випаровування речовини залежить від її фізичних властивостей (молекулярної маси, тиску насиченої пари при температурі випаровування), площі розливання і швидкості приземного вітру [1].

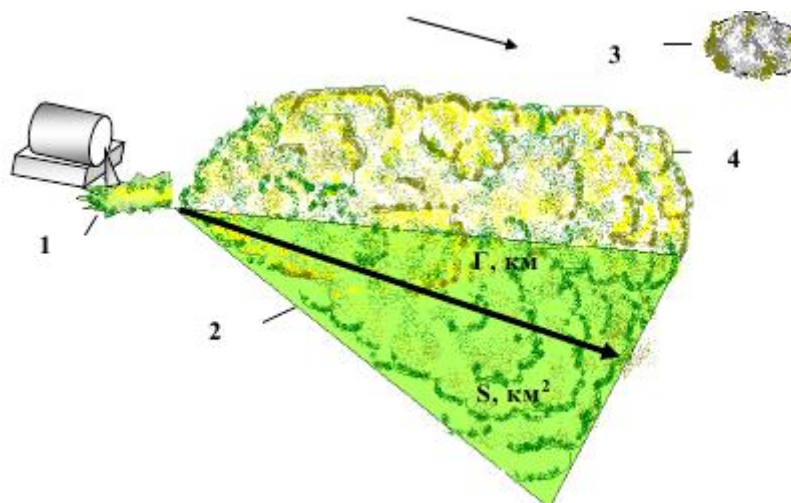


Рис. 1. Утворення зони хімічного зараження: 1 – первинна зона; 2 – вторинна зона; 3 – первинна хмара; 4 – вторинна хмара

Глибина зони хімічного зараження (ГЗХЗ) – це найбільша відстань від осередку ураження, на якій зберігається вражаюча концентрація НХР та залежить від наступних факторів:

$$\Gamma = f(G, UV, u, t, v, \PhiХВ, ХМ), \text{ км} \quad (3)$$

де  $G$  – кількість НХР, що вийшло в атмосферу;  $UV$  – умови виходу НХР (витікання або миттєвий викид);  $u$  – вертикальна стійкість атмосфери;  $t$  – температура повітря;  $v$  – швидкість вітру;  $\PhiХВ$  – фізико-хімічні властивості НХР;  $ХМ$  – характер місцевості.

Проаналізувавши рівняння (3), можна зробити наступні висновки:

1. якщо речовина буде повільно витікати, глибина буде меншою, а час аварії збільшиться;
2. чим більша кількість речовини перейде в навколишнє середовище, тим більше буде глибина зони хімічного зараження;
3. глибина залежить від вертикальної стійкості атмосфери, тобто зміни температури повітря по висоті;
4. чим більше температура повітря, тим швидше випариться речовина, тобто глибина збільшиться, а час дії зменшиться;
5. чим більша швидкість вітру, тим менша глибина та час дії хмари НХР;
6. чим важча речовина, тим довше зберігається отруйна дія, в залежності від цього НХР поділяються на стійкі та нестійкі;
7. чим більш закрита місцевість, тим глибина зони зараження менша, проте час її зберігання збільшується завдяки застою.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 1 / [Аветисян В.Г., Сенчихін Ю.М., Кулаков С.В., Куліш Ю.О., Александров В. Л., Адаменко М. І., Ткачук Р.С., Тригуб В.В.]. — К. : Основа, 2006. — 240с.

## ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Ковальов О.О., к.т.н., доцент, Рагімов С.Ю., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України

Дослідження по моделюванню поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, в основному, сконцентровані на окремих аспектах у рамках конкретного стаціонарного джерела забруднення атмосфери, що дозволяє вирішувати завдання екологічного моніторингу для окремого джерела або конкретної території.

На даний час не існує достовірних моделей (чи їх адаптації), які враховують сумарні викиди від усіх джерел, розташованих на певній території: підприємств, автотранспортних засобів, викидів в результаті пожеж, аварій чи надзвичайних ситуацій, при цьому враховуючи розділення факела викидів (пролітними спорудами, будівлями складної форми і т.д.), а також орієнтовані на масштабну сітку міст.

Незважаючи на результати рішення ряду фундаментальних газодинамічних задач та задач фізики атмосфери, що отримані такими великими центрами як Міжнародний інститут системного аналізу в Австрії, Германський національний дослідницький центр інформаційних технологій, Американське метеорологічне суспільство, Головна геофізична обсерваторія ім. А.И. Воейкова і інших, не існує методів, що дозволяють сформувані комплексні моделі, що охоплюють масштаб міста [1, 2].

Наприклад, відомий сервіс WINDY, надає доступ до інтерактивної WEB карти з можливістю відображення поширення таких атмосферних забруднювачів, як оксиди азоту (рис. 1) та тверді частки ( $\text{TC}_{2,5}$ )<sup>2</sup>, окремо для кожного компоненту. Заявлений режим оновлення даних складає 1 годину, хоча український Гідромет проводить визначення вмісту оксидів азоту в атмосфері кожні 12 годин. Таким чином наведені сервісом WINDY дані в режимі реального часу є розрахунковими.

Сервіс WINDY проводить розрахунок та візуалізації даних за допомогою моделей GFS та NEMS (в якості основних моделей прогнозування). Дані моделі не відносяться до спеціалізованих моделей поширення забруднюючих речовин в атмосфері, що викликає сумніви в достовірності наведених даних [3, 4].

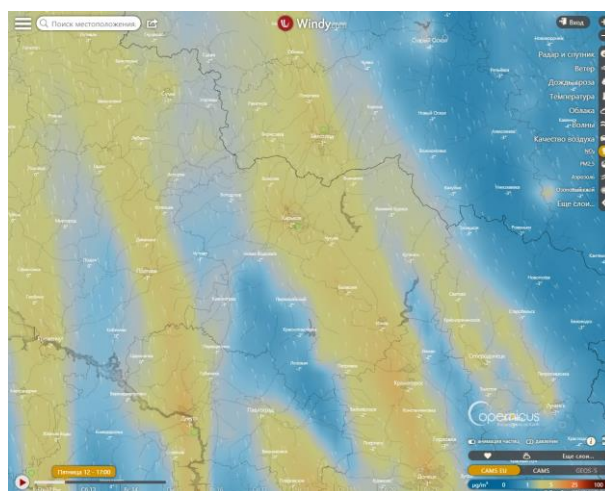


Рис. 1 Поширення у атмосферному повітрі оксидів азоту за даними сервісу WINDY (<https://www.windy.com>)

GFS (Global Forecast System) – найбільш проста погодна модель створена на базі квазіоптичній моделі поширення потоків (без урахування інтерференцій), не враховує рельєфу суші, наявність невеликих островів, обриси берегової лінії материків і великих

островів. В даний час дана модель вдосконалена і її основною перевагою є регулярний (кілька разів на день) розрахунок погоди для всієї планети, що проводиться незалежно в декількох гідрометеоцентру в різних країнах.

NEMS (National Energy Modeling System) – є економічною та енергетичною моделлю Сполучених Штатів енергетичних ринків, створених на управлінні енергетичної інформації США (EIA).

При проведенні аналізу моделей поширення домішок забруднюючих речовин в атмосфері, що пов'язують значення приземних концентрацій забруднюючих речовин на певній території з викидами забруднюючих речовин з різних джерел, відомі моделі були умовно розділені на групи [5]:

1. **«Модель ящика»** (box model) – ці моделі є найпростішими з усіх типів моделей [3]. Згідно ним концентрації забруднюючих речовин усередині деякого об'єму (ящика) розподіляються простим законом (як правило, лінійно або рівномірно) залежно від швидкості вітру і висоти ящика. Чим більше об'єм, тим менше виходить концентрація. Зрозуміло, що можлива апроксимація простору системою «мікрооб'ємів», але первинна простота моделей в цьому випадку втрачається. Моделі цієї групи на практиці застосовуються для розрахунку концентрацій забруднюючих речовин усередині замкнених об'ємів: Будівлі, приміщення, шахти, морські судна і так далі

2. **Моделі Гауса** - перші [6] і найчастіше використовувані на практиці моделі. Вони припускають, що дисперсія забруднюючих речовин має розподіл Гауса. Це означає, що концентрації забруднюючих речовин в просторі описуються тривимірною функцією Гауса. Моделі гаусів найчастіше використовуються для опису стаціонарних джерел забруднення, що дають безперервний шлейф забруднюючих речовин. Також є модифікації моделі для опису нестационарного розподілу забруднюючих речовин.

3. **Транспортні моделі** - описують перенесення забруднюючих речовин в атмосфері на основі рівнянь, що відбивають закон збереження маси забруднюючих речовин, і мають основні підгрупи: *Лагранжеві моделі, Ейлерові моделі, Моделі на базі рівнянь Нав'є-Стокса, Моделі важких газів*. У рамках описаних груп моделей існує велика кількість методик розрахунку викидів як за стаціонарними джерелами незалежно від їх типу, так і залежно від характеру сумішей, що викидаються. Відмінна риса усіх методик – це спрощення моделі для проведення розрахунків або наближене оцінювання деяких параметрів (за статистичними і експериментальними даними). Існують комбіновані моделі, у тому числі об'єднані за допомогою методів штучного інтелекту, наприклад, нейронних мереж [7, 8].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальов О.О. Обоснование метода оперативного контроля состояния атмосферы в условиях чрезвычайных ситуаций. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2020. Вип. 31. С. 48–67.

2. Aurelio Oriana, Julien Réhault, Fabrizio Preda, Dario Polli, Giulio Cerullo Scanning Fourier transform spectrometer in the visible range based on birefringent wedges. *Journal of the Optical Society of America*. 2016. Vol. 33, Issue 7, P. 1415–1420.

3. Jing Liu, Wen-bin Xu, Jun-Wei Li, Min Yang, Peng Xiu, Chong Zheng, Xian-Zhong Sun study on recognition method of ethylene gas based on absorption characteristics of infrared spectrum. *Applied Optics and Photonics China (AOPC2019)*, 2019, Beijing, China. Proceedings Volume 11338: Optical Sensing and Imaging Technology; 113380G (2019) P. 28-59

4. Dennis K., Killinger L., Robert T. Menzies Editorial for the Special Issue Optical and Laser Remote Sensing of the Atmosphere. *Remote Sens.* 2019. Vol. 11(7). 742 p.

5. Leidi Wanga, Dingling Zhangb, Chen Chenc, Fei Hua, Lei Zhanga. Impact analysis of surface albedo heterogeneity on shortwave radiation using a 3D radiative transfer model. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* Vol. 204, August 2020, №105287 P. 37-54.

6. Nathan Blaunstein, Natan Kopeika. Optical waves and laser beams in the irregular atmosphere. 2017: CRC Press. 334 p.

**ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Скородумова О.Б., д.т.н., професор, Чеботарьова О.М., ад'юнкт  
Національний університет цивільного захисту України*

Текстильні матеріали дуже широко використовуються у всіх галузях промисловості та побуті як оздоблювальні та оббивні матеріали. Водночас вони дуже легко загоряються з великим екзотермічним ефектом, створюючи умови для швидкого розповсюдження горіння під час пожежі. Особливо небезпечно це в місцях великого скупчення людей. Тому останнім часом науковці всього світу активно працюють над розробленням методів зниження теплового ефекту під час пожежі за рахунок запобігання горіння легкозаймистих матеріалів, у тому числі, текстильних. Роботи, присвячені підвищенню вогнестійкості текстильних матеріалів, розвиваються за двома основними напрямками: хімічна модифікація волокон ниток тканини, зазвичай, синтетичних, та нанесення вогнестійких покриттів по тканинах. Перший напрямок реалізується під час виготовлення на виробництві синтетичних волокон – основи для створення ниток тканини.

Другий напрямок базується на здобутках наукової діяльності науковців всього світу стосовно створення нових складів захисних композицій, антипіренів нового покоління, а також комбінації методів нанесення покриттів та технологій створення вогнезахисних композицій.

Питанням розробки комбінованого підходу до вирішення проблеми підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів займаються вчені Німеччині, Сполучених Штатів Америки, Італії, Іспанії, Китаю. В роботах цих вчених було запропоновано новий підхід до створення сучасних антипіренів нового покоління, нові методи формування та нанесення покриття на основі кремнійорганічних речовин різної просторової будови. Зазвичай розроблені методи та складні композиції складні у виготовленні, мають попередній етап створення складної за технологією та будовою антипіренової складової. Великою проблемою є також негативний вплив антипіренів та продуктів їх розкладання під час утилізації просочених текстильних матеріалів на екологічний стан навколишнього середовища.

Останнім часом на кафедрі спеціальної хімії та хімічної технології було розроблено значно спрощену технологію нанесення та закріплення покриття по текстильних матеріалах, запропоновано та пояснено механізм формування гелевого покриття на основі етилсилікату, але все ж таки покриття доволі дорогі. Тому дослідження спрямовані на розробку нової простої та дешевшої технології вогнезахисних кремнеземистих покриттів з використанням безпечних та простих за будовою антипіренів є актуальними.

Метою роботи є розробка спрощеної технології вогнезахисних покриттів по текстильних матеріалах на основі рідкого скла.

Розроблено основні принципи одержання стійких золів полікремнієвої кислоти на основі золів рідкого скла в інтервалі концентрацій 4–16% у перерахунку на  $\text{SiO}_2$ . Досліджено вплив типу та концентрації мінеральних та органічних кислот на одержання стійких золів кремнієвої кислоти.

Встановлено перспективність використання оцтової кислоти для підкислення рідкого скла. В результаті чого в розчині формується ацетатний буферний розчин, який контролює рН золю на рівні 5,5–6 та запобігає швидкій коагуляції кремнієвої кислоти. Визначено початок прихованої коагуляції отриманих золів  $\text{SiO}_2$  за зміною оптичної густини що досліджувалася спектрофотометричним методом, а також за зміною реологічних характеристик експериментальних золів. Показано, що використання золів 10–12%–ї концентрації забезпечує стійкість та високу текучість просочувальних композицій.

Досліджено можливість одержання гібридних захисних покриттів системи етилсилікатний золь – золь кремнекислоти по бавовняних тканинах. Доведено вогнезахисну дію гібридних покриттів, досліджено вплив домішок антипіренів на мікроструктуру покриттів та придушення спалахування під дією вогню.

З метою зниження вартості покриття проведено дослідження з розробки неорганічних покриттів на основі рідкого скла з домішками спирту та без нього, показано позитивний вплив зольів малої концентрації на підвищення вогнезахисних властивостей просочених тканин різного хімічного складу та структури.

Визначено позитивний вплив комбінованої дії антипіренів (карбаміду та діамоній гідрофосфату) на підвищення вогнезахисних властивостей просочених зразків тканини.

Виконано оптимізацію складів просочувальної композиції системи золь  $\text{SiO}_2$  – діамоній гідрофосфат – карбамід з використанням центрального композиційного уніформ-ротабельного плану другого порядку.

Встановлено, що концентрація золю  $\text{SiO}_2$  залежить від щільності та товщини тканини: чим тонша тканина, тим менш концентрований золь  $\text{SiO}_2$  потрібно використовувати. Сумішеві тканини, які складаються з волокон різного складу, потребують більш концентрованих зольів  $\text{SiO}_2$ .

Встановлено, що найменшу площу пошкодження тканини можна досягти, використовуючи співвідношення антипіренів в двох концентраційних областях: якщо використовуються розбавлені розчини ДАНР (9-10%), потрібно додавати мікрокількості карбаміду (0-0,5 %). У разі використання концентрованого розчину ДАНР (18-20 %) концентрацію розчину карбаміду теж потрібно підвищити до 8-10 %. Така закономірність зберігається і для тонких, і для об'ємних тканин.

Наявність двох зон, в яких площа пошкодження тканини після вогневих випробувань найменша, дозволяє підвищити надійність технології нанесення захисних покриттів: корегувати в залежності від типу тканини не тільки концентрацію золю  $\text{SiO}_2$ , але й змінювати співвідношення антипіренів, не залишаючи зону оптимуму.

Виконано дослідження впливу повторного нанесення покриття на вогнезахист бавовняних і текстильних матеріалів. Встановлено, що збільшення шарів покриття підвищує вогнезахисні властивості у разі використання малих концентрацій золю  $\text{SiO}_2$  (8-11 %) і значно знижує їх у разі використання більш концентрованих зольів  $\text{SiO}_2$  (12 – 16 %). На основі одержаних результатів було показано, що більш об'ємні тканини можна просочувати 1-2 шарами зольів з концентрацією  $\text{SiO}_2$  12-16 %, а для просочення тонких або щільних тканин використовувати золі 8-11 %.

Досліджено водостійкість розроблених складів вогнезахисних кремнеземистих покриттів по текстильних матеріалах. Встановлено, що під дією води відбувається часткова гідратація поверхні кремнеземистого покриття, яка не призведе до його руйнування. Наявність шару адсорбованих молекул води на поверхні покриття є причиною додаткового підвищення вогнезахисних властивостей зразків. Показано, що ступінь однорідності золю  $\text{SiO}_2$  впливає на стійкість до гідролізу гелевих покриттів. Переважний вплив оказують золі  $\text{SiO}_2$  низької концентрації (8 %), які характеризуються високою текучістю та мають тривалий термін життя. Показано, що навіть довготривала дія води протягом 3 діб забезпечує підвищення вогнезахисних властивостей просочених зразків у порівнянні з не просоченими зразками тканини. Одержані результати та сформульовані висновки дозволили запропонувати розроблені склади просочувальних композицій для підвищення вогнестійкості протипожежних ковдр, костюмів пожежних, нош рятувальних. Основні здобутки роботи використані в навчальному процесі Національного університету цивільного захисту України при вивченні дисципліни «Технологія вогнестійких захисних покриттів» освітньо-професійної програми «Радіаційний та хімічний захист» для підготовки здобувачів вищої освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

## ДЕКОНТАМІНАЦІЙНА ОБРОБКА ВІДБРАНИХ ПРОБ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

*Служников Є.Д., к.т.н., Колтунов Д.Є., курсант  
Національний університет цивільного захисту України  
Є.Д. Лимар, начальник групи РХБЗ АРЧ АРЗ СП  
Головне управління ДСНС України у Черкаській області*

Однім з головних факторів якісного реагування на інциденти, які пов'язані з небезпечними хімічними речовинами, є якісна та своєчасна ідентифікація небезпечних хімічних речовин їх властивостей та небезпек.

Зважаючи на важливість відбору проб небезпечних речовин, процес організації та здійснення пробовідбору потребує виконання великого алгоритму заходів.

Узагальнений алгоритм дій та підготовки до проведення пробо відбору складається з таких етапів: збір інформації про подію; підготовка до здійснення процедури відбору проб; визначення місць і схеми відбору проб; визначення засобів індивідуального захисту; визначення складу та завдань групи з відбору проб; доведення вимог безпеки під час відбору проб.

На етапі підготовки до здійснення пробовідбору рекомендовано здійснити попереднє оцінювання місця події, де планується проведення зазначеної процедури, та зібрати таку інформацію: короткий опис події, що трапилася; характер загрози (наявні ознаки, вплив на навколишнє середовище або живі організми в зоні: зміни забарвлення листя або води, мертві тварини тощо); схему зонування місця події, місце розташування зони небезпеки, місця (точки) входу та виходу аварійно-рятувальних підрозділів, місце проведення деконтамінаційної обробки; метеорологічні умови [1]. Зібрана інформація є основою для прийняття рішень щодо організації процедури відбору проб [2,3]. Підготовка до відбору проб розпочинається після отримання інформації про небезпечну подію та огляду місця події [4].

Перед процедурою пробовідбору необхідно провести попередній якісний та кількісний хімічний аналіз небезпечних хімічних речовин за допомогою наявних портативних хімічних аналізаторів та іншими витратними експресними матеріалами для визначення та ідентифікації небезпечних хімічних речовин [5].

Для забезпечення захисту персоналу групи з відбору проб перед початком практичних заходів потрібно визначити тип засобів індивідуального захисту, який відповідатиме характеру загрози та умовам, за яких буде відбуватися відбір зразків.

Визначаючи адекватну категорію засобів захисту, потрібно зважати на таку інформацію та параметри: про загрозу (речовину); тип місцевості (відкрита/закрита); наявність або відсутність видимих випарів; характер травм потерпілих, видимий вплив на навколишнє середовище (якщо такий є); загрозу безпосереднього контакту з речовиною при відборі проби; можливу наявність вторинних загроз; розрахунковий час на підхід до місць відбору проб та здійснення самої процедури [6]. Деконтамінаційну обробку відібраної проби потрібно проводити відповідно до конкретних умов для відповідного типу забруднення. Правильно проведене деконтамінаційної обробки проби є критично важливим для захисту осіб, які будуть її аналізувати, а також середовища тестування від потенційної небезпеки. Саме тому контейнери, що вміщують відібрані зразки, мають бути ретельно очищені ззовні, щоб запобігти поширенню забруднення [7].

Деконтамінаційна обробка запакованих проб рекомендовано проводити на кордоні між забрудненою та чистою зонами. У практиці використовується декілька методів деконтамінаційної обробки проби з використанням спеціальних розчинів. Конкретний метод



і розчин для здійснення знезараження обираються індивідуально для кожної конкретної ситуації, враховуючи особливості інциденту та матеріального забезпечення.

Розрізняють такі методи деконтамінаційної обробки: метод занурення, метод розпилення, метод протирання. Для проведення деконтамінаційної обробки методом занурення проби та супровідні форми мають бути герметично запакованими та непроникними для рідин. Запаковані проби поміщають у контейнер (ємність) з розчином для знезараження. Залежно від кожного конкретного розчину розраховується необхідна для повного очищення тривалість перебування зразка в ємності. Після достатнього часу витримки запаковані проби виймають з контейнера за допомогою пінцетів, висушують їх та вкладають у вторинне пакування. Розраховувати необхідну концентрацію розчину для знезараження та тривалість процедури із знезараження необхідно до початку процедури.

Для проведення деконтамінаційної обробки методом розпилення проби та форми мають бути герметично запакованими та непроникними для рідин. Проби, запаковані таким чином, обробляють розчином для знезараження шляхом розпилення за допомогою помпи-розпилювача. Слід уникати бризок розчину, який розпилюють. Якщо це неможливо, наприклад, через вітряну погоду, тоді потрібно використовувати метод занурення. Час, необхідний для повного очищення проби, залежить від виду розчину, який використовується, та поверхні (матеріалу), що обробляється. Після достатнього для очищення часу проби висушують та упаковують у вторинне пакування в чистій зоні.

Для проведення деконтамінаційної обробки методом протирання проби та супровідні форми мають бути запакованими герметично та непроникними для рідин. Цей метод включає одночасне зволоження і протирання упакованих забруднених елементів розчином для знезараження. Зазвичай цей метод використовується для очищення особливо забруднених поверхонь, яких торкалися відібрані проби. Метод протирання може бути використаний як альтернатива методам занурення та розпилення або ж поєднуватися з двома іншими методами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС України від 08.09.2021 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо процедур відбору проб під час надзвичайних ситуацій та небезпечних подій, пов'язаних з виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин».
2. ДСТУ ISO 5667-1-2003 Якість води Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо проекту програм відбирання проб (ISO 5667-1:1980, IDT).
3. ДСТУ ISO 5667-2-2003 Якість води. Відбирання проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбирання проб (ISO 5667-2:1991, IDT).
3. ДСТУ ISO 10381-6-2001 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання, оброблення та зберігання ґрунту для досліджування аеробних мікробіологічних процесів у лабораторії (ISO 10381- 6:1993 IDT).
4. Є.Д. Слепужніков, М.В. Кустов, Р.В. Пономаренко. Виконання контролю безпеки та заходів захисту населення у сфері цивільного захисту за допомогою відбору проб. Матеріали X-ї наукової інтернет-конференції. 2019. С. 489-492.
5. Гапон Ю.К., Слепужніков Є.Д., Чиркіна М.А., Пономаренко Р.В. До питання першочергових заходів реагування на викиди небезпечних хімічних речовин в атмосферу. Збірник матеріалів VIII Міжнародного молодіжного конгресу. 2023. С. 33.
6. Є.Д. Слепужніков, О.В. Тарахно, Р.В. Пономаренко, Ю.В. Буц. Удосконалення контролю відбору проб рідких, газоподібних та сипучих речовин при дослідженні техногенного впливу на довкілля. // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2018. 30. С. 148–157. DOI: 10.26565/1992-4224-2018-30-13.
7. Є.Д. Слепужніков, Р.А. Петухов, Р.В. Пономаренко, Ю.В. Буц. Екологічно безпечний метод локалізації наслідків забруднення ґрунтів при надзвичайних ситуаціях техногенного характеру. 2019. С. 63 – 71. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2019-21-05>

## КОЕФІЦІЄНТ ГАЛЬМУВАННЯ ДИФУЗІЇ ЯК ГОЛОВНИЙ ПАРАМЕТР ІЗОЛЮЮЧИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

*Трегубов Д.Г., к.т.н., доцент, Кіреєв О.О., д.т.н., професор  
Національний університет цивільного захисту України  
Дадашов І.Ф., д.т.н., професор, Академія МНС Азербайджанської Республіки*

На об'єктах промисловості, за зберігання і перевезення паливо-мастильних матеріалів можливе ураження боєприпасами ємностей з горючими та токсичними рідинами з наступним розливом, утворенням зони небезпечної загазованості. У її внутрішній частині концентрації пари більші за нижньою концентраційну межу поширення полум'я  $\varphi_n$ . У цій області можливо запалювання горючої повітряної суміші з вибухом. У зоні, яка обмежується граничнодопустимою концентрацією за токсичністю можливо отруєння людей. Небезпечна хмара поширюється від місця утворення за напрямком вітру на певну відстань відповідно до умов у середовищі, простіше проводити не ліквідацію, а запобігання виникнення таких ситуацій. За умов військових дій особливо важливо мати ефективні, швидкодіючі засоби зменшення або повної ліквідації зони загазованості на тривалий період.

Найпростішим способом зменшення зони загазованості є розведення небезпечних рідин безпечними розчинниками. Так, для припинення горіння водою водорозчинної рідини її необхідно розбавити до мольної частки 0,01(ацетон)–0,2(оцтова кислота) [1] (у 5–100 разів). Тобто необхідні великі кількості розчинника та вільний об'єм ємності для його розташування, що на практиці частіше неможливо. Небезпеку зони загазованості можна зменшити шляхом її осадження, розбавлення або хімічного впливу. Але це є тимчасовим заходом, оскільки невдовзі зона загазованості знов утвориться.

Більшу тривалість періоду меншої небезпеки забезпечують засоби ізоляції поверхні, які зменшують масові швидкості випаровування  $v_{m(e)}$  та вигорання  $v_{m(b)}$ . Засіб ізоляції сповільнює дифузію пари горючої рідини у зону горіння. Плавучими засобами для цього є піни, спінений поліакрілатний гель, закритопористий твердий негорючий матеріал (піноскло, FG) та FG з шаром гелю. Більшість з них сповільнює випаровування за рахунок вмісту води. Звичайні піни швидко руйнуються, особливо за умови контакту з полярними рідинами, а більшість ефективних піноутворювачів є певною мірою токсичними та не забезпечують тривалий захист. Шар гранул FG має малу ізолюючу дію, що компенсують додатковою подачею гелю. FG та неорганічний гель разом утворюють засіб охолоджуючо-ізолюючої дії, де кожний компонент надає власний внесок у загальну дію [2].

Необхідно досягти деяке мінімальне сповільнення дифузії пари горючої рідини. За даної температури над рідиною виникає пара у концентрації  $\varphi_{np}$ , її необхідно зменшити до  $\varphi_n$ , тоді коефіцієнт сповільнення дифузії  $K = \varphi_{np} / \varphi_n$ . В момент гасіння поверхня рідини має температуру кипіння  $t_{bp}$ , а концентрація пари 100 %, тоді для бензину з  $\varphi_n = 1$  %  $K = 100 / 1 = 100$ ; для метанолу з  $\varphi_n = 6,98$  %  $K = 100 / 6,98 = 14,3$ . Для пін сповільнення випаровування визначають за ізолюючою здатністю за вогнегасним шаром піни, оскільки сповільнення дифузії визначати важко внаслідок її швидкого руйнування. Сповільнення дифузії можна тестувати за зміною інтенсивності випаровування: за  $t_{bp}$  – за параметром «масова швидкість вигорання»  $v_{m(b)}$ , як граничний випадок  $v_{m(e)}$ . Але за стандартних умов  $v_{m(b)}$  для бензину виявляється на два порядки більшою за  $v_{m(e)}$  внаслідок теплового потоку від полум'я до поверхні рідини.

Досліджували гальмування дифузії пари ряду полярних та неполярних рідин (метанол, дихлоретан, ізопропанол, ізопентанол, бензен, бензин) крізь гель, нанесений на сітку з різними витратами до  $0,45 \text{ г/см}^2$ , за параметром «коефіцієнт сповільнення дифузії» протягом години  $K_1$  ( $\tau = 1$  год) та доби  $K_{24}$  ( $\tau = 24$  год) за  $t = 15, 20, 25$  °С.  $K = 1$  означає відсутність сповільнення дифузії,  $K < 1$  – прискорення (спостерігається за  $h_{FG} = 1-2$  см),  $K > 1$  – сповільнення. Визначали втрату маси ємності з рідиною або ємності з рідиною та

ізолюючим шаром гелю після заданого часу витримання. Результати визначення коефіцієнту сповільнення дифузії у досліді  $K_{24}$  можна описати рівнянням:

$$K_{24} = \frac{600}{t_{bp}} \gamma \left( \frac{70 + t_{bp}}{t_{bp} + 1 + 100\gamma} \right), \quad (1)$$

де  $\gamma$  – відносна розчинність;  $t_{bp}$  – температура кипіння, °С.

Для зменшення різноманітності впливів на процес випаровування для подальшого дослідження було обрано рідини з близькими  $t_{bp}$ : бензен – 80,1 °С, 1,2-дихлоретан – 82,3 °С, ізопропанол – 83,5 °С. Встановили, що  $K$  становить від 30 для неполярних рідин до 4 для полярних, але зі стабільним у часі сповільненням дифузії. Через добу витримання ізолююча здатність гелю, який отримали за витрати  $F = 0,1$  г/см<sup>2</sup> зменшується у два рази; для 0,45 г/см<sup>2</sup> – лише на 25 %, тобто ізолююча здатність краще збережена у часі. З урахуванням того, що за витрати гелю 0 г/см<sup>2</sup> (відсутність гелю на сітці) параметр  $K$  теж становитиме «0», отримані дані можна узагальнити формулою ( $R=0,998$  та середнє відхилення 0,5):

$$K = (10^{-4})^F + \left( 4,44 + \frac{\tau^{0,12}}{0,09\gamma^{2,5} + 0,026} \right) F^{0,11 + \left( 0,45 - \frac{0,6579}{(0,6\gamma^{1,5} + 1,5)} \right) \tau^{\left( \frac{0,45}{0,5\gamma + 0,37} \right)}}. \quad (2)$$

Вплив температури на досліджуваний процес виявився складним. Очікували, що за 15°С показники  $K_1$  та  $K_{24}$  будуть більшими ніж для 20–25 °С. Але це спостерігається не для всіх речовин, оскільки можливі не однакові зміни у надмолекулярній будові різних рідин за зміни температури. Хоча  $t_{bp}$  досліджуваних рідин приблизно однакові, в них різняться  $t_{mp}$ . Це свідчить про різний коефіцієнт кластеризації, еквівалентну довжину кластеру  $n_{секв}$ , показник «легкість плавлення»  $n_M = n_{секв} \cdot M^{0,2}$  [3] та  $t_{mp} = 101,85 \ln(n_M) - 452,37$ , °С. Кореляція цих залежностей для бензену виникає за будови гексамеру, для 1,2-дихлоретану – тетрамеру.

Для утворення суцільного шару гелю з заповненням порожнин у плавучому зернистому носії потрібно збільшувати витрати гелю. До значень  $F = 0,6$  г/см<sup>2</sup> –  $K$  зростає повільно, а за більших витрат – різко. Це свідчить про зміну механізму ізоляції: від звуження каналів дифузії до утворення суцільного шару гелю зі збільшенням його товщини. За  $F = 0,6$  г/см<sup>2</sup> формується суцільний шар гелю з  $K=20$ . Значення показника  $K=30$  близькі до дослідів на сітці та отримані за шару гелю на FG 1,5 мм. За притоплення FG шаром гелю його незначна ізолююча дія зникає, і залишається функція плавучого носія з охолоджуючою дією. Експериментальні дані описує залежність:  $K = 0,986 \cdot 1,092^{50F}$  з  $R^2 = 0,98$ .

Таким чином, ізоляція водовмісним гелем значно слабша для полярних водорозчинних рідин, але надає ефект, стійкий у часі. Тобто рідина, яка дифундує крізь гель, формує над його поверхнею концентрацію пари пропорційно до вмісту в утвореному з гелем розчині. А шар піноскла до 4 см майже не має ізолюючої дії,  $K \approx 1$ . Ізоляцію слабзорозчинних у воді рідин забезпечує неорганічний гель; тривалий та надійний ізоляційний ефект досягається за подачі зернистого піноскла фракції 1–1,5 см шаром 15 см та нанесенням на нього гелю шаром 1,5 мм (0,8 г/см<sup>2</sup>). Така система забезпечує стабільне сповільнення випаровування неполярних рідин у 30 разів, полярних – у 4 рази. Ефект пожежогасіння досягається у комбінації ізолюючого та охолоджуючого ефектів утвореного бінарного вогнегасного шару.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Трегубов Д.Г., Тарахно О.В. Розбавлення пароповітряного простору паром негорючого компоненту. Проблемы пожарной безопасности. 2013. № 33. С. 183–187.
2. 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.
3. Трегубов Д., Шаршанов А., Соколов Д., Трегубова Ф. Прогнозування найменших надмолекулярних структур алканів нормальної та ізомерної будови. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. № 35. С. 63–75. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15915>.

**РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА ОБРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ  
ІОНІЗУЮЧИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ**

*Трегубов Д.Г., к.т.н., доцент, Слепужніков Є.Д., к.т.н.  
Національний університет цивільного захисту України*

Проникне іонізуюче випромінювання широко використовується у різних галузях промисловості оскільки має технологічну корисну дію у багатьох напрямках: диференційна здатність впливати на різні біологічні об'єкти, здатність проникати у матеріали на певну глибину, помітність ізотопів між звичайних атомів, можливість прискорювати хімічні реакції й впливати на фотографічні матеріали, іонізуюча дія на молекули та атоми, можливість фокусування опромінення, енергетичні ефекти ядерних реакцій тощо. Але здатність пошкоджувати біологічні об'єкти є критично небезпечною, тому необхідні заходи з ізолювання випромінювань та контролю за поширенням радіоактивних речовин. У сільському господарстві проводять радіаційну дезінфекцію та дезінсекцію для запобігання псуванню речовин, підвищують показники насіння або проводять селекцію. Радіаційна обробка на 40 % знижує втрати продуктів харчування протягом зберігання. За аналізом ООН – «проблема контамінації шкідниками харчових продуктів – виклик для всього людства». Крім того, життєдіяльність мікроорганізмів у матеріалах рослинного походження відбувається з виділенням тепла, що спричиняє їх самонагрівання аж до виникнення пожеж з імовірністю вибухів газоподібних продуктів розкладання [1]. Тепловиділення колоній комах, дихання клітин збіжжя може допомогти цьому процесу. На Україні радіаційні технології подовження зберігання не впроваджено, підтримують жорсткі умови зберігання за знижених температур або вологості. Наприклад, сушку проводять гарячими не вологими газами з витратою до 7000 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> збіжжя. Знезараження продукції досягають хімічною обробкою фунгіцидами, інсектицидами або препаратами комплексної дії. Недоліком такої технології є необхідність забезпечення часу очікування – паузи перед подальшим харчовим використанням до 45 днів, але ефективність обробки становить близько 50 %. Тому після усіх цих заходів часто виникає повторна біологічна контамінація, що потребує повторення цих заходів. Але необхідний момент не завжди помічають, що призводить до псування або самозаймання збіжжя чи борошна у силосах.

Радіаційна обробка електронним пучком або  $\gamma$ -джерелом <sup>60</sup>Co під час пересипання або у конвеєрних системах досягає ефективності дезінфекції та дезінсекції до 100 % з одночасним зменшенням часу очікування для можливості використання до 1 доби. Дози близько 1,0 кГр викликають негайну загибель комах, але для пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів потрібні більші дози. Міжнародна комісія «FAO/WHO 1980» на підставі даних 35 років тестування встановила, що використання радіаційної обробки у встановлених оптимальних режимах з дозами до 10 кГр є самим нешкідливим способом консервації. Для подовження строків зберігання (радуризація) достатньо доз 3–4 кГр, дози близько 10 кГр спричиняють загибель більшості видів мікроорганізмів; повне знищення більш стійких мікроорганізмів (радаптерізація) потребує доз до 50 кГр, що можна застосовувати для звалищ харчових відходів або торфу. Дози, більші за 10 кГр ініціюють утворення продуктів окиснення, зміну кольору та смакових якостей, тому не рекомендуються до застосування. Така обробка здійснюється відповідно до Міждержавного стандарту ISO 14470-2011 (R2018), який регулює процеси опромінення з використанням радіонуклідів <sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs, генераторів електронних пучків, рентгенівських джерел. Харчові продукти, при цьому, не стають радіоактивними, оскільки дані джерела не мають достатньої енергії для взаємодії з ядром атома (такий ефект досягає нейтронне опромінення). Тому такі продукти є безпечними для вживання та не змінюють своїх органолептичних якостей. Після такої обробки будь-які інші методи впливу (хімічні, термічні або ін.), що змінюють склад і властивості продукту, вже не потрібні. Оброблена продукція

позначається логотипом «Radura-logo». Складністю технології є її небезпечність, що потребує товстих ізолюючих будівельних конструкцій.

Недоліки конвеєрних систем – їх обмежена пропускна здатність, приміщення обробки потребує захисного бетонного шару близько 1,5 м. Тому представляє інтерес здійснення радіаційної обробки за стаціонарних умов зберігання. Проблемою при цьому є обмежена глибина проникнення іонізуючого випромінювання та ослаблення його впливу у внутрішніх шарах матеріалу, що погіршує рівномірність обробки. Для матеріалів біологічного походження – глибина проникнення становить в залежності від енергій: для  $\gamma$ -квантів близько 1 м, а для потоку електронів – декілька міліметрів. Використовують параметр «глибина половинного ослаблення»: для захисту від  $\gamma$ -випромінювання необхідна наявність ізолюючого шару певного матеріалу товщиною не менше ніж десять періодів половинного ослаблення. Одним з продуктів, який потребує найбільших строків зберігання є збіжжя. Для цього використовують сталеві силоси висотою та діаметром до 30 м з забезпеченням інтенсивного вентилявання, знижених температур та хімічної обробки. Сталеві силоси, на відміну від бетонних, неприємні утворенням конденсату, але потребують значно меншого фундаменту. Враховуючи складну технологію подовження зберігання збіжжя у силосах, нами передбачено для радіаційної обробки розташовувати певну кількість джерел  $\gamma$ -випромінювання по периметру силоса на ліфтових системах для можливості обробки за висотою кожним джерелом. Для встановлення технологічних параметрів такої обробки оцінено глибину половинного проникнення  $\gamma$ -випромінювання у збіжжі за його густиною за допомогою розробленої формули (на підставі даних для інших речовин):  $h_{0,5}=18\rho^{-0,95}$ , см. Для збіжжя з найбільшою насипною щільністю 0,84 г/см<sup>3</sup> очікуваний шар половинного ослаблення для гамма-випромінювання буде становити 21 см, тоді 10 періодів ослаблення будуть забезпечуватися шаром приблизно 2 м збіжжя. Тобто ємність зі збіжжям, яке опромінюється та, водночас, використовується як поглинаючий шар, не може бути діаметром менше 2 м. Кількість та розташування опромінювачів повинно забезпечити дози 3–9 кГр. Зменшити кількість опромінювачів можна шляхом розташування внутрішніх ліфтових систем з круговим опроміненням від кожного джерела. Тоді для забезпечення означеного режиму опромінення відстань між джерелами повинна бути не більше 1,2 м, але до зовнішньої стінки повинна бути відстань 2 м для забезпечення самим збіжжям безпечного рівня випромінювання назовні. Можна впровадити обробку збіжжя під час його засипання у силос з направленням опромінення на насипну поверхню, яка підіймається за рівнем.

Для радіаційної обробки скупчень рослинних матеріалів не харчового спрямування (харчові відходи або торф) з метою попередження мікробіологічного самозаймання необхідно сканувати скупчення іонізуючим випромінюванням, яке направлено вертикально у землю, з досягненням дози опромінення на поверхні 50 кГр та глибиною обробки близько 1 м. Для обробки на більшу глибину необхідно використовувати певні штанги або інші засоби для протикання речовини та створення повітряного коридору для пучка опромінення.

Більш економічним та ефективним рішенням для поточної обробки зернистого рослинного матеріалу з метою пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів передбачаємо розробку автономної системи з іонізуючим опромінювачем, яка б пересувалася усередині збіжжя, або стаціонарної системи, яка б за потреби могла вводитися у потрібну область купи збіжжя. При цьому опромінювачі усередині купи для забезпечення радіаційної безпеки зовнішнього середовища самим шаром збіжжя на повинні розташовуватися або наближуватися до зовнішніх стін або поверхні насипу ближче за 2 м. Така система має працювати у комплексі з системою зовнішніх ліфтових опромінювачів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тарахно О. В., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Коврегін В. В. Основні положення процесу горіння. Виникнення процесу горіння. Харків: НУЦЗУ, 2020. 408 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11382>.

## РОЗВИТОК ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ В ДСНС УКРАЇНИ

Удовенко М.Ю., Нуянзін В.М., к.т.н., доцент, Биченко А.О., к.т.н., доцент, Пустовіт М.О.  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Питання цивільної безпеки завжди було одним із основних для України, а в умовах агресії з боку Російської Федерації вийшло на ключову роль. Руйнації від бомбових ударів зазнала велика кількість місць зберігання небезпечних хімічних речовин (далі – НХР), транспортні магістралі по яких вони переміщуються, тимчасові ємності тощо. Робота підрозділів ДСНС України по ліквідації надзвичайних ситуацій, які пов’язані з обігом НХР починається з детальної розвідки місця події. Розвідка в першу чергу полягає в ідентифікації НХР, і це в умовах військових дій досить важка задача, адже не завжди є інформація про те, витік якої саме речовини необхідно ліквідувати при тому, що обстановка в місці аварії може становити загрозу рятувальникам. Тому ідентифікацію НХР та подальший розрахунок масштабів аварії є актуальною задачею [1].

Науковцями Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України вже не один рік проводиться робота з розробки, впровадження, супроводу різного роду програм та програмних комплексів. Швидкий розвиток технологій накладає на цей процес свої вимоги.

Основні вимоги, які сьогодні висуває до програмних продуктів такі:

- актуальність;
- мультисистемність;
- наявність версії як для ПК так і для мобільних гаджетах;
- доступність;
- простота встановлення;
- зворотній зв'язок з розробниками тощо.

Тому в 2022/23 роках в інституті було оновлено, перероблено, доопрацьовано декілька програмних комплексів.

Перший, Довідниково-аналітичний програмний комплекс «Довідник небезпечних речовин» [2]. Раніше даний комплекс працював лише на операційній системі Windows, на сьогодні робота, яка була проведена по вдосконаленню даного комплексу, дозволяє працювати з ним додатково на операційних системах Mac OS та Linux. Додатково оновлено інтерфейс та оптимізовано роботу програми (див. рис. 1).

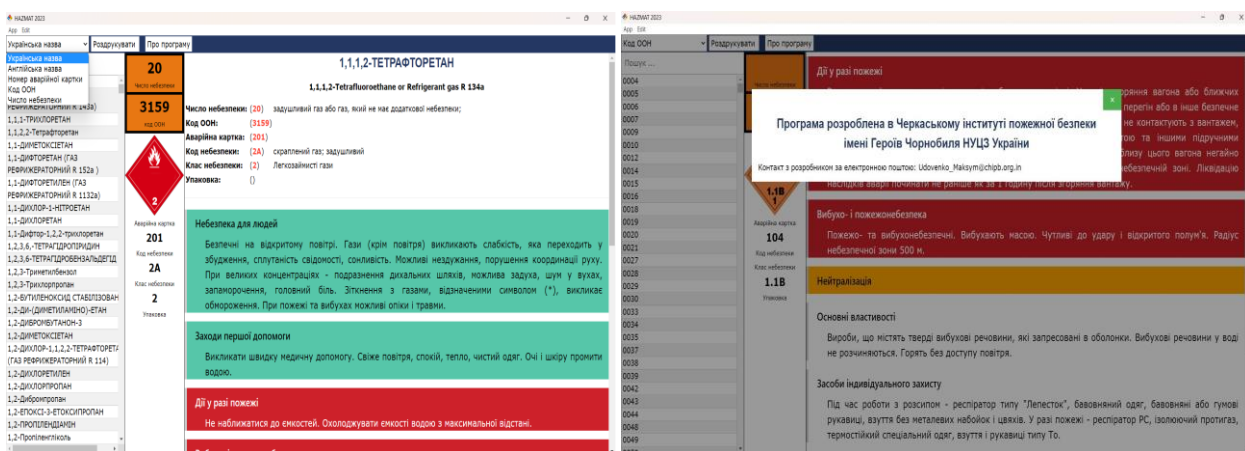


Рис. 1. Оновлений довідниково-аналітичний програмний комплекс «Довідник небезпечних речовин»

Другий, мобільний android-додаток для проведення оцінки обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті [3]. На відміну від версії, яка розміщена на сервері ДСНС України і доступ до якої можливо отримати лише з внутрішньої мережі ДСНС і лише на ПК, мобільний android-додаток знаходиться у вільному доступі та може допомогти рятувальникам або іншим зацікавленим особам прямо зараз і в будь-якій точці України (див. рис. 2).

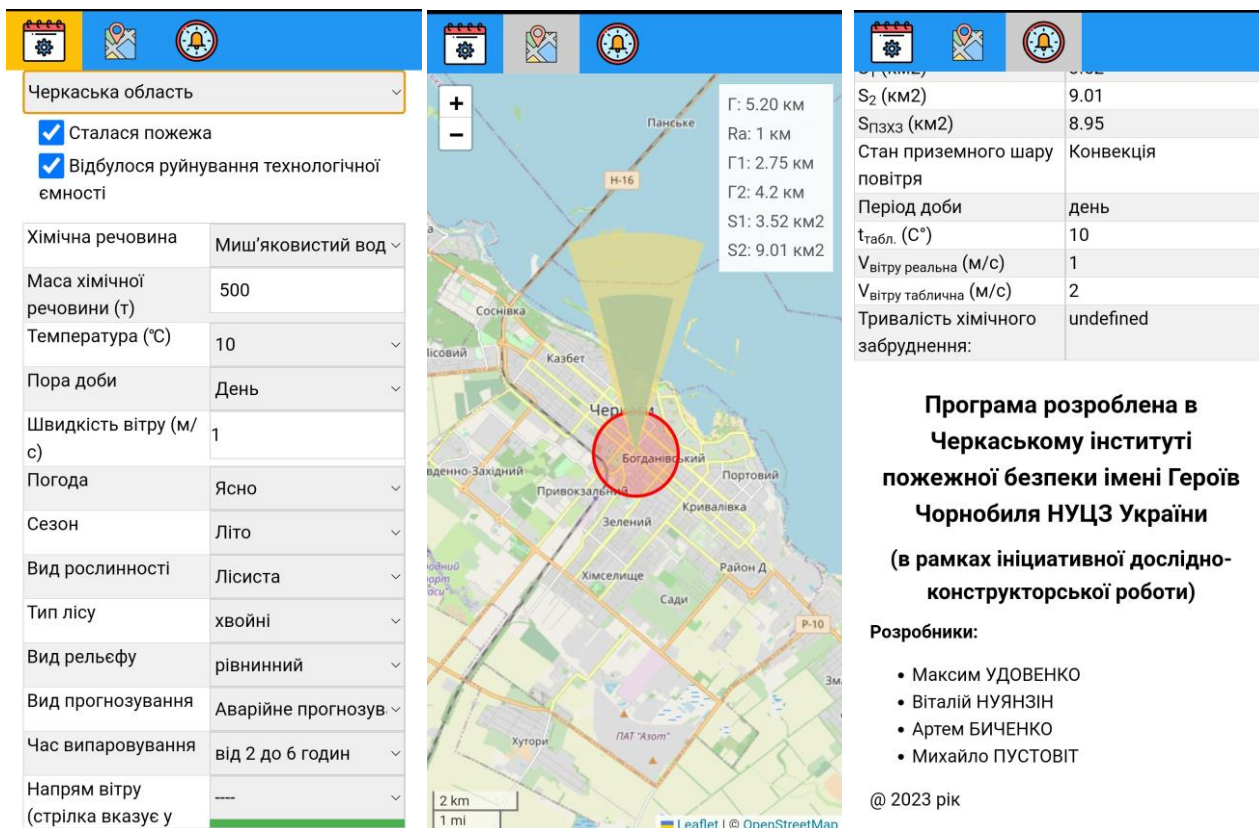


Рис. 2. Мобільний android-додаток для проведення оцінки обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті

Вдосконалені програмні комплекси, які запропоновано у даній роботі дозволять розширити інструментальну базу для рятувальних підрозділів України, які займаються ліквідаціями наслідків НС, які пов'язані з витоком НХР.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Bychenko, M. Udovenko, V. Nuianzin, A. Berezovskyi Remote Visual Information System for Identification of Dangerous Substances Using Unmanned Aircrafts Selected peer-reviewed full text papers from the International Scientific Applied Conference "Problems of Emergency Situations", May 26-27, 2022, Kharkiv, Ukraine, P. 41-49.

2. Довідниково-аналітичний програмний комплекс «Довідник небезпечних речовин» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://drive.google.com/drive/folders/17i3L7ajqCHK27gWR\\_3avsKQUIfRvuyrI](https://drive.google.com/drive/folders/17i3L7ajqCHK27gWR_3avsKQUIfRvuyrI)

3. Мобільний android-додаток для проведення оцінки обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://drive.google.com/drive/folders/1kwVFv-nv2CYEbEdKvjEnFXX5sf3akUfql>

## МІЖНАРОДНА ВЗАЄМОДІЯ ПРИ ТРАНСКОРДОННИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

*Чиркіна М.А., к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України  
Ганич С.О., Головне управління ДСНС України у Тернопільській області*

Питання міжнародної взаємодії при транскордонних надзвичайних ситуаціях є вкрай важливим та актуальним аспектом у проблемах діяльності оперативно-рятувальних підрозділів, як в Україні, так і в сусідніх з нашою державою країнах. Частково дані проблемні питання обговорювалися у роботах Р. Ратушного, А. Тригуба та ін. [1], М. Андрієнка [2]. Однак в сучасних українських реаліях дана проблематика потребує нових підходів до вирішення зазначених питань.

В сучасному світі, на жаль, доволі часто трапляються випадки, коли виникають надзвичайні ситуації транскордонного рівня. У більшості з них рятувальні служби однієї держави не мають необхідної кількості власних сил і засобів, а також повноважень для ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків. Дані факти зумовлюють необхідність залучення додаткових сил і засобів інших сусідніх держав. З огляду на це, аспекти міжнародної взаємодії при транскордонних надзвичайних ситуаціях набувають особливої актуальності та значення в наш час [1]. Виходячи з вищенаведених фактів, приєднання до Конвенції про транскордонний вплив промислових аварій Європейської Економічної Комісії Організації Об'єднаних Націй є безперечно значущим саме в наш час суворого сьогодення. Особливо це актуально, дивлячись на значну кількість аварій на промислових об'єктах, що стаються зараз на території нашої держави у військовий час [3]. Зазначений міждержавний документ покликаний забезпечити запобігання промисловим аваріям, які можуть викликати транскордонні надзвичайні ситуації, підготуватися до них та до оперативного реагування на них. Підприємства, аварії на яких підпадають під дію вищезгаданої конвенції, насамперед це – заводи чи фабрики з виробництва добрив, хімічні підприємства, нафтосховища тощо.

Закон України про приєднання до Конвенції про транскордонний вплив промислових аварій Європейської Економічної Комісії Організації Об'єднаних Націй аварій набув чинності 29 травня 2022 року після його ухвалення українським парламентом 3 травня 2022 року та підписання Президентом України Володимиром Зеленським 17 травня 2022 року. Дані Конвенція застосовується до установок (так звана «небезпечна діяльність»), які містять небезпечні речовини, що підпадають під дію її додатка I, та можуть мати транскордонний вплив [4]. До її головних положень відносять: ідентифікацію небезпечних видів діяльності та обмін відповідною інформацією із сусідніми державами; підготовку спільних чи узгоджених планів дій у надзвичайних ситуаціях за межами майданчика, оперативне повідомлення у разі промислової аварії та взаємну допомогу для пом'якшення наслідків надзвичайних ситуацій. Зазначена Конвенція ЄЕК ООН не застосовується до ядерних установок. Цей вкрай важливий міждержавний документ має сприяти запобіганню промисловим аваріям, що можуть викликати транскордонні впливи та забезпечити всебічну готовність до них, а також ефективне реагування на надзвичайні ситуації на промислових підприємствах. Як країна, що підписала Конвенцію, завдяки взаємодії та взаємній допомозі, наша держава Україна має досягати підвищеного рівня безпеки на промислових об'єктах, сприяти зменшенню ризиків виникнення промислових аварій та, зрозуміло, підвищення рівню промислової безпеки, досягати мінімізації витрат, що можуть бути пов'язані із промисловими аваріями. Залучення України до Конвенції про транскордонний вплив промислових аварій Європейської Економічної Комісії Організації Об'єднаних Націй сприяє і буде сприяти зміцненню регіональної та міждержавної співпраці та обміну інформацією, поліпшенню транскордонної готовності та реагування на надзвичайні ситуації, отримання допомоги на зміцнення матеріально-технічного та інтелектуального потенціалу.



Вищезгадана Конвенція спрямована на зміцнення політики та управління в сфері промислової та виробничої безпеки, зниження ризиків техногенних катастроф різних рівнів. Таким чином, приєднання України до Конвенції ЄЕК ООН про транскордонний вплив промислових аварій – це об'єднання потужних зусиль з країнами Європейського Союзу, Великобританією, Сполученими Штатами Америки, Канадою, з іншими державами, заручення міждержавною підтримкою та допомогою у вирішенні питань запобігання, готовності до транскордонних аварій та ліквідації їх наслідків.

Ще 22 жовтня 2013 року було прийнято рішення Європейського Парламенту і Ради № 1082/2013/ЄС про серйозні транскордонні загрози здоров'ю [5], в якому також розглядаються питання міжнародної взаємодії при транскордонних надзвичайних ситуаціях. На даний момент вказаний документ також має суттєве значення для вирішення окреслених вище проблем. Зокрема в цьому документі зазначено, що діяльність Європейського Союзу повинна доповнювати національні політики та охоплювати моніторинг, раннє попередження та протидію серйозним транскордонним загрозам здоров'ю, а держави-члени, у співпраці з Європейською Комісією, повинні координувати між собою свої політики і програми в усіх напрямках, на які поширюється діяльність ЄС у сфері охорони здоров'я [5]. Зазначеним вище рішенням Європейського Парламенту і Ради № 1082/2013/ЄС від 22 жовтня 2013 року крім інфекційних захворювань, низка інших джерел небезпеки для здоров'я, зокрема таких, що пов'язані з іншими біологічними або хімічними речовинами чи екологічними подіями, які включають загрози, пов'язані зі зміною клімату, можуть, з огляду на масштаб або ступінь їхньої тяжкості, становити небезпеку для здоров'я громадян ЄС, призвести до порушення функціонування критично важливих секторів суспільства та економіки, а також поставити під загрозу спроможність реагування на рівні кожної окремої держави-члена. Таким чином, було розширено правові рамки, встановлені прийнятим раніше Рішенням № 2119/98/ЄС, для включення в нову редакцію Рішення ЄС інших загроз (в тому числі й хімічного, й біологічного характеру) та було передбачено координований ширший підхід до забезпечення ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Проблеми міжнародної взаємодії при транскордонних надзвичайних ситуаціях вкрай важливі та актуальні на сьогоdnішньому етапі розвитку суспільства. Для вирішення даних питань залучаються різні країни, приймаються значущі документи, реалізуються різні важливі та потрібні заходи та рішення. У подальшому дані аспекти будуть набувати ще актуальнішого характеру, тому увага до них має бути постійною.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ратушний Р. Т., Тригуба А. М., Хмель П., Смотр О. О., Придатко О. В. Особливості проектно-орієнтованого управління діяльністю транскордонних оперативно-рятувальних підрозділів. *Вісник ЛДУБЖД*, Львів, 2019. №19. С. 51–60.
2. Андрієнко М. В. Міжнародне співробітництво України в галузі реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру на сучасному етапі. URL: [https://vlp.com.ua/files/20\\_9.pdf](https://vlp.com.ua/files/20_9.pdf) (дата звернення: 27.07.2023)
3. Україна приєднається до Конвенції ЄЕК ООН про транскордонний вплив промислових аварій. *Центрально-Західне міжрегіональне управління Державної служби з питань праці*. URL: <https://zt.dsp.gov.ua/news/ukraina-priednaietsia-do-konventsii-ieek-oon-pro-transkordonnyi-vplyv-promyslovykh-avarii/> (дата звернення: 28.07.2023).
4. Конвенція про транскордонний вплив промислових аварій. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_262#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_262#Text) (дата звернення: 28.07.2023).
5. Рішення Європейського парламенту і Ради № 1082/2013/ЄС від 22 жовтня 2013 року про серйозні транскордонні загрози здоров'ю та скасування Рішення № 2119/98/ЄС. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_013-13#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_013-13#Text) (дата звернення: 28.07.2023).

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОВЕДІНКИ ЄМНОСТІ ІЗ СКРАПЛЕНИМ ГАЗОМ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ

*Шаршанов А.Я., д.т.н., доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

Поширеним способом транспортування горючих речовин, які за нормальних умов перебувають у газоподібному стані, є їх попереднє скраплення з подальшим триманням у транспортних ємностях високого тиску, значно більшого за атмосферний тиск  $p_0$ . Потрапляння такої ємності під вплив пожежі призводить до зростання тиску  $p$ , величина якого може досягнути надмірного значення  $p_{cr}$ , достатнього для руйнування ємності з подальшим розвитком вибухонебезпечної ситуації. Для запобігання даного сценарію в системі передбачається запобіжний клапан, який відкривається за тиском  $p_v$  ( $p_0 < p_v < p_{cr}$ ), що забезпечує скидання частини речовини, що заважає зростанню тиску у ємності. У разі дуже інтенсивного нагрівання ємності площа отвору клапану (а разом з нею і масова витрата  $J$  речовини крізь нього) можуть стати недостатніми для блокування зростання тиску у ємності, що загрожує реалізацією сценарію з вибухом. Така ситуація робить актуальним розробку математичної моделі даного процесу з подальшим дослідженням її поведінки за різних умов нагрівання.

Система рівнянь даної моделі, що описує динаміку процесу, у випадку однокомпонентної речовини має вигляд

$$p = p'(T, v'), \quad (1)$$

$$p = p''(T, v''), \quad (2)$$

$$p = p_s(T), \quad (3)$$

$$V = m' \cdot v' + m'' \cdot v'' = const, \quad (4)$$

$$U = m' \cdot u' + m'' \cdot u'', \quad (5)$$

$$\frac{dU}{d\tau} = W - J \cdot (u'' + p \cdot v''), \quad (6)$$

$$\frac{dm'}{d\tau} + \frac{dm''}{d\tau} = -J. \quad (7)$$

Дана система відповідає стадії квазірівноважного процесу, в кожний момент якого зріджений газ у ємності є вологою насиченою паром, тобто рівноважною сумішшю газової і рідинної компоненти, що знаходяться при однакових тиску  $p$  (Па) та температурі  $T$  (К), при цьому останні пов'язані рівнянням рівноваги фаз (3) (кипіння) речовини [1]. Функціональна залежність  $p_s(T)$  вважається відомою.

Величини, які мають відношення до рідинної фази, позначені «'», а величини, що відносяться до газоподібної фази, – «''». Символами  $v$  (м<sup>3</sup>/кг),  $m$  (кг),  $u$  (Дж/кг) із

відповідними штрихами позначені питомий об'єм, маса, питома внутрішня енергія фаз. Вигляд залежностей  $u'(T, v')$  і  $u''(T, v'')$  вважається відомим.

Рівняння (1) і (2) є рівняннями рівноважного стану рідинної і газоподібної фази, відповідно. Функціональні залежності у правих частинах цих рівнянь вважаються відомими.

Символами  $V$  (м<sup>3</sup>) і  $U$  (Дж) позначені внутрішній об'єм ємності і повна внутрішня енергія речовини у цій ємності. Відповідно рівняння (4) і (5) відображають зв'язок цих величин із масами фаз речовини.

Символом  $W$  (Вт) позначено загальний тепловий потік між ємністю і її оточенням. Він вважається відомою позитивною функцією температури речовини  $T$  та температур навколишніх об'єктів, серед яких є навколишнє середовище та факел полум'я, а також геометричних параметрів (наприклад площі теплообміну). Одним з можливих варіантів є [1]

$$W = \alpha \cdot (T_f - T) \cdot F_{tot},$$

де  $\alpha$  - середнє по поверхні ємності значення коефіцієнта тепловіддачі (Вт/(м<sup>2</sup>·К));  $T_f$  - характерна абсолютна температура навколишнього середовища (наприклад, факелу полум'я) (К);  $F_{tot}$  - загальна площа поверхні теплообміну між ємністю і навколишнім середовищем (м<sup>2</sup>).

Символом  $J$  (кг/с) позначено абсолютну величину загального потоку маси зрідженого газу крізь клапан. Цей потік є відомою функцією тисків  $p$  і  $p_0$ , явний вид якої відповідає різним режимам витікання. Він є прямо пропорційним площі отвору клапана  $F_v$  (м<sup>2</sup>) [1].

Рівняння (6) є варіантом запису першого закону термодинаміки. При цьому вважається, що клапан знаходиться у верхній частині ємності, через що крізь нього витікає здебільшого газова фаза.

Рівняння (7) відображає загальний баланс маси речовини у ємності.

Рівняння (1)-(7) зв'язують між собою сім невідомих функцій часу  $\tau$  (с):  $p(\tau)$ ,  $T(\tau)$ ,  $v'(\tau)$ ,  $v''(\tau)$ ,  $m'(\tau)$ ,  $m''(\tau)$  та  $U(\tau)$ . Таким чином система є достатньою. Для її рішення треба задати значення невідомих у початковий момент часу  $\tau=0$ .

Якщо у початковий момент часу зріджений газ знаходиться у рідинному стані, і при цьому його температура менша ніж температура насичення при заданому початковому тиску, то еволюція системи дещо ускладнюється – з'являється додатковий (попередній) етап виходу системи у стан насичення. На цьому етапі опис системи дещо спрощується. В ньому використовуються рівняння (1), (4)-(7), у яких додатковим спрощенням є умови відсутності газової фази ( $m'' = 0$ ) і закритість клапана ( $J = 0$ ).

Аналіз рішення системи (1)-(7), а саме поведінки тиску  $p(\tau)$  по відношенню до його критичного значення  $p_{cr}$ , дозволяють прогнозувати сценарії нагрівання ємності і робити висновки щодо можливості її руйнування при різних співвідношеннях між параметрам, найбільш значимими з яких є потужність тепло підведення  $W$  та площа отвору аварійного клапану  $F_v$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шаршанов А.Я., Рябова І.Б. Термодинаміка і теплопередача у цивільній безпеці: Навчальний посібник. - Харків: НУЦЗУ, КП "Міська друкарня", 2013. – 380 с.

## ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИН ВТРАТ НАПОРУ СКЛАДОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ

*Щербак С.М., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Встановлення пожежних кран-комплектів (ПКК) у будівлях регламентується вимогами ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» та залежить від типу будівлі, її конструктивних характеристик (висоти, ширини, довжини та об'ємно-планувальних особливостей) та її пожежної небезпеки (ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою). В спеціальній шафі передбачається разом з ПКК діаметром 50 мм (або 65 мм) встановлення і ПКК діаметром не менш 25 мм. Крім цього в житлових будівлях висотою понад 47 м в кожній квартирі встановлюється ПКК діаметром 19 мм (25 мм або 33 мм). Вимоги до вибору характеристик обладнання ПКК діаметром 50 мм (або 65 мм) викладені у відповідних пунктах нормативного документу, а характеристики ПКК діаметром 19 мм (25 мм, 33 мм) та вимоги до їх вибору відсутні.

За вимогами [1] ПКК комплектуються відповідно до вимог [2], а саме: довжина рукава – до 30 м, діаметр рукава – 19 мм, 25 мм або 33 мм, тип рукава – напівжорсткий, діаметр випускного отвору розпорошувача –  $(4 \div 12)$  мм. Вибір характеристик елементів ПКК впливає на їх можливість забезпечити гасіння пожежі в початковій її стадії, на що в свою чергу значно впливає характеристика приміщень та пожежного навантаження. Розроблений алгоритм визначення характеристик ПКК [3], який в залежності від характеристик пожежного навантаження та тиску в водопровідній мережі дозволяє визначити основні параметри складових ПКК, але в алгоритмі не враховано, що окрім напівжорсткого рукава найчастіше виробники комплектують ПКК плоскозгорнутими рукавами, що принципово змінює особливості роботи з ними та значно впливає на ефективне використання тиску, який фактично забезпечується водопровідною мережею.

Для визначення характеристик складових ПКК в залежності від умов їх використання на стадії проектування та експлуатації необхідно визначити значення втрат напору кожного елемента ПКК – рукава та розпорошувача.

Втрати напору на ПКК  $h_{ПКК}$  визначаються:

$$h_{ПКК} = h_p + h_n, \text{ м,}$$

де  $h_p$  – втрати напору в рукаві, м;  $h_n$  – втрати напору в розпорошувачі, м.

Визначення залежності втрат напору в рукаві від основних факторів (тиск водопровідної мережі, довжина, тип та діаметр рукава) доцільно виконувати експериментально з використанням теорії планування експерименту. При проведенні експерименту рукав приєднувався до трубопроводу водопровідної мережі, в який тиск змінюється в межах  $(0,02 \div 0,9)$  МПа. Для забезпечення можливості зміни тиску в мережі, до схеми був включений насос. Для виміру витрат води використовувався лічильник води.

Дослідження складаються з двох блоків для двох типів рукавів – напівжорстких та плоскозгорнутих. Для кожного блоку при проведенні експерименту використовується поліноміальна залежність другого порядку, центральний, композиційний, рототабельний уніформ-план. На першому етапі кодуються змінні за стандартними залежностями. При проведенні експерименту використовується стандартна план-матриця експерименту. Для визначення коефіцієнтів при квадратичних членах інформації, отриманої при використанні план-матриці повного факторного експерименту (ПФЕ), недостатньо. Необхідну інформацію

одержують у зоряних точках. При цьому зоряне плече  $\alpha=1,682$  у дворівневому експерименті для трьох факторів.

Необхідна кількість дослідів  $N=20$ , при кількості факторів  $k=3$  та кількості дослідів в центрі плану  $n_0=6$ .

Наступною задачею дослідження є визначення втрат напору в розпорошувачі, при цьому факторами, що впливають на досліджувальну величину є: напір перед розпорошувачем –  $H$ , діаметр вихідного отвору –  $d$ . Установка для проведення випробувань лише доповнюється розпорошувачем, який приєднується до рукава після манометра. При проведенні дослідів фіксуються показання манометра та лічильника. За результатами проведення експерименту визначається опір розпорошувача в залежності від двох факторів.

Таким чином, визначення величин втрат напору складових елементів ПКК (рукавів та розпорошувачів) доцільно проведенням експериментального дослідження з використанням теорії планування експерименту та обробки його результатів, що дозволить на стадії проектування для будівель з визначеними характеристиками об'ємно-планувальних, конструктивних рішень та параметрами пожежного навантаження вибрати характеристики ПКК, які забезпечать можливість подачі вогнегасної речовини у кількості, що необхідна для успішного гасіння пожежі.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Внутрішній водопровод та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.5-64:2012. – [Чинний від 01-03-13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 135 с. (Державні будівельні норми України).

2. Пожежна техніка. Кран-комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти пожежні з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги (EN 671-1:2001, MOD): ДСТУ 4401-1-2005. [Чинний від 25-05-05]. – К.: Держспоживстандарту України, 2005. – 22 с. (Національний стандарт України).

3. Петухова О.А. Спеціальне водопостачання: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Петухова О.А., Горносталь С.А., Уваров Ю.В. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – 248 с.

4. Пат. 12352 України, МПК (2006) А62С 31/00. Комбінований пожежний ствол / Аксентьев С. Т.; винахідник та власник Аксентьев С. Т. – № u200501477; заяв. 17.02.05; опуб. 15.02.2006, Бюл. № 2/2006.

5. Рябова І.А. Дослідження гідродинамічних характеристик елементів захисту харчових виробництв / І.Б. Рябова, О.А. Петухова, С.А. Горносталь, С.М. Щербак // Моделювання комбінованих процесів переносу. Оптимізація обладнання і систем. Наукові праці, том 82, випуск 1. – Одеса: ОНАХТ, 2018. – С. 72–76.

---

**СЕКЦІЯ 2**  
**«ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ТА НА ОБ'ЄКТАХ**  
**КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ, ЩО ПОТРАПЛЯЮТЬ В ЗОНУ ПОСТІЙНИХ**  
**ОБСТРІЛІВ»**

---

УДК 519.6

**ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКИ ДІЙ З ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ**  
**СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

*Вовчук Т.С., ад'юнкт, Шевченко О.С., к.т.н., Шевченко Р.І., д.т.н., професор*  
*Національний університет цивільного захисту України*

На сьогодні цивільний захист, як й деякі інші сучасні напрямки наукових досліджень, що активно розвиваються в останні десятиріччя, на жаль не має стійкої методологічної основи. Існуючий методологічний апарат цивільного захисту, спирається, з одного боку, на запозичені з інших напрямків підходи, з іншого боку - до нього додаються додаткові протиріччя синергетичного характеру, що є результатом складних процесів їх поєднання в рамках дослідження теоретичних аспектів цивільного захисту. Додатковим чинником виступає накопичення прикладних досліджень, які потребують, в свою чергу, формування системних підходів до методології досліджень в сфері цивільного захисту.

Існуюча на сьогодні організація з попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на хімічному виробництві потребує докорінної технічної реорганізації в частині заходів системи цивільного захисту, що диктуються технологічними, економічними та урбаністичними особливостями сьогодення. Найбільш складним етапом у зазначеному процесі є формування єдиної методології з попередження подібних надзвичайних ситуацій, що базується на сучасних можливостях інформаційно-комунікативних технологій та інноваційних підходах, які б функціонально повністю охоплювали потреби, як окремих структурних підрозділів системи цивільного захисту, так і окремих етапів технологічного циклу об'єктів хімічної промисловості.

Враховуючи це, попередження надзвичайних ситуацій на об'єктах хімічної промисловості є актуальною та своєчасною проблемою сфери цивільного захисту.

Незважаючи на різнопланові заходи, які мають за мету запобігти виникненню надзвичайних ситуацій техногенного характеру, їх кількість невпинно зростає. Так, наприклад, у роботі [1], запропоновані основні методологічні припущення щодо можливості побудови інформаційних систем з дослідження механізмів поширення НС техногенного характеру. При цьому за межами дослідження залишились питання формування систем аналітичної підтримки саме процесу управління НС даного характеру. У роботі [2] розглянуті саме умови формування систем аналітичної підтримки загального характеру та зроблено висновок, щодо можливості створення сучасної інформаційної технології з напрямку дослідження. В той же час ці умови не носять узагальнюючого характеру та досить складні для подальшої їх гармонізації до інформаційного простору Європейської спільноти.

Таким чином перед творчим колективом постає наукове завдання з розробки інформаційної технології аналітичної підтримки процесу попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, з урахуванням сучасних можливостей технологій QR-кодування.

При цьому необхідно було вирішити наступні задачі. А саме, по-перше, визначити умови інтеграції існуючих вітчизняних підходів до попередження надзвичайних ситуацій

техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження в інформаційно-аналітичний простір країни Європейської спільноти. По-друге, розробити інформаційну технологію аналітичної підтримки управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження.

Аналіз попередньо отриманих результатів дозволяє стверджувати що умови інтеграції існуючих вітчизняних підходів до попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження в інформаційно-аналітичний простір країни Європейської спільноти, що дозволило сформуванню основи методичного апарату з розробки інформаційної технології попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, з урахуванням сучасних можливостей QR – кодування та визначити групу граничних умов, які формуються як відповідні обмеження похідних наслідків надзвичайної ситуації.

Враховуючи запропоновані авторами правила відбору цільової інформації та визначення рівня її конфіденційності [2] сформована система чотирьох рівневого доступу зі службовими обмеженнями загального та індивідуального характеру рис. 1.

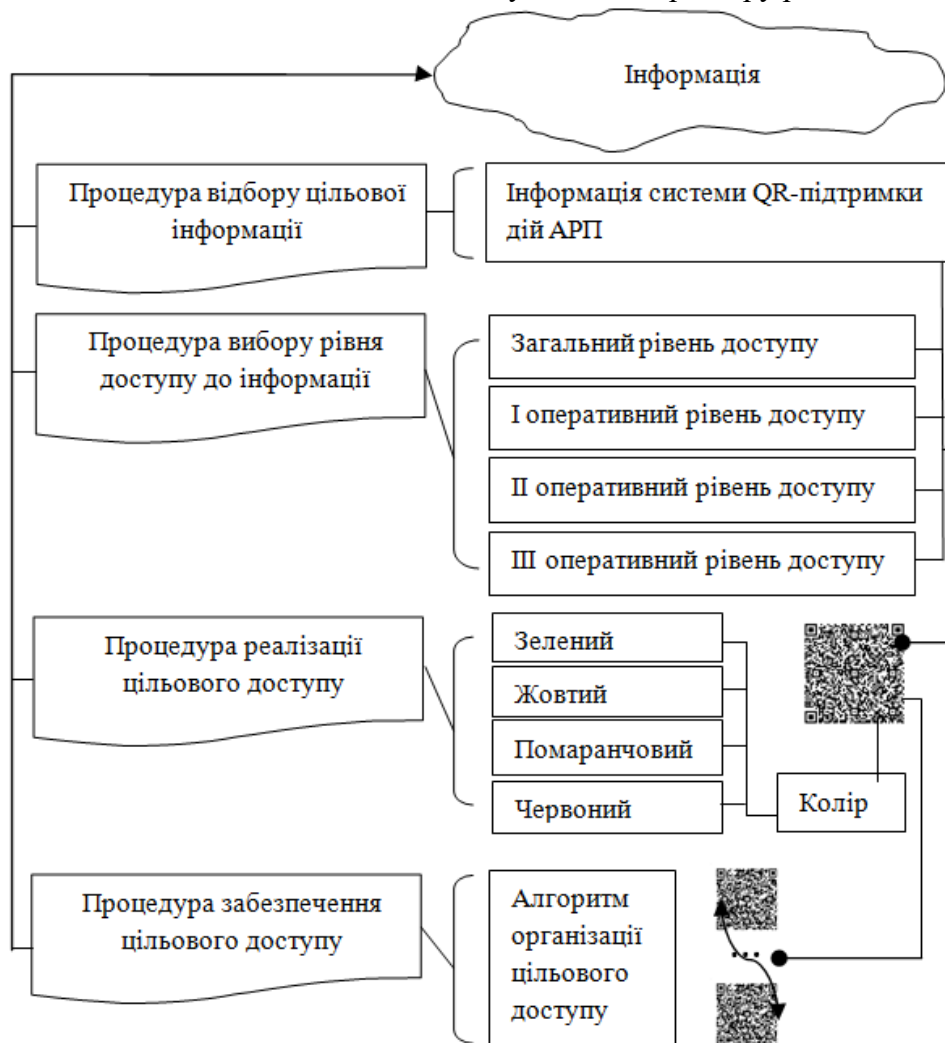


Рис. 1. Схема впливу основних правил відбору інформації.

За отриманими правилами розроблена структурно-логічна схема QR - управління надзвичайною ситуацією в зоні об'єктів критичної інфраструктури.

Натомість інформаційна технологія аналітичної підтримки управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, що дозволяє запровадити інноваційні підходи управління надзвичайними ситуаціями у повсякденну діяльність практичних підрозділів ДСНС різного ієрархічного рівня підпорядкування дозволить підвищити ефективність прийняття управлінських рішень в умовах прогнозуємих надзвичайних ситуацій: за часом на 15-30%, за інформаційною насиченістю на 30-45%.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Mohan Rao P. V. J. Industrial accidents impact on environment. *Global Journal of Engineering, Design and Technology*. 2015. Vol. 2. Iss. 4. P. 41-42.
2. Стрілець В. М., Шевченко О. С, Шевченко Р. І. Методика розробки інформаційно-технічного способу оптимізації проведення аварійно-рятувальних робіт, пов'язаних з надзвичайними ситуаціями в зоні міської інфраструктури. // *Scientific Journal «ScienceRise»*. 2019. - №7(60). - С. 30-34.



## ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЕРЖАВИ

*Дівізінюк М.М. д.ф.-м.н., професор, Шевченко О.С. к.т.н., Шевченко Р.І., д.т.н., професор  
Національний університет цивільного захисту України*

Перед Україною, як державою, що відстоює свою незалежність у війні, стоїть безліч різних завдань, одним із яких є захист об'єктів критичної інфраструктури від воєнно-терористичного впливу, рішення якої не тільки зберігає життя мирних громадян, а й забезпечує відстоювання суверенітету, територіальної цілісності та незалежного існування держави [1]. Розв'язання цього завдання здійснюється, як у воєнний період, так й в умовах мирного часу. Проблема полягає у визначенні об'єктів критичної інфраструктури держави, у співвідношенні їх зі стратегічними та іншими небезпечними об'єктами та виробництвами, що на практиці дозволяє визначати пріоритетність їх захисту у розрізі залучення технічних та матеріальних засобів.

Термін інфраструктура, як складова частина державних матеріальних ресурсів, виник порівняно недавно. Державну інфраструктуру прийнято поділяти на транспортну, інженерну, інформаційну, інноваційну та інші. У державі також є специфічна інфраструктура, наприклад військова, діяльність якої носить закритий характер. Наприкінці ХХ століття у державній інфраструктурі стали виділяти її особливий вид – критичну інфраструктуру, а об'єкти, що входять до її складу, об'єктами критичної інфраструктури (ОКІ). Однак у термінологічній сфері України, у практичному використанні, поряд із терміном ОКІ продовжують використовуватись терміни потенційно небезпечний об'єкт (ПНО), небезпечний виробничий об'єкт (НВО), критично важливий об'єкт (КВО) та стратегічний об'єкт (СО).

Поняття "інфраструктура" утворюється від злиття двох латинських слів "infa" - "нижче, під", і "структура" - "структура, розташування". Під інфраструктурою розуміють комплекс взаємно пов'язаних обслуговуючих об'єктів чи структур, що становлять і забезпечують основу функціонування системи.

До основних типів інфраструктур можна віднести:

- соціальну інфраструктуру як сукупність галузей та підприємств, які забезпечують нормальну життєдіяльність населення;
- транспортну інфраструктуру як сукупність галузей та підприємств транспорту;
- інженерну інфраструктуру як сукупність систем інженерно-технічного забезпечення будівель та споруд та багато інших.

Між існуючими інфраструктурами існують складні зв'язки та взаємовідносини. Наприклад, інфраструктура економіки являє собою сукупність галузей і видів діяльності, які обслуговують виробництво і господарство в цілому, і включає інфраструктури важкої та легкої промисловості, енергетики, транспорту та інших. Транспортна ж інфраструктура, у свою чергу, складається з інфраструктур авіаційного та залізничного транспорту, морського та річкового флотів, регіональних та міських транспортних інфраструктур.

У державних інфраструктурах є низка специфічних інфраструктур, які повноцінно функціонують за наявності закордонних, зовнішніх зв'язків:

- інноваційна, яка обслуговує інноваційну діяльність;
- ринкова, що забезпечує вільний рух товарів та послуг;
- інформаційна та інші.

Є й інші спеціалізовані інфраструктури, наприклад, військова, діяльність яких має закритий характер. Під національною чи державною інфраструктурою прийнято розуміти сукупність усіх галузей промисловості та сільського господарства, споруд, установ, транспорту та комунікаційних мереж, що дозволяють забезпечити життєдіяльність організацій та виробництв цієї країни. Наприклад, залізниці та автомобільні дороги,

трубопроводи та лінії електропередач, стаціонарні та розвідні мости, аеродроми та порти, житлові будинки та виробничі споруди, електростанції та сховища різного призначення, телефон та телеграф, радіо та телебачення, Інтернет та інші засоби масової інформації та телекомунікації.

В інфраструктурі суверенної держави особливо виділяють мережі, системи та сектори (сукупність елементів різних інфраструктур), від безпечної діяльності яких залежить стан навколишнього природного середовища, здоров'я та життя громадян та існування суспільства загалом. Комплекс таких секторів, систем чи мереж, вихід із ладу чи порушення функціонування яких здатне призвести до кризи загальнодержавному, регіональному чи місцевому рівні, стали називати критичної інфраструктурою.

Наприкінці двадцятого століття у зв'язку зі зростанням терористичної загрози в розвинених країнах розпочалися дискусії щодо вразливості національних інфраструктур. Увага експертів була спрямована не лише на інформаційні (кібернетичні) інфраструктури, а й на всі інші сфери забезпечення життєдіяльності суспільства.

Серед країн Європи проблематикою забезпечення безпеки об'єктів критичної інфраструктури першими почали займатися у Великій Британії, де було дано визначення критичної національної інфраструктури як сукупності систем, які насамперед важливі для функціонування держави. До них були віднесені об'єкти, ліквідація або порушення роботи яких могла б наразити на загрозу життя громадян, завдати серйозних негативних економічних або соціальних наслідків для суспільства або її великої частини. Це органи державного управління та рятувальні служби, джерела теплової та електричної енергії. Це сховища палива, водопровід, каналізація та телекомунікації. Це продовольство та санітарія (утилізація сміття), фінанси та економіка, комунікаційні мережі та служби, юстиція та захист громадського порядку. Це соціальне обслуговування, освіта та наука, прогноз та інформування про екстремальні гідрометеорологічні явища.

У 1998 році доктриною 63-го президента США критична інфраструктура була визначена як сукупність основних систем, які мають матеріальну або віртуальну платформу та впливають на фундаментальність економіки держави – це телекомунікації, енергосистеми, банківський та фінансовий сектори, транспортна система, система водопостачання та рятувальні служби.

Всі європейські держави згодом також стали виділяти критичні національні інфраструктури, під якими розумілася сукупність систем, порушення функціонування однієї з яких може завдати серйозної шкоди економіці держави або призвести до негативних соціальних наслідків для суспільства. Наразі в країнах Євросоюзу визначено, що критична інфраструктура включає фізичні об'єкти, ресурси, послуги та інформаційно-технічні засоби, мережі та інші інфраструктурні активи, порушення чи знищення яких призводить до серйозних наслідків для здоров'я, безпеки чи економічного добробуту громадян чи ефективного функціонування уряду.

В Україні на законодавчому рівні критична інфраструктура з'явилася у 2017 році та остаточно оформилася у 2022. Цей Закон України містить основні визначення, що відповідають європейським стандартам.

Отже, під критичною інфраструктурою слід розуміти сукупність підприємств, мереж, систем, вихід з ладу чи порушення функціонування яких може спричинити втрату управління або завдати істотних збитків на загальнодержавному, регіональному, місцевому чи об'єктовому рівні. Вхідні до її складу атомні та гідроелектростанції, хімічні та нафтохімічні комбінати, металургійні заводи та безліч інших державних підприємств та приватних установ стратегічного призначення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Шевченко Р.І., Шевченко О.С. Характеристика об'єктів критичної інфраструктури держави (особливості ядерних та інших стратегічних об'єктів) // Комунальне господарство міст, 2023, том 1, випуск 175. С.160- 168.

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖІ

Дубінін Д.П., к.т.н., доцент, Грицина І.М., к.т.н., доцент, Гапоненко Ю.І.  
Національний університет цивільного захисту України

Під час будівництва будівель та споруд використовуються будівельні матеріали такі як природні та штучні кам'яні матеріали, залізобетон та конструкції з нього, метали, будівельні розчини тощо. При розвитку пожежі в будівлі, будівельні матеріали втрачають свої показники такі як цілісність, несуча та теплоізоляційна здатність [1]. На стадії проектування та експлуатації будівельні матеріали покривають вогнезахисними засобами, а при виникненні горіння в будівлі використовують засоби пожежогасіння [2-6].

Для сталевих конструкцій складаються стандартні криви пожеж «час-температура» відповідно до [7-9] та фізико-хімічних властивостей сталі, що представлені на рис. 1.

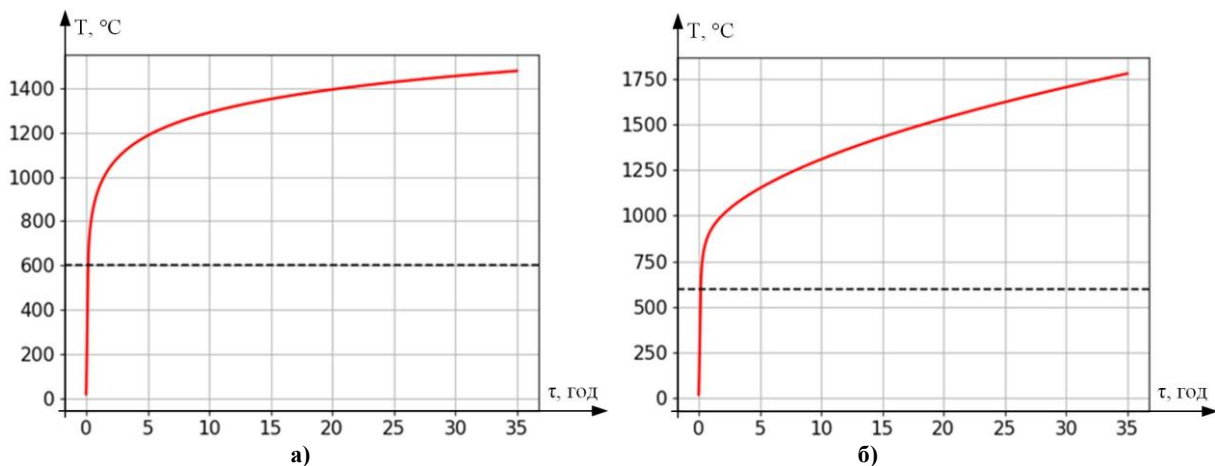


Рис. 1. Стандартні криви пожеж для сталевих конструкцій: а – крива пожежі ISO 834; б – крива пожежі ASTM E119.

Для оцінювання стану сталевих конструкцій та порівняння отриманих результатів дослідження сталевих конструкцій, як незахищених так і захищених вогнезахисним засобом (гіпсокартонні листи, теплоізоляційні плити та цементно-піщана штукатурка) при розвитку пожеж використовували стандартні криви пожеж ISO-834 та ASTM E119, що визначають температурну залежність від часу. При цьому враховувалися значення на 1, 5 та 10 годину розвитку пожеж, що були отримані під час проведення дослідження стану сталевих конструкцій. Отримані графічні залежності дозволяють обґрунтувати доцільність застосування різних засобів вогнезахисту для сталевих конструкцій при розвитку пожежі та насамперед захистити їх від впливу високої температури при пожежі, а саме від деформації та подальшого руйнування.

За отриманими результатами дослідження проаналізовано стан сталевих конструкцій на 1, 5 та 10 годину розвитку пожежі, що представлені в табл. 1. Проводячи порівняльний аналіз значень температури в залежності від часу розвитку пожежі відповідно до таблиці 1, за якими встановлено, що найбільш ефективним вогнезахисним засобом для сталевих конструкцій є теплоізоляційні плити, а найменш ефективним цементно-піщана штукатурка.

Це пояснюється різницею, насамперед температури, наприклад відповідно до ISO 834 для теплоізоляційної плити на 5 год впливу, температура становить 896,2 °С, а для гіпсокартону – 474,8 °С, цементно-піщаної штукатурки – 316,25 °С. Так відповідно до ASTM E119 для теплоізоляційної плити на 5 год впливу, температура становить 869,85 °С, а для гіпсокартону – 463,34 °С, цементно-піщаної штукатурки – 310,70 °С.

Табл. 1 Результати дослідження сталевих конструкцій

Час, год	Температура сталевих конструкцій за ISO 834, °C			Температура сталевих конструкцій за ASTM E119, °C		
	не захищена	захищена	різниця	не захищена	захищена	різниця
гіпсокартонні листи						
1,0	943,15	170,91	772,24	921,73	169,54	752,19
5,0	1186,03	711,23	474,8	1150,60	687,26	463,34
10	1289,98	1066,55	223,43	1308,75	1055,13	253,62
цементно-піщана штукатурка						
1,0	943,15	234,24	708,91	921,73	232,26	689,47
5,0	1186,03	869,78	316,25	1150,60	839,90	310,7
10	1289,98	1177,43	112,55	1308,75	1169,20	139,55
теплоізоляційні плити						
1,0	943,15	66,06	877,09	921,73	65,66	856,07
5,0	1186,03	289,83	896,2	1150,60	280,75	869,85
10	1289,98	540,96	749,02	1308,75	532,10	776,65

З проведених результатів дослідження можна зазначити, що стандартні криві пожежі ISO 834 та ASTM E119 дають змогу проводити дослідження та визначати швидкість зміни температури при цьому слід зазначити що суттєво вони не відрізняються між собою.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін Д. П., Лісняк А. А., Шевченко С. М., Грицина І. М., Гапоненко Ю. І. Розрахунковий метод оцінювання стану сталевих конструкцій будівель при розвитку пожежі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. № 37. С. 171–180. doi: 10.52363/2524-0226-2023-37-12.
2. Дубінін Д. П., Лісняк А. А., Шевченко С. М., Криворучко Є. М., Гапоненко Ю. І. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 34. С. 110–121. doi: 10.52363/2524-0226-2021-34-8.
3. D. Dubinin et al., Experimental Investigations of the Thermal Decomposition of Wood at the Time of the Fire in the Premises of Domestic Buildings, Materials Science Forum, 1066, (2022) 191–198. DOI: 10.4028/p-8258ob.
4. D. Dubinin et al., Investigation of the effect of carbon monoxide on people in case of fire in a building | Ispitivanje djelovanja ugljičnog monoksida na ljude u slučaju požara u zgradi, Sigurnost, 62 (4), (2020) 347–357. DOI: 10.31306/s.62.4.2.
5. Дубінін Д. П., Лісняк А. А., Шевченко С. М., Криворучко Є. М., Гапоненко Ю. І. Дослідження впливу будівельного матеріалу конструкції будівлі на розвиток внутрішньої пожежі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. № 34. С. 175–185. doi: 10.52363/2524-0226-2022-35-13
6. 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.
7. ISO 834-11:2014 Fire resistance tests – Elements of building construction – Part 11: Specific requirements for the assessment of fire protection to structural steel elements, 2014.
8. Dzidic S. Fire Resistance of RC Slabs according to ACI/TMS 216.1 and EC 2 – Possibility for Comparison. Zbornik radova Građevinskog fakulteta. 2018. 34. P. 43–53. doi: 10.14415/konferencijaGFS2018.003
9. ASTM E119: Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, 2018.

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ТЕРМІЧНОГО РОЗКЛАДАННЯ ТВЕРДИХ ГОРЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС РОЗВИТКУ ВНУТРІШНЬОЇ ПОЖЕЖІ

Дубінін Д.П., к.т.н., доцент, Лісняк А.А., к.т.н., доцент, Аветісян В.Г., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України

Для досягнення енергонезалежності, країни Європейського союзу, затвердили довгостроковий план "Roadmap 2050" для країн з низьким рівнем розвитку економіки з метою зниження викиду вуглецю в навколишнє середовище [1]. У цьому контексті будівельний сектор має коротко - та довгострокові можливості зменшити викиди вуглекислого газу за рахунок вибору матеріалів з низьким впливом на навколишнє середовище та за рахунок енергоефективних структур. При цьому також слід дотримуватися пожежної безпеки під час використання та експлуатації виробів з деревини в якості будівельного матеріалу.

В роботах [2-4] зазначено, що при термічному розкладанні деревини утворюються дерев'яне вугілля, рідкі та газоподібні продукти. Рідкі продукти виходять з гарячої зони частково в краплинній фазі, частково в парах, утворюючи разом з газами, що не конденсуються, парогазову суміш. Найбільш поширений клас твердих горючих матеріалів, що тліють таким чином, включає дерево, папір та інші лігноцелюлозні продукти. Відомо, що термічне розкладання включає зміни хімічної структури твердого горючого матеріалу із-за впливу тепла під час розвитку пожежі. Тому забезпечення безпеки людини є першочерговим завданням для пожежно-рятувальних підрозділів, що прибувають на місце виклику [5, 6]. Так на рисунку 1 представлені фізико-хімічні зміни під час термічного розкладання твердих горючих матеріалів [7].

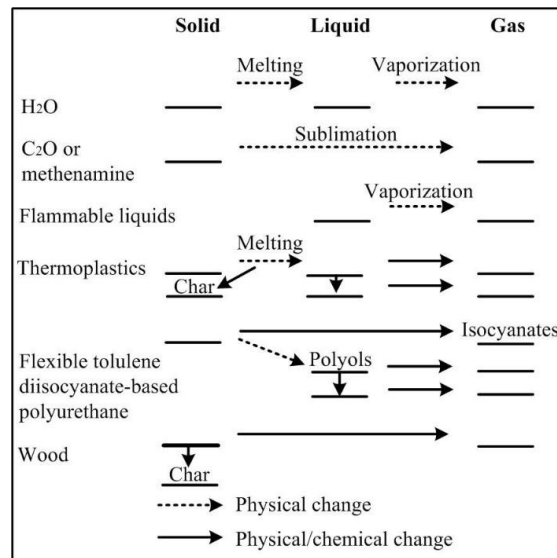


Рис. 1. Фізичні та хімічні зміни під час термічного розкладання [7]

При цьому слід зазначити, що на склад та властивості продуктів піролізу впливають насамперед порода (вид) та якість деревини, розміри частинок сировини та початкова її вологість, швидкість нагрівання, тривалість перебування сировини при тій чи іншій температурі, кінцева температура нагрівання, швидкість циркуляції газового потоку через шар деревини та інші фактори.

Обвуглений матеріал може бути виявлений під час внутрішніх пожеж. На твердому горючому матеріалі (деревині), який обвуглився з'являються тріщини і пухирі. Для

проведення досліджень із розвитку пожеж в даному напрямку, використовується методика [7] принцип якої засновано на визначенні глибини обуглення твердих горючих матеріалів (рис. 2 [7]).

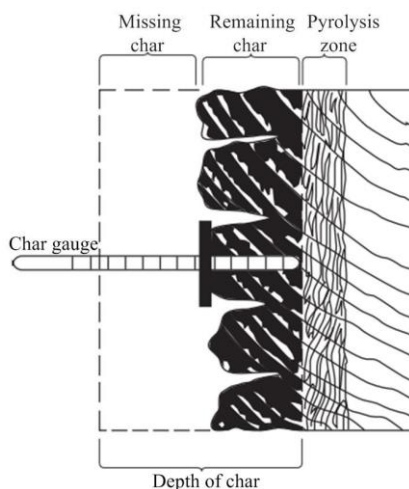


Рис. 2. Вимірювання глибини [7]

З урахуванням вище наведеного та методики з визначення глибини обуглення твердих горючих матеріалів [7], можна проводити дослідження стану твердих горючих матеріалів під час термічного розкладання при розвитку внутрішньої пожежі. Окрім цього можна обирати та досліджувати ефективність застосування засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою [8-10] під час гасіння внутрішніх пожеж.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. SAF Ukraine (Sustainable Agribusiness Forum). URL: <https://saf.org.ua/> (date of access: 20.01.2022).
2. M. I. Jahirul et al., Biofuels Production through Biomass Pyrolysis – A Technological Review, *Energies*, 5(12), (2012) 4952-5001. DOI: 10.3390/en5124952.
3. D. Dubinin et al., Experimental Investigations of the Thermal Decomposition of Wood at the Time of the Fire in the Premises of Domestic Buildings, *Materials Science Forum*, 1066, (2022) 191–198. DOI: 10.4028/p-8258ob.
4. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2021. № 34. С. 110–121.
5. D. Dubinin et al., Research and justification of the time for conducting operational actions by fire and rescue units to rescue people in a fire | Istraživanje i opravdanje vremena izvođenja operativnih akcija vatrogasno-spasilačkih postrojbi za spašavanje ljudi u požaru, *Sigurnost*, 64 (1), (2022) 35–46. DOI: 10.31306/s.64.1.5.
6. D. Dubinin et al., Investigation of the effect of carbon monoxide on people in case of fire in a building | Ispitivanje djelovanja ugljičnog monoksida na ljude u slučaju požara u zgradi, *Sigurnost*, 62 (4), (2020) 347–357. DOI: 10.31306/s.62.4.2.
7. NFPA 921. Guide for Fire and Explosion Investigations. Massachusetts, 2017 [USA].
8. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпиленим водяним струменем. *Проблеми пожежної безпеки*. – 2018. – №. 43. – С. 45-53.
9. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження водяного аерозолю, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. *Проблеми пожежної безпеки*. 2020. № 47. С. 29–34.
10. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. *Проблеми пожежної безпеки*. 2019. № 46. С. 47–53.

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ АУНКТАХ ТА ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ**

*Коломієць В.С., викладач,  
Національний університет цивільного захисту України*

З початку повномасштабної російської військової агресії проти України ворог щодня здійснює цілеспрямовані обстріли об'єктів і територій особливо прикордонних з агресором населених пунктів, як правило це сільська місцевість. Відповідно виникає велика кількість пожеж в природних екосистемах.

Гасіння пожеж в сільських населених пунктах та на відкритій місцевості ускладнюється віддаленістю пожежно-рятувальних підрозділів від сільських населених пунктів, незадовільним в окремих випадках станом шляхів сполучення та віддаленістю джерел водопостачання від місця пожежі, швидким поширенням вогню горючими конструкціями будівель і господарських споруд у населених пунктах, грубими кормами у місцях їх зберігання, зерновими культурами на полях під час жнив, перенесення вогню та іскор на значну відстань, виникнення нових осередків горіння в разі сильного вітру, швидке розповсюдження пожежі сухою рослинністю та чагарниками, щільне задимлення місцевості, швидка зміна напрямку пожежі, можлива наявність декількох осередків пожежі або займання нових, складний рельєф місцевості, сильне задимлення та інтенсивне теплове випромінювання, загроза поширення вогню на населені пункти, котеджні містечка, дачні і садові товариства, інші об'єкти, у тому числі з масовим перебуванням людей, охоронні зони повітряних ліній електропередач, газо-, нафто-, продуктопроводів, розміщених у лісових масивах і поблизу них [1]; на сьогоднішній день, враховуючи велику кількість населення, що виїхало з місць проведення бойових дій, приватна територія навколо домоволодінь залишається занедбаною, що призводить до швидкого розповсюдження полум'я. Також до цих факторів додається можливість наявності на територіях вибухонебезпечних предметів, що можуть нести небезпеку для особового складу підпорядкованих пожежно-рятувальних підрозділів (в тому числі мінування дамб чи інших гідротехнічних споруд, що можуть використовуватися підрозділами для забору води) та відсутність укриттів під час повторних обстрілів під час гасіння пожеж в екосистемах.

Враховуючи вищевикладене та з метою дотриманням особовим складом заходів безпеки та з урахуванням ситуації, що склалася, органи управління та керівний склад підрозділів ОРС ЦЗ повинні постійно здійснювати обмін інформацією з підрозділами Збройних Сил України, правоохоронними органами та місцевими органами виконавчої влади у визначених зонах відповідальності щодо: підконтрольності населених пунктів і територій; загальної ситуації в населених пунктах і територіях; уточнення місць (районів) ведення постійних обстрілів та види озброєння, що ймовірно можуть бути використані (артилерія, стрілецька зброя, мінування території); можливості залучення підрозділів ОРС ЦЗ до виконання завдань за призначенням у населених пунктах і на територіях; уточнення безпечних маршрутів (основний і запасний) пересування підрозділів ДСНС до місць (районів) виконання завдань за призначенням; взаємодії підрозділів ОРС ЦЗ з підрозділами Збройних Сил України, правоохоронних органів, формуваннями територіальної оборони під час реагування на НС, пожежі, небезпечні події та проведення інших робіт.

Після прибуття підрозділу ОРС ЦЗ на місце пожежі, призначається спостерігач, який здійснює моніторинг та контроль обстановки і оповіщення особового складу про небезпеку. Під час проведення розвідки додатково визначають: безпечні місця для розстановки техніки; шляхи евакуації та місце збору сил і засобів у разі раптового погіршення оперативної

обстановки, що може призвести до виникнення загрози життю та здоров'ю особового складу; можливі укриття для особового складу на випадок обстрілу району проведення робіт; наявність ВВП на місці проведення робіт, у разі їх виявлення вживають додаткових заходів безпеки для особового складу, обмежують його доступ до замінованих територій та викликають піротехнічний підрозділ.

З метою забезпечення безпеки особового складу оперативні дії повинні організуватися з урахуванням того, що маршрути висування і територія на місці події може бути потенційно забруднена вибухонебезпечними предметами.

Слід враховувати, що на узбіччях доріг з твердим покриттям, ґрунтових дорогах, територіях поблизу блокпостів і військових позицій (покинутих позицій) можуть бути встановлені протитанкові і протипіхотні міни (міни на розтяжках), саморобні вибухові пристрої та інші вибухонебезпечні предмети.

Для забезпечення реагування на пожежі в природних екосистемах, за можливості як правило, повинні застосовуватися капотні пожежні автомобілі, як найбільш безпечні для особового складу оперативних розрахунків у разі підриву на мінах.

Для забезпечення безпечного пересування техніки підрозділів ДСНС слід використовувати дороги з твердим покриттям, не допускаючи з'їзду техніки на узбіччя доріг.

Пересування техніки ґрунтовими та лісовими дорогами здійснювати лише у супроводі представників військових формувань чи піротехнічних підрозділів ДСНС з урахуванням оперативної обстановки та небезпеки пов'язаної з мінами та іншими вибухонебезпечними предметами.

Під час висування пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику необхідно мінімізувати кількість зупинок техніки та переміщення особового складу.

Пожежні стволи слід вводити з місць, де існує найменша загроза особовому складу від вибухонебезпечних предметів (перевірені ділянки місцевості, дороги з твердим покриттям, прокладені мінералізовані смуги, ділянки пройдені вогнем).

Гасіння пожежі у ПЕС у темний час доби може здійснюватися лише у разі крайньої необхідності з обов'язковим дотриманням посиленних заходів безпеки. При цьому подавання водяних стволів на гасіння пожежі слід здійснювати від автоцистерн, які встановлювати виключно на твердому покритті, перевірених ділянці місцевості або на мінералізованій смузі, що була зроблена безпосередньо перед гасінням пожежі.

Під час організації оперативних дій на пожежі необхідно мінімізувати переміщення особового складу, не допускаючи його виходу за межі безпечних ділянок [2].

Обізнаність особового складу пожежно-рятувальних підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту з різновидами ризику, що створюються в умовах бойових дій, а також алгоритмом дій при ліквідації пожеж знижує ризик для життя і здоров'я особового складу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, Наказ МВС України від 26.04.2018 р. № 340. Окреме доручення Голови ДСНС України № 022-01 від 22.03.2022 року «Методичні рекомендації щодо організації гасіння пожеж в природних екосистемах в районах ведення бойових дій, алгоритм дій особового складу у разі виявлення на місці загорань вибухонебезпечних предметів, а також надання домедичної допомоги у разі отримання мінно-вибухових травм».



**ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА ПОЖЕЖ В ТУНЕЛЯХ**

*Мирошниченко А.О., ад'юнкт, Шевченко Р.І., д.т.н., професор  
Національний університет цивільного захисту України*

Одним з найважливішим елементом критичної інфраструктури будь-якої держави є об'єкти транспортної інфраструктури. Україна не є винятком. Більш того високий відсоток технічної занедбаності та відсутність відповідних обсягів фінансування у процесі оновлення інфраструктури призводить до прискорення небезпечних явищ на зазначених об'єктах. Особливу роль відіграють фактори антропогенного впливу на безпеку об'єктів критичного інфраструктури залізничного транспорту. До останніх слід віднести можливі терористичні акти та підпали. Аналіз наслідків надзвичайних ситуацій терористичного характеру на об'єктах залізничного транспорту, як у провідних країнах світу, так і в країнах, що розвиваються та Україні доводять, що протікання процесу надзвичайної ситуації у разі виявлення вибухового пристрою на об'єкті визначається наступною хронологією взаємозалежних подій, а саме: пошук та ідентифікація вибухового пристрою, локалізація та знешкодження вибухового пристрою, дії після закінчення робіт, які у разі виникнення позаштатної ситуації супроводжуються додатковими заходами з її усунення.

З іншого боку аналіз існуючого технічного обладнання спеціальних служб України зі знешкодження терористичних пристроїв на об'єктах залізничного транспорту свідчить про відсутність на сьогодні як ефективних інженерно-технічних засобів так і, відповідно, методологічного забезпечення, а саме комплексу методик з попередження надзвичайним ситуаціям терористичного характеру з використанням вибухових пристроїв на об'єктах залізничного транспорту. Від так існує проблема з формування ефективних методологічних підходів, математичних моделей та методів, з попередження надзвичайних ситуацій терористичного характеру на об'єктах залізничного транспорту.

Таким чином перед творчим колективом постає наукове завдання з розробки математичного апарату попередження надзвичайних ситуацій терористичного характеру та підпалів в залізничних тунелях, які впливають на вимоги щодо інноваційних технічних пристроїв. При цьому необхідно було вирішити наступні задачі. А саме, по-перше, визначити фізичне поле та умови формування математичного апарату попередження надзвичайних ситуацій терористичного характеру в залізничних тунелях. По-друге, визначити основні аналітичні залежності математичного апарату з попередження надзвичайних ситуацій терористичного характеру в залізничних тунелях.

Аналіз попередньо отриманих результатів дозволяє стверджувати що керуючий алгоритм методики, як основи процесу попередження, повинен врахувати багаторівневість проведення ліквідаційних робіт та відповідні попередні процедури з розрахунку параметрів засобів гасіння надлишкового імпульсу та визначення мінімально можливої дистанції проведення вибухових робіт з урахуванням безпеки ураження піротехніків осколками та елементами конструкції залізничного тунелю.

Натомість процеси попередження надзвичайних ситуацій терористичного характеру в залізничних тунелях можливо описати системою рівнянь, що визначають залежність наслідків різної групи пріоритетності, по відношенню до відповідного типу надзвичайної ситуації, від розрахункової товщини захисного пристрою, мінімальної безпечної відстані з ініціалізації вибухового пристрою, ефективної площі захисного пристрою, часу проведення заходів оперативного характеру та їх варіативних комбінацій. Застосування у подальшому математичного апарату, що створюється, дозволить підвищити ефективність розробки засобів індивідуального та колективного захисту піротехніків до 30 % відповідно до існуючого на сьогодні показника.

## ЛОКАЛІЗАЦІЯ ПОЖЕЖ, ПОВ'ЯЗАНИХ З РОЗЛИВОМ НАФТОПРОДУКТІВ

*Олійник В.В., к.т.н., доцент, Басманов О.Є., д.т.н., професор  
Національний університет цивільного захисту України*

Однією з причин аварійного розливу і горіння нафтопродуктів є руйнування резервуарів для їх зберігання внаслідок обстрілів. Такі ситуації мають місце як в резервуарних парках, так і на залізничних станціях. Основною небезпекою пожеж, що супроводжуються розтіканням і горінням нафтопродуктів, є загроза каскадного розповсюдження пожежі на сусідні технологічні об'єкти. Нагрів сталевих стінок резервуара або цистерни до температури самоспалахування рідини може призвести до вибуху пароповітряної суміші у газовому просторі резервуара (якщо концентрація парів знаходяться в межах між нижньою і верхньою концентраційними межами розповсюдження полум'я) або до горіння парів на виході із дихальних пристроїв (якщо концентрація парів у газовому просторі резервуара перевищує верхню концентраційну межу розповсюдження полум'я). Першочерговими діями щодо локалізації таких пожеж є охолодження сусідніх об'єктів або (у випадку рухомого складу) евакуація із зони небезпечного теплового впливу. В обох випадках необхідним кроком для визначення об'єктів, які потребують захисту, є прогнозування розтікання рідини по поверхні ґрунту.

Будь-якій реальній поверхні (бетон, асфальт, ґрунт, щебінь) притаманні нерівності. Це можуть бути, зокрема, тріщини, заглиблення, рослинність тощо. Тому, розтікання рідини супроводжується її просоченням і заповненням нерівностей. Отже, на процес розтікання впливають нахил поверхні, характеристики ґрунту і горючої рідини. В [1] побудовано модель розтікання рідини на поверхні ґрунту, в якій товщина шару рідини описується системою диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = R \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left[ \tilde{h}^3 \left( \frac{\partial \tilde{h}}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \tilde{h}^3 \left( \frac{\partial \tilde{h}}{\partial y} \right) \right] - \gamma \frac{\partial}{\partial x} \tilde{h}^3 \right] - \phi K \frac{h+z+h_f}{z} - \frac{\eta}{\rho} I_{\Omega_b}(t); \quad (1)$$

$$\tilde{h} = \begin{cases} h - h_{dp}, & h - h_{dp} > 0; \\ 0, & h - h_{dp} \leq 0; \end{cases} \quad (2)$$

$$\frac{\partial z}{\partial t} = K \frac{h+z+h_f}{z}, \quad (3)$$

де  $h(x,y,t)$  – товщина шару рідини у точці з координатами  $(x,y)$  в момент часу  $t$ ;  $h_{dp}$  – середня глибина нерівностей поверхні;  $z(x,y,t)$  – глибина просочення в ґрунт;  $R$  – ефективний коефіцієнт дифузії

$$R = \frac{g}{3\nu} \cos \theta;$$

$g$  – прискорення сили тяжіння;  $\nu$  – кінематична в'язкість рідини;  $\theta$  – кут нахилу поверхні;

$$\gamma = \text{tg} \theta;$$

$K$  – коефіцієнт гідравлічної провідності змоченого ґрунту;  $h_f$  – показник капілярності;  $\phi$  – коефіцієнт пористості ґрунту;  $\eta$  – питома масова швидкість вигорання рідини;  $\rho$  – густина рідини;  $\Omega_b$  – область на поверхні рідини, що горить. При практичному використанні моделі

(1)-(3) доцільно вважати, що область горіння співпадає зі всією областю розливу. В [2] було експериментально визначено середнє значення глибини нерівностей ґрунту:  $h_{др} = 1,7$  см. Метод експериментального визначення параметрів просочення рідини в ґрунт наведено в [3].

Аналіз розв'язку системи (1)-(3) показує, що при неперервному витіканні рідини площа розливу асимптотично наближається до свого максимального значення. Це відбувається внаслідок того, що об'ємна швидкість вигорання збільшується пропорційно площі розливу. Форма розливу визначається кутом нахилу поверхні: коло (для горизонтальної поверхні) або овал, витягнутий у напрямку нахилу. При цьому максимальна площа розливу не залежить від його форми, оскільки визначається витратами рідини внаслідок просочення і вигорання.

Товщина шару рідини в розливі залежить від її кінематичної в'язкості. В якості прикладу на рис. 1 показано товщину шару рідини в залежності від відстані до точки розливу через 30 хв. після початку витікання з інтенсивністю 5 л/с.

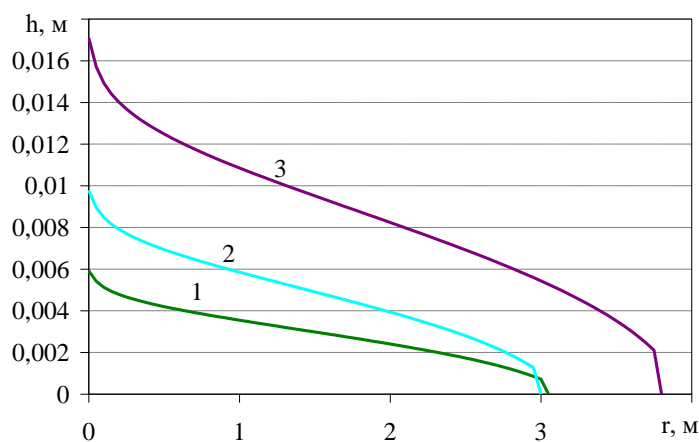


Рис. 1. Товщина шару рідини в залежності від відстані до центру розливу: 1 – бензин; 2 – дизель; 3 – нафта

Рідина з більшим значенням кінематичної в'язкості (нафта,  $\nu = 40$  мм<sup>2</sup>/с) утворює більш товстий шар на поверхні, ніж рідини з меншою кінематичною в'язкістю (дизельне паливо,  $\nu = 4,5$  мм<sup>2</sup>/с; бензин,  $\nu = 0,6$  мм<sup>2</sup>/с).

Динаміка зміни площі розливу визначається кінематичною в'язкістю рідини і питомою об'ємною швидкістю вигорання. На величину максимальної площі розливу впливає, головним чином, питома об'ємна швидкість вигорання. Наприклад, для нафти значення питомої об'ємної швидкості вигорання складає  $\eta\nu = 0,04$  л/(м<sup>2</sup>·с), що в 1,65 рази менше за відповідні значення для дизельного пального (0,066 л/(м<sup>2</sup>·с)) або бензину (0,065 л/(м<sup>2</sup>·с)). Завдяки цьому гранична площа розливу нафти перевищує граничні площі розливу дизельного пального або бензину в 1,6 рази.

Отримані результати можуть бути використані для визначення форми та площі розливу, а також для розрахунку теплового потоку від полум'я над розливом горючої рідини і визначення теплового впливу пожежі на сусідні технологічні об'єкти.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Олійник В.В., Басманов О.Є. Модель розтікання і горіння рідини на ґрунті // Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. 1 (37). С. 18-30. Doi: 10.52363/2524-0226-2023-37-2.
2. Басманов А. Е., Горпинич И. А. Растекание жидкости на негладкой горизонтальной поверхности при аварии на железнодорожном транспорте. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2014. Вип. № 20. С. 16–20. Available online: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/248>
3. Abramov Y., Basmanov O., Oliinik V., Khmyrov I. Justifying the experimental method for determining the parameters of liquid infiltration in bulk material // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. 4/10 (118). P. 24-29. Doi: 10.15587/1729-4061.2022.262249.

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ LEADER MULTI- SEARCH ДЛЯ ПОШУКОВИХ РОБІТ ПРИ РУЙНУВАННІ БУДІВЕЛЬ

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

Через масовані ракетні атаки та ведення бойових дій росія завдає значних руйнувань. Кількість знищених будинків, закладів освіти, культури, релігії тощо з дня на день лише зростає. Сума збитків, яких країна-агресорка завдала нам від початку повномасштабного вторгнення, сягає вже сотні мільярдів доларів. на сьогодні пошкоджено або зруйновано житлові споруди, то ця цифра, за останніми даними, сягає трохи більше як 149 тисяч об'єктів. З них 131,4 тисячі — це приватні будинки, 17,5 тисячі — багатоквартирні будинки і 280 — гуртожитки.

Водночас унаслідок бойових дій пошкоджено або зруйновано понад 3000 освітніх закладів і більш ніж 1300 закладів сфери культури, спорту та релігії. Пошкоджено, зруйновано або захоплено щонайменше 64 великі й середні підприємства, майже 3 тисячі магазинів, приблизно 600 аптек, 330 лікарень, 595 адмінбудівель. Знищено 150 мостів та мостових переходів на дорогах державного значення. За останніми підрахунками KSE Institute (аналітичного центру при Київській школі економіки), збитки від руйнувань житлового фонду в Україні становлять понад 52 мільярди доларів. Інфраструктури знищено на понад 35 мільярдів доларів [1].

Досвід рятувальних робіт в період військового стану показав, що одними з найбільш складних аварій з точки зору проведення рятувальних робіт можна вважати аварії, пов'язані з руйнуванням будинків та споруд. Одним з найважливіших етапів проведення рятувальних робіт на зруйнованих будівлях є пошуку постраждалих. На сьогоднішній день для розшуку постраждалих застосовують різноманітні методи та способи.

Найбільш поширеним є акустичний метод. Проводиться як з застосуванням спеціальної апаратури геофонів та без неї. Геофони реагують на звук голосу, стук, серцебиття, таким чином прослуховуються шуми, які можуть надавати постраждалі.

Одним з технічних рішень, що дозволяє проводити пошук постраждалих при руйнуванні будівель є Leader MULTI- SEARCH [2].



Рис.1 Система пошуку постраждалих Leader MULTI- SEARCH

Leader використовує технологію UWB (Ultra-Wide Band) для обстеження завалів. Вона може бути використана для виявлення та локалізації жертв, похованих під завалами після зсувів, лавин, обвалів, вибухів тощо. Постраждалі знаходяться за допомогою виявлення руху. Цей рух може бути настільки малим, наскільки малі рухи грудної клітки, викликані диханням. Для того, щоб пристрій працював добре, важливо правильно розуміти його межі в залежності від середовища, в якому він використовується. Наприклад, Leader Scan не може виявити жертву, яка знаходиться за або під суцільним металевим екраном або водою. Він не призначений для виявлення через вологі провідні тіла, такі як мокра глина тощо. Однак він здатний виявляти через сухі матеріали, такі як дерево, цегла, бетон тощо.

З метою оптимізації результатів пошуку необхідно розташовувати датчик UWB таким чином, щоб нижні частини і скановані перешкоди (стіни і т.д.) знаходилися якомога ближче (між нижньою частиною пристрою і перешкодами не повинно бути проміжку). UWB-датчик може виявляти рух в області конуса у вертикальному положенні. Щільність завалу збільшує кут виявлення, оскільки завал діє як лінза для UWB-антени. Кут пошуку UWB-сенсора становить  $90^\circ \times 90^\circ$ .

Через те, що діаметр кола становить 10 м на відстані 5 м, рекомендується переміщати UWB-датчик над завалами у віртуальній сітці 5м x 5м (16,4 футів x 16,4 футів) шаблон (або 10м x 10м (32.8 футів x 32.8 футів)) в межах зони лиха, щоб знайти похованих жертв, в той час як оператор стежить за ходом робіт з пульта управління. Необхідне перекриття між кожною позицією, враховуючи, що щільність завалів дещо змінює кут виявлення і що певні зони не охоплюються через круглу форму зони виявлення. Цей процес допомагає уникнути пропуску зони, де може бути знайдена жертва. З визначеного шаблону сітки оператор може перемістити покажчик на певний маршрут.

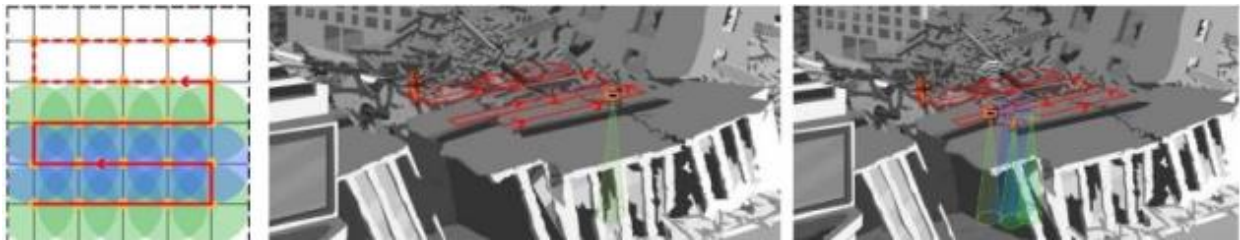


Рис.2 Схема пошуку постраждалих за допомогою датчика UWB

Технологія UWB дає дуже хороші результати при пошуку жертв, але в певні моменти може призвести до помилок. Після стихійного лиха міське середовище перебуває в безладі. Зруйновані конструкції спричиняють змішання будівельних матеріалів, що може ускладнити виявлення UWB. Користувач, який не може бачити типи матеріалів, через які він направляє свій UWB-датчик, не в змозі на 100% точно інтерпретувати результати, які можуть бути показані пристроєм через відбиття від певних похованих матеріалів. **Leader MULTI-SEARCH** не може виявити жертву, яка знаходиться за або під суцільним металевим екраном або водою. Прилад не може виявляти через вологі провідні тіла, такі як мокра глина. Вологий ґрунт не є ідеальним для UWB-сканування, оскільки вода діє як екран проти хвиль.

Однак він здатний виявляти через сухі матеріали, такі як дерево, цегла, бетон, пластик, гіпсокартон і т.д. Окрім необхідної підготовки та обізнаності про пристрої, рухи, що виникають під завалами (жертви, тварини, структурні рухи ...) або на завалах (аварійні працівники...), або з навколишнього середовища (рухи через вантажівку, що проїжджає, використання екскаватора, відбійного молотка...), є деякими з обмежень, які можуть вплинути на виявлення постраждалих. Виявлені рухи не обов'язково є рухами жертви, але можуть змусити когось подумати, що там похована людина, якщо рухається невелика тварина. У цих складних умовах пошуку рекомендується повторити процедури в режимі "**реального часу**" (мінімум 3 сканування), а потім в режимі "**автоматичного**" (мінімум 3 сканування) для того ж місця, де виявлено рух. Ці повторні сканування можуть дати гарне уявлення про рухи, які відбуваються вздовж осі датчика. Зібравши всю інформацію про виявлення, користувач і його команда можуть прийняти рішення про повторне сканування місця виявлення, положення однієї або декількох потенційних жертв.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Росія зруйнувала в Україні маже 144 тисячі будинків: веб-сайт. URL: <https://eco.rayon.in.ua/news/562133-rosiya-zruynuvala-v-ukraini-mazhe-144-tisyachi-budinkiv> 1 (дата звернення: 13.07.2023).
2. Life detector camera leader cam: веб-сайт. URL: <https://www.leader-group.company/en> (дата звернення: 14.07.2023).

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ, ЩО ПОТРАПЛЯЮТЬ В ЗОНУ ПОСТІЙНИХ ОБСТРІЛІВ**

*Петухова О.А., к.т.н., доцент, Горносталь С.А., к.т.н., доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

На сьогодні велика кількість населених пунктів України знаходиться в зоні постійних обстрілів. Найчастіше обстріли супроводжуються виникненням пожеж, гасіння яких ускладнено неможливістю використання існуючих водопровідних мереж внаслідок їх технічної непрацездатності або відсутності в них води. Незважаючи ні на що, питання визначення забезпеченості об'єктів водою на потреби пожежогасіння від зовнішнього водопроводу є актуальним та героїчно відпрацьовуються співробітниками ДСНС України разом з комунальними службами держави.

Одним із показників успішності використання зовнішнього водопроводу для пожежогасіння є наявність в ньому достатньої кількості води - водовіддача. Відомий спосіб визначення водовіддачі водопровідної мережі [1] полягає в тому, що вимірюють тиск води, за допомогою пристрою, що містить манометр, який встановлюють за допомогою з'єднувальних головок між пожежним рукавом та пожежним стволом. Виміряний тиск перераховують у витрати води з мережі на потреби пожежогасіння. Недоліком такого способу є його орієнтація на визначення витрат води одним стволом. При цьому не конкретизована реалізація у випадку перевірки забезпеченості об'єкту необхідною кількістю води на потреби пожежогасіння від зовнішнього водопроводу.

У практиці визначення водовіддачі поширеним є спосіб визначення забезпеченості об'єкта необхідною кількістю води на потреби пожежогасіння від зовнішнього водопроводу, який полягає в тому, що визначають водовіддачу водопровідної мережі шляхом підключення пожежно-рятувального автомобіля на пожежний гідрант та подачі води з пожежних стволів у кількості, необхідній для забезпечення розрахункової витрати води до місця умовної пожежі під час проведення пожежно-тактичних навчань (занять) пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС зі складанням Акту перевірки водопровідної мережі на водовіддачу [2]. Недоліком цього способу є те, що визначається водовіддача при використанні лише одного гідранту та порівнюється з розрахунковою витратою води на гасіння умовної пожежі. Не перевіряється доступність та працездатність усіх пожежних гідрантів об'єкту (району населеного пункту). При цьому одночасна подача води від усіх гідрантів, може привести до втрати тиску в водопроводі та в значній мірі знизити витрати води з кожного гідранту. Зазначені недоліки не дозволяють зробити висновок на основі реалізації розглянутого способу про забезпеченість об'єкту необхідною кількістю води на потреби пожежогасіння від зовнішнього водопроводу.

Таким чином, важливим є завдання підвищення надійності забезпечення об'єкта водою для гасіння пожежі від зовнішнього водопроводу шляхом удосконалення методологічної бази перевірки зовнішнього водопроводу об'єкта на водовіддачу. Зазначена мета досягається за рахунок використання способу визначення забезпеченості об'єкта необхідною кількістю води на потреби пожежогасіння від зовнішнього водопроводу. Запропонований спосіб, на відміну від інших поширених способів, дозволяє встановити забезпеченість об'єкта працездатними пожежними гідрантами, визначити загальну фактичну водовіддачу зовнішнього водопроводу об'єкта та у разі її перевищення над нормативними витратами води на пожежогасіння об'єкта прийняти рішення про забезпеченість об'єкта необхідною кількістю води на потреби пожежогасіння від зовнішнього водопроводу. Зазначене в цілому дозволить підвищити надійність забезпечення об'єкта водою для гасіння пожежі від зовнішнього водопроводу.

Спосіб визначення забезпеченості об'єкта необхідною кількістю води на потреби пожежогасіння від зовнішнього водопроводу працює наступним чином:

– Визначають нормативні витрати води на пожежогасіння об'єкта  $Q_{\text{норм}}$  (л/с) в залежності від характеристик об'єкта за призначенням, його конструктивних особливостей, характеристик його ступеня вогнестійкості та категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою [3].

– Встановлюють забезпеченість об'єкта пожежними гідрантами. Для цього з використанням плану вододжерел об'єкта визначаються місця розташування пожежних гідрантів. Після цього визначають їх працездатність (комплектність, робота запірної арматури тощо) шляхом встановлення на гідрант пожежної колонки та подачі води.

– Одночасно визначають витрату води з кожного працездатного гідранту, наприклад, шляхом вимірювання тиску на всіх стволах, що приєднані до колонки пожежного гідранту. Знаючи тиск та діаметр насадки на кожному стволі перераховують ці величини у витрату води. При цьому витрата води з кожного працездатного гідранту визначається як сума витрат води з кожного ствола, що приєднані до колонки пожежного гідранту.

– Визначають фактичну водовіддачу зовнішнього водопроводу об'єкта, як суму витрат води кожного працездатного гідранту.

– Порівнюють нормативні витрати води на пожежогасіння об'єкта з фактичною водовіддачею зовнішнього водопроводу об'єкта та приймають рішення про забезпеченість об'єкта необхідною кількістю води на потреби пожежогасіння від зовнішнього водопроводу виходячи з умови:

–

$$Q_{\text{норм}} \leq Q_{\text{факт}}, \quad (1)$$

де  $Q_{\text{факт}}$  – фактична водовіддача зовнішнього водопроводу об'єкта, л/с.

Таким чином, визначення водовіддачі водопровідної мережі з використанням пожежних гідрантів, подача води з пожежних стволів, визначення нормативних витрат води на пожежогасіння об'єкта, встановлення забезпеченості об'єкта пожежними гідрантами шляхом перевірки їх кількості та працездатності, одночасне визначення витрати води з кожного працездатного гідранту, визначення фактичної водовіддачі зовнішнього водопроводу об'єкта, як суми витрат води кожного працездатного гідранту, порівняння нормативних витрат води на пожежогасіння об'єкта з фактичною водовіддачею зовнішнього водопроводу об'єкта, у разі перевищення фактичної водовіддачі зовнішнього водопроводу об'єкта над нормативною витратою води на пожежогасіння об'єкта приймання рішення про забезпеченість об'єкта необхідною кількістю води на потреби пожежогасіння від зовнішнього водопроводу дозволяє в цілому підвищити надійність забезпечення об'єкта водою для гасіння пожежі від зовнішнього водопроводу навіть в населених пунктах України, що знаходяться в зоні постійних обстрілів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Деклараційний патент 9520 U Україна, 7 G 08B 17/06. Пристрій для визначення водовіддачі водопровідних мереж / Петухова О.А., Цибуля Е.В., Чернуха А.А., Чернуха А.М., Чубучний М.Ю, власник патенту Національний університет цивільного захисту України. – u20040907327 – Замовлено 07.09.2004; опубл. 17.10.2005, Бюл. №10.

2. Інструкція про порядок утримання, обліку та перевірки технічного стану джерел зовнішнього протипожежного водопостачання. [Чинний від 15.06.2015]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0780-15>

3. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування. [Чинний від 2014.01.01]. – Режим доступу: [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/11/ZM\\_DBN\\_V2574.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/11/ZM_DBN_V2574.pdf)

## ЕКСПЕРИМЕНТ ЩОДО ДИСКРЕТНОЇ ДОСТАВКИ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН

*Поліванов О.Г.*

*Національний університет цивільного захисту України*

У роботі проведено поділ міських населених пунктів на відповідні групи за чисельністю населення та площею території із використанням методів кластерного аналізу. Опрацьовані статистичні дані, які характеризують процес гасіння пожеж аварійно-рятувальними підрозділами міст. З кожної групи міст було відібрано по одному населеному пункту і далі по ним опрацьовані дані щодо пожеж за період 2020 року. Встановлено взаємозв'язок наступних параметрів: площа горіння; поверх будівлі; час локалізації пожежі. Отримані статичні дані свідчать що площа пожежі та час локалізації збільшується у середньому від 3,5 до 6 разів. [1] Тому зменшення часу доставки первинних вогнегасних речовин у багатоповерхові будівлі є актуальною задачею, яка вирішується дискретної доставкою. Для підтвердження теоретичних напрацювань та виявлення залежностей і проводилось експериментальне дослідження.

Метою проведення експериментальних досліджень є виявлення залежності зниження температури пожежі під час доставки вогнегасних речовин (вогнегасного порошку) за проміжок часу. Для цього був обраний вогневий модуль контейнерного типу. Він являє собою металевий контейнер, в якому проводяться навчання з гасіння пожеж. В вогневий модуль розміщено пожежне навантаження  $45 \text{ кг/м}^2$  з соснової деревини вологістю деревини 14% (середнє значення пожежного навантаження для багатоповерхових будівель  $40 \text{ кг/м}^2$ ). Після цього, ця деревина була підпалена, через 10 хвилин вільного розвитку (середній час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця пожежі) подавалась вогнегасна речовина за допомогою установки для дискретної доставки вогнегасних речовин.

Згідно довідника [2] таблиця 1.11. орієнтовна температура в осередку пожежі  $900 \text{ }^\circ\text{C}$  під час горіння деревини соснової в огороженні при пожежному навантаженні  $50 \text{ кг/м}^2$ . Згідно таблиці 1.12 температура полум'я під час горіння деревини складає  $700\text{-}1000 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для визначення температури в осередку пожежі використовується тепловізор FLIR K33 рис.1. На тепловізорі максимальна температура відображається  $650 \text{ }^\circ\text{C}$ . Тому приймаємо середню температуру в осередку пожежі  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  на 10 хвилину вільного розвитку пожежі в вогневому модулі рис. 3.



Рис.1 Тепловізор FLIR K33

Вогнегасна речовина: АВС-порошок ( фосфорноамонійні солі та технологічні добавки), який використовується для гасіння пожеж класу А,В,С, а також електрообладнання під напругою. Вогнегасний порошок був розміщений в сферу (контейнер)(рис.2 в.), вага наповненої сфери порошком складає 145 грм. Матеріалом сфери, прототип якого був створений шляхом 3D друку є пластик типу PLA (рис.2 а), вага пустої сфери складає 44 грм.(рис.2 б.). PLA-пластик (поліактід) – біорозкладний пластик для 3D-друку методом пошарового наплавлення. Основу матеріалу складають натуральні інгредієнти: кукурудза, цукровий очерет, крохмаль, целюлоза.



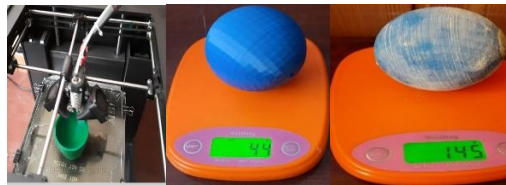


Рис.2 а) 3D друк сфери для доставки ВР; б) пуста сфера для доставки ВР; в) сфера з вогнегасним порошком для доставки в осередок пожежі

Двадцять дев'ять сфер (контейнерів) з вогнегасним порошком (загальною масою 2 кг 900 грамів), які були подано на гасіння пожежі, протягом 145 секунд. Температура за цей час знизилась з 800 °С до 130 °С рис. 4. Інтенсивність подачі 5 секунд 1 сфера (100 грамів вогнегасного порошку (далі ВП)).



Рис.3 а) Температура в осередку пожежі на 10 хвилину вільного розвитку

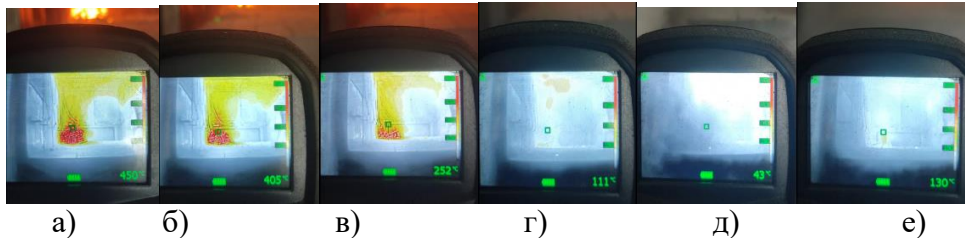


Рис 4. Температура в осередку пожежі

а) після 30 секунди початку гасіння сферами з ВП; б) після 60 секунди початку гасіння сферами з ВП; в) після 90 секунди початку гасіння сферами з ВП; г) після 110 секунди початку гасіння сферами з ВП; д) після 135 секунди початку гасіння сферами з ВП; е) після 145 секунди початку гасіння сферами з ВП.

Обробивши результати експерименту, отримано графік залежності часу гасіння на температуру при дискретній доставці вогнегасних речовин рис.5



Рис.5 Графік залежності часу гасіння на температуру при дискретній доставці ВР

## ЛІТЕРАТУРА

1. Поліванов О.Г. Дослідження розвитку пожеж у багатоповерхових будівлях у містах України / Калиновський А.Я., Шахов С.А., Савельєв Д.І. // East European Scientific Journal #8(72), 2021. DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.2.72.113
2. Довідник керівника гасіння пожежі / За загальною редакцією Кропивницького В.С. – К.: ТОВ "Літера-Друк", 2016. – 320 с.

# ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖ У БУДІВЛЯХ ВНАСЛІДОК ЗОВНІШНЬОГО ВПЛИВУ БОЙОВИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ - АВІАЦІЙНИМИ ФУГАСНИМИ БОМБАМИ (ФАБ)

*Сенчихін Ю.М., к.т.н., професор, Гапоненко Ю.І.  
Національний університет цивільного захисту України*

Початок збройної агресії росії проти України характеризувався активними діями бойової авіації повітряно-космічних сил рф. В результаті бомбардування міст та населених пунктів України було уражено значна кількість військових об'єктів, об'єктів критичної та цивільної інфраструктури. Ворог використовував авіаційні засоби ураження, які призводили до обвалення будівельних конструкцій будівель і споруд, виникненню масштабних пожеж, загибелі і поранень людей.

**У чому полягають особливості виникнення та розвитку пожеж у будівлях, пошкоджених ФАБ?**

При прямому попаданні ФАБ у будівлю, залежно від конструктивних особливостей, утворюється «колодязь» діаметром 8-12 метрів і більше. В результаті руйнувань, викликаних падінням і розривом ФАБ, на дні цього «колодязя» утворюється безладна купа уламків з конструктивних елементів, обладнання тощо. Крім того, вибуховою хвилею на значній відстані вибиваються шибки у віконних отворах, вириваються із коробок дверні полотнища, руйнуються перегородки. Капітальні стіни при вибуху в багатьох місцях отримують сильну деформацію, що впливає на подальшу їх здатність не тільки нести навантаження, а й зберігати власну стійкість.

При косому попаданні ФАБ в нижню частину будівлі, бомба пробиває зовнішню стіну і вибухом руйнує 2-3 поверхи. Руйнування в таких випадках виражаються у пошкодженні капітальних стін, перегородок, віконних отворів.

Падіння та вибухи ФАБ, крім руйнування будівлі, викликають захаращення підступів до будівель, порушують внутрішні шляхи евакуації (сходи, коридори тощо), руйнують внутрішні комунікаційні системи (водопровід, газопровід, зв'язок).

Причиною виникнення горіння в осередку руйнування ФАБ зазвичай є наслідки пошкодження інженерних комунікацій, приладів виробничо-побутового призначення або вогонь і теплота, що утворюються при вибуху ФАБ.

**Початковий розвиток горіння** має два характерні види виникнення та розвитку:

Перший вид – початкове горіння виникає під уламками в осередку руйнування. Горіння розвивається дуже повільно. На поверхні з'являється дим, що свідчить про ознаки горіння. До того моменту, поки язички полум'я виникнуть на поверхні конструкцій, що обрушилися, і горіння прийме активні форми, іноді минає до 4 годин. Виникнувши на поверхні уламків, вогонь дуже швидко спрямовується вгору та в сторони і пожежа приймає великі розміри.

Другий вид – початкове горіння виникає на поверхні уламків або де-небудь у суміжних з осередком руйнування приміщень. Таке горіння зазвичай виникає через декілька хвилин після вибуху ФАБ і розвивається дуже швидко, цьому сприяє оголені і сильно розщеплені конструкції, а також потужні струми повітря, що утворюються в осередку руйнування і в суміжних приміщеннях.

Подальше поширення пожежі відбувається залежно від планування приміщень [1, 2].

**Поширення вогню в будівлях з квартирним плануванням** протікає повільніше через те, що приміщення мають багато перегородок і стін, що створюють перешкоди руху вогню в горизонтальному напрямку. Найбільш інтенсивне горіння відбувається, головним чином, у місці обвалення конструкцій. Цьому сприяє те, що нагріте повітря разом з димом і полум'ям, під впливом тяги спрямовується вгору в отвір, що утворився від вибуху у даху.

**Поширення вогню в будівлях з коридорною системою планування** протікає швидше. Коридорами відбувається швидке розповсюдження вогню в сторони від місця

руйнування і разом з цим поверхі заповнюються димом, а потім і розпеченими газами. Якщо при цьому вибуховою хвилею розбиті вікна, відчинені або зруйновані двері, пошкоджені перегородки в незруйнованій частині будівлі, то дим і нагріті газу поступово починають просуватися у пройоми, що утворилися, викликаючи надходження нового розпеченого середовища. Утворюється горизонтальна тяга (протяги).

З цього моменту починається етап, коли полум'я з великою швидкістю поширюється поверхами будівлі. Коридори і великі приміщення перетворюються на свого роду горизонтальні вогненно-димові канали. Полум'я охоплює на своєму шляху всі горючі матеріали, площа вогню швидко збільшується, протяги посилюються. Так, під час вибуху ФАБ в шестиповерховому будинку спостерігалось виключно швидке поширення диму та вогню по шостому поверху, що має коридорну систему планування (довжина коридору досягала 70 метрів). Швидкість потоку гарячих газів нагадувала швидкість руху повітря за дуже сильного вітру. Створилася реальна загроза поширення пожежі по всьому поверху і горищі. В іншому будинку, при пожежі в осередку вибуху ФАБ, вогонь внаслідок наявності коридорної системи дуже швидко поширився по верхніх поверхах, а також по горищі. Поширенню вогню сприяло сильне задимлення та рух потоку гарячих газів. У результаті умов що склалися на пожежі навіть газодимозахисники через високу температуру повітря не могли працювати на четвертому поверсі, не говорячи про поверхи що розташовані вище, де задимлення та поширення пожежі було більш інтенсивним.

**Поширення пожежі в будинках при косому влученні ФАБ у нижні поверхи.** У тих випадках, коли руйнування зазнавали нижні поверхи, а верхні залишалися вцілілими, характер поширення пожежі різко відрізнявся від описаного вище. Відсутність прямого виходу викликає швидке заповнення димом і гарячими газами як верхніх, так і нижніх поверхів. Внаслідок цього вогонь у поверхах починає швидко поширюватися по приміщеннях. У таких випадках обстановка пожежі значно ускладнюється.

Характерною є пожежа, що виникла в будівлі лікувального закладу. Внаслідок падіння та вибуху ФАБ були сильно пошкоджені нижні два поверхи триповерхової будівлі. Дах, горище і третій поверх утворили «козирок» над місцем руйнування. Дим і полум'я відразу ж поширилися на третій поверх і горище. Пожежно-рятувальні підрозділи, що прибули, ведучи наступ по внутрішніх і механічних сходах, мали пройти дуже велику зону задимлення, перш ніж змогли приступити до активних дій.

Гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт пожежно-рятувальними підрозділами у будівлях, пошкоджених ФАБ, спочатку не завжди було вдалим, через відсутність досвіду. У міру накопичення досвіду, було вивчено умови, що впливають на розвиток пожежі, та вироблено прийоми та методи гасіння, що призвели до позитивних результатів [3, 4].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник керівника гасіння пожежі. Київ: ТОВ "Література-Друк", 2016, 320 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/9477>
2. Пожежна тактика: Підручник / [П.П. Ключ, В.Г. Палюх, А.С. Пустовой та ін.]. Х.: Основа, 1998. 592 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1192>
3. Горбіков В. А., Аветісян В. Г., Сенчихін Ю. М. Аналіз оперативно-службової діяльності Державного пожежно-рятувального загону № 1 Харківського гарнізону ОРС ЦЗ у період російської агресії. Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням. Матеріали круглого столу. Х.: НУЦЗУ, 2022. С. 27-29. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/16179>
4. 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). Х.: НУЦЗУ, 2023. С. 134-135. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/17264>

**ОСОБЛИВОСТІ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ**

*Сенчихін Ю.М., к.т.н., професор  
 Національний університет цивільного захисту України  
 Дендаренко Ю.Ю., к.т.н., доцент,  
 Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В результаті російської агресії, з початком ведення активних бойових дій з 24 лютого 2022 року, органи управління та підрозділи оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОРСЦЗ) переведено на посилений режим несення служби та починають функціонувати в режимі воєнного стану. Виконання завдань за призначенням здійснюється у вкрай складних умовах, які істотно відрізняються від умов мирного часу.

З початку війни міста України та райони областей піддаються постійним ракетним, авіаційним та артилерійським обстрілам, в результаті яких гинуть люди, виникають масштабні пожежі, відбуваються значні пошкодження об'єктів цивільної інфраструктури, руйнуються об'єкти критичної інфраструктури і логістики.



Рис. 1. Об'єкти критичної інфраструктури України

До об'єктів критичної інфраструктури України (рис. 1) відносяться підприємства та установи (незалежно від форми власності) таких галузей, як енергетика, хімічна промисловість, транспорт, банки та фінанси, інформаційні технології та телекомунікації (електронні комунікації), продовольство, охорона здоров'я, комунальне господарство, що є стратегічно важливими для функціонування економіки і безпеки держави, суспільства та населення, виведення з ладу або руйнування яких може мати вплив на національну безпеку і оборону, природне середовище, призвести до значних матеріальних та фінансових збитків, людських жертв [1, 2].

Закон України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» використовує термін «Критично важливі об'єкти інфраструктури», визначаючи їх як юридичні особи, діяльність яких безпосередньо пов'язана з технологічними процесами та/або наданням послуг, що мають велике значення для економіки та промисловості, функціонування суспільства та безпеки населення, виведення з ладу або порушення функціонування яких може справити негативний вплив на стан національної безпеки і оборони України, навколишнього природного середовища, заподіяти майнову шкоду та/або становити загрозу для життя і здоров'я людей.

Європейський Союз (ЄС) визначає критичну інфраструктуру як системи, які мають важливе значення для підтримки життєво важливих соціальних функцій. Пошкодження критичної інфраструктури, її руйнування або порушення в результаті стихійних лих, тероризму, злочинної діяльності або зловмисної поведінки, може істотно негативно вплинути на безпеку ЄС і добробут громадян [3, 4].

Практично усі об'єкти критичної (рис. 1.) і цивільної інфраструктури України у зоні військового конфлікту знаходяться під постійною загрозою обстрілів, значна їх частина зруйнована. В результаті обстрілів виникають пожежі та надзвичайні ситуації (НС), які супроводжуються небезпечними чинниками, загибеллю людей, знищенням матеріальних цінностей, що вимагає від підрозділів ОРСЦЗ швидкого реагування на ліквідацію можливих небезпечних наслідків, чіткої організації оперативних дій, забезпечення безпеки, як цивільного населення так і особового складу та працівників підрозділів ОРСЦЗ [5-7].

В подальшому, після закінчення бойових дій (війни) і всебічного аналізу пожежогасіння та ліквідації наслідків НС на об'єктах що постраждали, або були зруйновані внаслідок обстрілів та терористичних актів збройних сил рф, буде складено докладний звіт по кожній галузі, кожному підприємству з висвітленням основних показників оперативних дій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Порядок формування переліку інформаційно-телекомунікаційних систем об'єктів критичної інфраструктури держави, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23 серпня 2016 р. № 563.
2. Захист критичної інфраструктури в умовах надзвичайних ситуацій: монографія / С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко, С.А. Єременко, А.В. Пруський, А.М. Демків; за заг. ред. П.Б. Волянського. Київ, 2021. 375 с. іл.
3. European Programme for Critical Infrastructure Protection (EPCIP).
4. European Council Directive 2008/114/EC of 8 December 2008 on the identification and designation of European critical infrastructures and the assessment of the need to improve their protection.
5. Горбіков В. А., Аветісян В. Г., Сенчихін Ю. М. Аналіз оперативно-службової діяльності Державного пожежно-рятувального загону № 1 Харківського гарнізону ОРС ЦЗ у період російської агресії. Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням. Матеріали круглого столу. Х.: НУЦЗУ, 2022. С. 27-29. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/16179>
6. 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). Х.: НУЦЗУ, 2023. С. 134-135. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/17264>
7. Прищепя О.С., Сенчихін Ю.М. Особливості організації та управління пожежогасінням на підприємствах енергетики в умовах бойових дій. Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. Харків: НУЦЗУ, 2023. С. 175. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/17344>

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

*Черкашин О.В., к.пед.н.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Об'єкти критичної інфраструктури – об'єкти інфраструктури, системи, їх частини та їх сукупність, які є важливими для економіки, національної безпеки та оборони, порушення функціонування яких може завдати шкоди життєво важливим національним інтересам [1, 2]. Віднесення об'єктів до критичної інфраструктури здійснюється в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України. Віднесення банків, інших об'єктів, що здійснюють діяльність на ринках фінансових послуг, державне регулювання та нагляд за діяльністю яких здійснює Національний банк України, платіжних організацій, учасників платіжних систем, операторів послуг платіжної інфраструктури здійснюється в порядку, встановленому Національним банком України. Віднесення об'єктів до критичної інфраструктури, що здійснюють діяльність на ринках послуг, державне регулювання та нагляд за діяльністю яких здійснюють державні органи, здійснюється в порядку, встановленому такими державними органами. Віднесення об'єктів до критичної інфраструктури здійснюється за сукупністю критеріїв, що визначають їх соціальну, політичну, економічну, екологічну значущість для забезпечення оборони країни, безпеки громадян, суспільства, держави і правопорядку, зокрема для реалізації життєво важливих функцій та надання життєво важливих послуг, свідчать про існування загроз для них, можливість виникнення кризових ситуацій через несанкціоноване втручання в їх функціонування, припинення функціонування, людський фактор чи природні лиха, тривалість робіт для усунення таких наслідків до повного відновлення штатного режиму [3].

Контроль за дотриманням законодавства при здійсненні заходів із забезпечення захисту критичної інфраструктури здійснюється Верховною Радою України в порядку, визначеному Конституцією України. Комітет Верховної Ради України, до предмета відання якого належать питання національної безпеки і оборони, та комітет Верховної Ради України, до предмета відання якого належать питання кібербезпеки об'єктів критичної інформаційної інфраструктури, на своїх засіданнях розглядають звіт уповноваженого органу у сфері захисту критичної інфраструктури України про результати незалежного аудиту діяльності щодо ефективності системи забезпечення захисту критичної інфраструктури. За результатами розгляду звіту уповноваженого органу у сфері захисту критичної інфраструктури України комітет Верховної Ради України, до предмета відання якого належать питання національної безпеки і оборони, може порушити питання про розгляд цих питань Верховною Радою України [4].

У Статті 17 Кодексу цивільного захисту України прописано повноваження центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері цивільного захисту:

- бере участь в реалізації державної політики у сфері захисту критичної інфраструктури шляхом захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, запобігання їх виникненню, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, гасіння пожеж, здійснення державного нагляду (контролю) за додержанням і виконанням вимог законодавства у сфері цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки;

- реалізує заходи державної політики у сфері захисту критичної інфраструктури щодо впровадження інженерно-технічних заходів цивільного захисту на об'єктах критичної інфраструктури;

- бере участь у межах компетенції в оцінці захищеності об'єктів критичної інфраструктури;

- здійснює заходи щодо постійного та обов'язкового на договірній основі аварійно-рятувального обслуговування суб'єктів господарювання та окремих територій, на яких існує небезпека виникнення надзвичайних ситуацій, віднесених до об'єктів критичної інфраструктури, аварійно-рятувальними службами, що пройшли атестацію в установленому порядку;

- у взаємодії з Міністерством внутрішніх справ України, Службою безпеки України забезпечує організацію захисту від терористичних посягань об'єктів аварійно-рятувальних служб, які залучаються і виконують свої функції на об'єктах критичної інфраструктури в разі виникнення надзвичайних ситуацій".

При виїзді чергового караулу пожежно-рятувального підрозділу ДСНС на об'єкт для відпрацювання документів оперативного реагування, тактико-спеціальних навчань, планово-перевірочних занять, повинні відпрацьовуватись питання організації евакуації людей з будівлі (в тому числі за допомогою вертольотів), управління системами протипожежного захисту, можливість проїзду та встановлення автодрабин, автопідйомників та інші питання. [1].

Забезпечення безпеки пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт має досягатися:

- улаштуванням проїздів і під'їзних шляхів для пожежно-рятувальних автомобілів;  
- улаштуванням зовнішніх пожежних драбин, пожежних ліфтів, забезпеченням інших способів доступу пожежно-рятувальних підрозділів до будинків, будівель, споруд;  
- забезпеченням протидимного захисту шляхів прямування пожежно-рятувальних підрозділів всередині будинку та обладнанням сходових кліток засобами зв'язку для використання їх підрозділами ДСНС;

- улаштуванням у будинках опорних пунктів пожежогасіння;  
- улаштуванням внутрішнього протипожежного водопроводу та зовнішнього протипожежного водопостачання.

Для протипожежної техніки повинно бути визначено:

- допустимі вогнегасні речовини (в тому числі з урахуванням вимог екологічної безпеки та сумісності з речовинами і матеріалами, що горять);

- способи і засоби подавання вогнегасних речовин для пожежогасіння;  
- вимоги до стійкості від впливу небезпечних чинників пожежі та їх вторинних проявів;

- вимоги техніки безпеки.

Таким чином під час виконання оперативних завдань підрозділами ДСНС в реалізації державної політики у сфері захисту критичної інфраструктури шляхом захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, запобігання їх виникненню, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, гасіння пожеж, здійснення державного нагляду (контролю) за додержанням і виконанням вимог законодавства у сфері цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки передбачена їх безпека з метою збереження здоров'я та життя, що затверджено відповідними нормативно-правовими актами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI.
2. Закон України «Про критичну інфраструктуру» від 16.11.2021 № 1882-IX.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.10.2020 № 1109 «Деякі питання об'єктів критичної інфраструктури», зі змінами від 29.12.2021.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 22.07.2022 № 821 «Про затвердження Порядку проведення моніторингу рівня безпеки об'єктів критичної інфраструктури».

## ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕДУРИ ВИЯВЛЕННЯ ОСЕРЕДКОВИХ ОЗНАК НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖІ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

*Щербак О.С., Шевченко Р.І., д.т.н., професор  
Національний університет цивільного захисту України  
Нешпор О.В.*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Збитки, які виникають під час пожежі, залежать не тільки від тривалості горіння, але й від багатьох інших факторів і умов, пов'язаних з розвитком пожежі, починаючи з температурного режиму в зоні горіння. Звичайно, розвиток температури пов'язаний не тільки з фактором часу. Температура в окремій зоні пожежі також залежить від кількості і природи горючих матеріалів, що знаходяться в цій зоні, умов їх горіння, особливостей газообміну (надходження повітря), що визначається розвитком конвекції та вогнегасних властивостей. Усе це визначатиме умови та причини виникнення пожежі, утворення локалізованих осередків горіння або окремих, краще збережених ділянок зони пожежі. Слід зазначити, що навіть в осередку пожежі можливі мінімальні збитки через архітектурно-конструкційні особливості будівлі.

Питання отримання об'єктивних даних, необхідних для визначення джерела пожежі та способів її поширення, залишається першочерговим, особливо в надзвичайних ситуаціях, спричинених пожежами, коли фізичний стан предметів неможливо перевірити, оскільки вони були знищені або переміщені під час ліквідації надзвичайної ситуації. Відкладення кіптяви на конструкціях і предметах є практично при всіх пожежах - як в зоні горіння, так і в зоні задимлення. Така ситуація дозволяє розглядати сажу як перспективний об'єкт експертних досліджень у процесі моніторингу надзвичайних ситуацій, які виникли у наслідок пожежі. В даний час кіптява використовується як об'єкти дослідження вкрай обмежено, хоч є дуже важливим джерелом криміналістичної інформації про надзвичайні пожежі. Тому формування чітких алгоритмів застосування методів виявлення осередкових ознак при пожежах критичної інфраструктури є актуальним завданням цивільного захисту [1,2].

Таким чином, алгоритм застосування методики виявлення осередкових ознак надзвичайної ситуації внаслідок пожежі на об'єктах критичної інфраструктури складається з трьох процедур, а саме: процедури проведення вимірювань на об'єкті критичної інфраструктури, процедури статистичної обробки результатів вимірювання, процедури реконструкції пожежі.

Остання припускає наступне - дані електричного опору шару кіптяви в різних зонах пожежі можуть бути об'єктивними і дати можливість диференціювати нагрівальні властивості смердючих конструкцій і предметів. Ці фактори необхідно враховувати під час інтерпретації даних. Області максимального підвищення температури характеризуються найменшим ступенем опору шару сажі електричному струму. Ці ділянки переважно розташовані над центром полум'я, якщо сажа не повністю витрачена, а також на шляхах первинних потоків конвекції від вогню. У рідкісних випадках осередки горіння, пов'язані з концентрованою вогняною кулею, також демонструють ознаки активності. На конструкціях та інших об'єктах навколо пожежі осередкова зона також може призвести до повного згорання сажі. У цьому випадку шляхи конвективних потоків з вогнища виявляються шляхом вивчення відкладень сажі поза зоною горіння.

Зони первинного руху основних ароматизаторів продуктів згорання характеризуються збільшенням електричного опору сажі від центру згорання до вихлопів. Електричний опір шару сажі на периферійних ділянках поза цими ділянками значно більший і може відрізнятися



на один-два порядки (часто більше). Наприклад, електричний опір сажі на 103/100 Ом вище, ніж у фокальній області та первинному шляху потоку диму від каміна, і на  $10^6 = 10$  Ом на периферійних областях. На величину електричного опору сажі впливає спосіб горіння на одній або кількох ділянках. Якщо значення, виміряне безпосередньо над досліджуваною ділянкою, перевищує 101/111 Ом, це означає, що область не горіла інтенсивно, а процес був повільний.

Тривалий процес димлення пожежної навантаги в умовах недостатнього повітрообміну може призвести до утворення товстого шару жирної кіптяви на стелі та у верхній частині стін, іноді це має явний зв'язок з рідкою фазою або краплеподібні плями.

Причина пожежі очевидна, виходячи або з низького значення електричного опору, або навпаки, з аналізу шару сажі, який є досить товстий і містить велику кількість екстрактивних речовин. Оскільки цей метод є неруйнівним, то немає обмежень щодо його застосування під час огляду місця пожежі експертами та слідчими на етапі перевірки фактів пожежі.

Остаточні висновки про походження пожежі можна зробити лише за допомогою технічної експертизи комплексу наявної інформації про пожежу. Де до наявної інформації додається також інша інформація щодо електричного опору сажі: результати візуального огляду зони пожежі; результати інших інструментальних методів (основних і додаткових); непрямі ознаки пожежі; показання свідків, а також інша доречна інформація, розглянута в спеціальній літературі.

Отримані загальні пропозиції можна звести до наступного. Зокрема, ми спостерігаємо, що величина електричного опору сажі залежить від способу горіння в тій чи іншій області. Якщо значення, зафіксоване безпосередньо над досліджуваною областю, було більшим за 1010÷1011 Ом, це означало б, що полум'я області було недостатньо інтенсивним, щоб викликати горіння досліджуваної області, горіння області відбувалося б в результаті тління. Тривале димлення пожежної навантаги в умовах недостатнього повітрообміну може призвести до утворення товстого шару жирної кіптяви на стелі та у верхній частині стін, іноді це має явний зв'язок з рідкою фазою або краплеподібні плями. Це помітно в невеликих приміщеннях, які не провітрюються. Якщо рух горіння відбувається від цих початкових точок до більшого простору з більш ефективним повітряним сполученням, і якщо відбувається полум'яне горіння, то сформована картина електричного опору в першу чергу відобразить розвиток полум'яного горіння [3].

Таким чином, трактування результатів вимірювання електроопору обов'язково має супроводжувати аналіз особливостей об'ємно-планувальних рішень будівлі (приміщення), умов повітрообміну, розподілу пожежної навантаги.

Отримані результати дослідження кіптяви можуть бути використані в межах пожежно-технічної експертизи для реконструкції процесу виникнення та розвитку горіння, у тому числі для встановлення осередку пожежі, як причини надзвичайної ситуації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ibrahimbegovic, A., Boulkertous, A., Davenne, L., Muhasilovic, M., Duhovnik, J. & Pokrklic, A., (2009). Fire Induced Damage in Structures and Infrastructure: Analysis, Testing and Modeling January 2009 NATO. Security through Science Series C: Environmental Security. Damage Assessment and Reconstruction after War or Natural Disaster, 309-329 DOI: [http://doi.org/10.1007/978-90-481-2386-5\\_12](http://doi.org/10.1007/978-90-481-2386-5_12)

2. Papalou, A., Baros, K., (2019). Assessing Structural Damage after a Severe Wildfire: A Case Study Department of Civil Engineering, University of Peloponnese; 26334 Patras, Greece. Buildings, 9(7), 171 DOI: <http://doi.org/10.3390/buildings9070171>

3. Щербак, О.С., Дерев'янка, О.А., Нешпор, О.В., Шевченко, Р.І. (2023) Методика виявлення осередкових ознак надзвичайної ситуації внаслідок пожежі на об'єктах критичної інфраструктури // Комунальне господарство міст, том 1, випуск 175. С.105- 111. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-1-175-105-111>

---

**СЕКЦІЯ 3**  
**«ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СЛУЖБИ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ**  
**ПІДГОТОВКИ В ДСНС»**

---

УДК 614.841

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА АВТОМОБІЛЯХ З**  
**ЕЛЕКТРИЧНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ**

*Бердник С.І.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Згідно з [1], електромобіль (електричний колісний транспортний засіб) – автомобіль, оснащений виключно електричними тяговими двигунами (одним чи декількома) та системою акумуляування електричної енергії. Для акумуляування електричної енергії можуть використовуватись силові акумуляторні батареї (АКБ). Хоча ідея створення електромобіля бере свій початок у 1800-х роках (а перший його прототип було створено у 1829 році, задовго до створення автомобіля із двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ)), популярності вони набули лише за останнє десятиліття.

За даними [2] частка електромобілів у 2021 році перейшла відмітку 10% світових продажів автомобілів і продовжує зростати. Загальна кількість електромобілів, станом на кінець 2022 року становить майже 27 млн.

Для забезпечення живлення електричних двигунів електромобілів використовується джерело електричної енергії. На сьогодні найбільшого поширення набули літій-іонні батареї, широко визнані передовими системами накопичення енергії завдяки їх підвищеній потужності, високій ефективності заряджання-розряджання та збільшеному терміну служби. Разом з тим, хімічні та електрохімічні процеси можуть спричинити неконтрольовану екзотермічну реакцію. Такі реакції призводять до викиду шкідливих і небезпечних газів, займань, вибухів та завдають не лише матеріальних збитків, але й людських жертв. Актуально постає питання гасіння електромобілів.

Розглянемо способи гасіння електромобілів, які існують в Україні.

1) Перший спосіб гасіння електромобіля, полягає в подачі великої кількості вогнегасної речовини (води), безпосередньо в салон автомобіля, в об'ємі 20-25 тис. літрів води;

2) Другий спосіб гасіння полягає в тому, що автомобіль накривають спеціальною вогнетривкою кошмою.

Проаналізувавши дані способи гасіння електрокарів, прийшли до висновку, що дані способи дієві та на даний момент використовуються підрозділами ДСНС, але являються малоефективними.

Пропоную розглянути розглянути одну з новітніх систем пожежогасіння Rosenbauer BEST [3].

Дана система від Rosenbauer — це система для більш безпечного, ефективного і швидкого гасіння акумуляторних батарей. Вона дає змогу безпосередньо охолоджувати модулі акумуляторів, та забезпечує потрапляння води в середину модуля, за рахунок чого швидко зупиняється поширення хімічної реакції в модулі, та призупиняється поширення теплового випромінювання елементів. Rosenbauer BEST— складається з двох основних частин: -блока гасіння та блока управління (загальна вага близько 65 кг.), які з'єднані між собою рукавною лінією.



Рис. 1 Зовнішній вигляд системи пожежогасіння Rosenbauer BEST та приклад її використання

Зменшення об'єму води порівняно з альтернативними методами додатково підтверджує ефективність цього пристрою пожежогасіння. Найкраще розмістити його під днищем автомобіля. Панель управління активує голчастий інструмент, який проколює акумуляторну коробку з безпечної відстані (до 8 метрів), при цьому вода розпилюється в батарею через проколююче сопло. Завдяки швидкості «спрацьовування» прошивного елемента (8 м) всі відомі на сьогодні акумуляторні коробки можна швидко пробити. Тоді вода заповнює весь акумуляторний ящик (25-50 літрів/хвилину), забезпечуючи швидке та ефективне охолодження, таким чином зупиняючи саме горіння та унеможливаючи повторне запалювання.

Отже, доцільно було б забезпечити пожежно-рятувальні підрозділи такими системами від Rosenbauer, які значно підвищили їх ефективність. Також підвищили рівень безпеки, під час виконання дій за призначенням.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України № 2956-IX від 24.02.2023 р. Про деякі питання використання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, та внесення змін до деяких законів України щодо подолання паливної залежності і розвитку електророзарядної інфраструктури та електричних транспортних засобів. Верховна Рада України. Офіц. вид. К. : Парлам. вид-во., 2023. 15 с. (Бібліотека офіційних видань);

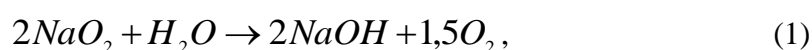
2. International Energy Agency (2022a) Global EV Outlook, 2022: Securing Supplies for an Electric Future; 2022 IIS 2380-S43. Available at: <https://statistical.proquest.com/statisticalinsight/result/pqpresultpage.previewtitle?docType=PQSI&titleUri=/content/2022/2380-S43.xml> ;

3. RFC Battery extinguishing system. INTERSCHUTZ 2022. Режим доступу: [https://www.everythingforthatmoment.com/fileadmin/interschutz/Interschutz/RFC\\_Battery\\_extinguishing\\_system/PC481\\_RFC-battery-extinguishing-system\\_DB\\_EN\\_220221.pdf](https://www.everythingforthatmoment.com/fileadmin/interschutz/Interschutz/RFC_Battery_extinguishing_system/PC481_RFC-battery-extinguishing-system_DB_EN_220221.pdf);

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СОРБЕНТУ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ В СУЧАСНИХ АПАРАТАХ НА ХІМІЧНО-ЗВ'ЯЗАНОМУ КИСНІ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В УКРАЇНІ

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

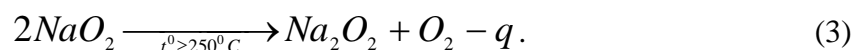
В доповіді наведено, надперекиси лужних металів активно взаємодіють із вологою та вуглекислим газом повітря. При цьому створюються луки та відповідні карбонати. Вони легко окислюють органічні речовини, можуть викликати їх запалювання та бурхливе горіння. Усі надперекисні (перекисні) сполучення характеризуються наявністю так званого “активного” кисню, який може виділятися в молекулярному виді під час реакції взаємодії надперекису з водою або вуглекислим газом. Наприклад:



$$O_{2(\text{акт})} = \frac{1,5 \cdot 32 \cdot 100}{2 \cdot 55} = 43,6\%, \quad (2)$$

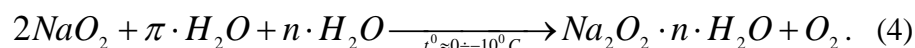
де 1,5 – кількість молів кисню, який виділяється при реакції; 32 – молекулярна вага кисню; 2 – кількість молів надперекису, що бере участь у реакції; 55 – молекулярна вага надперекису.

Технічний надперекис натрію (новооксид) являє собою порошок жовтуватого кольору, який містить до 90% чистого надперекису натрію. При зберіганні в герметично закритій тарі він стійкий до 65<sup>0</sup>С. Помітний термічний розпад надперекису починається при 100–120<sup>0</sup>С і повністю відбувається при 250<sup>0</sup>С з утворенням перекису натрію та виділенням надперекисного кисню:

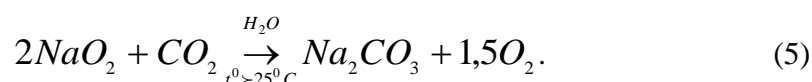


У свою чергу, розпад перекису натрію протікає за температури вище 400<sup>0</sup>С і за температури 540<sup>0</sup>С повністю закінчується з утворенням окису натрію. При взаємодії з водою при 15–20<sup>0</sup>С надперекис натрію повністю виділяє свій “активний” кисень. Теплота реакції становить 15,9±0,7 ккал/моль.

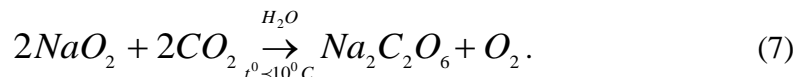
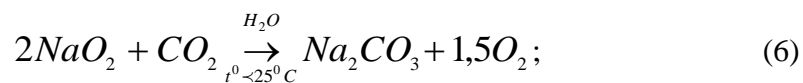
Взаємодія з водяною парою за кімнатної температури також супроводжується виділенням усього “активного” кисню та утворенням моногідрату гідроокису натрію. За низьких температур (0 – -10<sup>0</sup>С) взаємодія з парою води відбувається з виділенням надперекисного кисню та утворенням кристалогідратів перекису натрію:



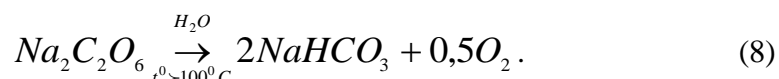
Взаємодія надперекису натрію із сухим вуглекислим газом не спостерігається до 100<sup>0</sup>С. Наявність водяної пари вже при 25<sup>0</sup>С приводить до утворення вуглекислого натрію та виділенню всього “активного” кисню:



За температури нижче 10<sup>0</sup>С надперекис натрію реагує з вуглекислим газом тільки за наявності пари води з виділенням надперикисного кисню та утворенням пероксидікарбонату натрію

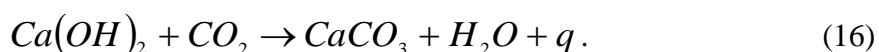
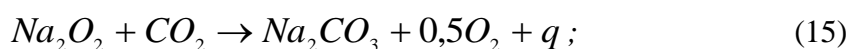
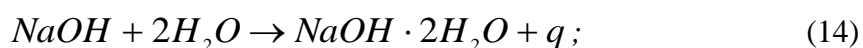
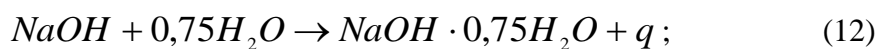
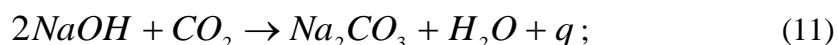
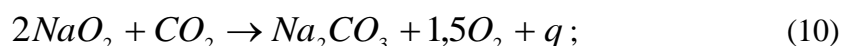
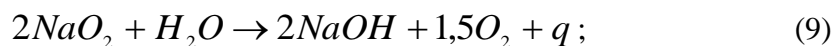


Але при подальшому нагріванні регенеративного продукту вище 100<sup>0</sup>С пероксидікарбонат натрію за наявності вологи розкладається з виділенням перекисного кисню



Надперекис натрію погано пресується у великі, міцні блоки або гранули. Для усунення цього недоліку до складу регенеративного препарату додають гідрат окису кальцію. Реальний препарат, яким комплектують регенеративні патрони апаратів на хімічно зв'язаному кисні, виготовляють шляхом змішування 85% технічного надперекису натрію та 15% гідроокису кальцію. Ця суміш пресується, а отримані куски роздрібнюються та розсіваються на фракції. Гідроокис кальцію, який введено до препарату, покращує також і хемосорбційні властивості препарату до вуглекислого газу, особливо за понижених температур. Крім того, введення гідроокису кальцію зменшує процес розпливання гранул під впливом вологи та їх спікання і утворення конгломератів за високої температури.

Основні реакції, що відбуваються у процесі роботи реального препарату в ізолюючому апараті на хімічно зв'язаному кисні, мають вид:



Ці реакції протікають з досить високою швидкістю, коли температура середовища вище 20<sup>0</sup>С. За температури нижче 20<sup>0</sup>С вони відбуваються повільно. Особливо це помітно, враховуючи екзотермічний характер реакцій в початковий (пусковий) період.

## ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРАХУНКУ ЧАСУ ЗАХИСНОЇ ДІЇ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ РІЗНОГО СТУПЕНЯ ВАЖКОСТІ В СУЧАСНИХ АПАРАТАХ НА ХІМІЧНО-ЗВ'ЯЗАНОМУ КИСНІ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В УКРАЇНІ

*Бородич П.Ю., к.т.н., доцент, Пономаренко Р.В., д.т.н., професор, В.В. Грицай  
Національний університет цивільного захисту України*

В апаратах на хімічно зв'язаному кисні (АХЗК) останній міститься у гранульованому продукті на базі супероксидів лужних металів і виділяється під час реакції поглинання продуктів вуглекислого газу і водяних парів, які мають місце у видихуваному повітрі.

Зазначеним продуктом, що містить кисень, споряджується регенеративний патрон апарата, при проходженні через який видихуване повітря цілком регенерується. Процес регенерації включає дві фази: поглинання вуглекислого газу (і вологи) з одночасним додаванням кисню, що виділився. В регенеративному патроні відбувається екзотермічна реакція, у результаті якої продукт при важкому фізичному навантаженні розігрівається до 400<sup>0</sup>С. Внаслідок того, що виділення кисню продуктом є пропорційним поглинанню ним вуглекислого газу, апарат забезпечує ощадливу витрату наявного запасу кисню[1].

Враховуючи, що одним з недоліків АХЗК [2] є відсутність надійної конструкції індикатора ступеня відпрацьованості продукту, що містить кисень, тобто фактичний час захисної дії встановлюють на 20 відсотків вище гарантованого, то розрахунок часу захисної дії при виконанні робіт різного ступеня важкості в сучасних апаратах на хімічно-зв'язаному кисні, які використовуються в Україні буде актуальною задачею.

В доповіді наведено, що за основу для визначення часових характеристик при застосуванні АХЗК, в технічній документації яких не наведені конкретні вимоги щодо визначення часу роботи в різних умовах, пропонується покласти, за аналогією з підходом, що застосовується для апаратів на стисненому повітрі та регенеративних дихальних апаратів [3-5], визначення кількості газоповітряної суміші  $Q$ , яка створюється за допомогою надперекисних сполучень лужних металів і витрачається для дихання тим, хто працює в АХЗК.

У відповідності до тактико-технічних характеристик АХЗК та кількісних показників дихання кількість повітря можна визначити як

$$Q = t_{\text{сп}} \cdot \omega_{\text{сп}}, \quad (1)$$

де  $t_{\text{сп}}$  - час захисної дії апарату для випадку перебування газодимозахисника у спокійному стані (не виконується ніяка робота), хвилин;

$\omega_{\text{сп}} = 12$  л/хв. - легенева вентиляція, яка відповідає перебуванню в спокої.

В той же час, коли під час проведення розвідки  $t_{\text{розв}}$  не передбачається рятування потерпілих, що відповідає виконанню роботи середнього ступеня важкості з відповідною легеневою вентиляцією  $\omega_{\text{розв}} = \omega_c = 30$  л/хв., апаратом буде вироблена така ж кількість газоповітряної суміші, що й для перебування в спокої

$$t_{\text{сп}} \cdot \omega_{\text{сп}} = t_{\text{розв}} \cdot \omega_{\text{розв}} \quad (2)$$

Звідки

$$t_{\text{розв}} = 0,4 \cdot t_{\text{сп}} \quad (3)$$

Загальний час розвідки  $t_{\text{розв}\Sigma}$  складається з часу  $t_{\text{розв}}$  безпосередньої розвідки та часу  $t_{\text{пов}}$ , який необхідно зарезервувати на повернення. З урахуванням непередбачених обставин та по аналогії з розрахунком мінімального тиску, за якого необхідно починати повернення в РДА,

$$t_{\text{розв}\Sigma} = t_{\text{розв}} + t_{\text{пов}} = t_{\text{розв}} + 1,5 \cdot t_{\text{розв}} = 2,5 \cdot t_{\text{розв}}, \quad (4)$$

тобто

$$t_{\text{розв}} = 0,4 \cdot t_{\text{розв}\Sigma} \quad (5)$$

Коли ж розглядається ситуація з можливим винесенням потерпілого (це відповідає виконанню дуже важкої роботи, за якої легенева вентиляція дорівнює  $\omega_{\text{пот}} = 84 \text{ л/хв.}$ ), додатково враховується те, що довжина шляху під час розвідки дорівнює довжині шляху, який буде подолано газодимозахисниками разом із потерпілими

$$v_r \cdot t_r = v_{\text{пот}} \cdot t_{\text{пот}} = v_{\text{пот}} \cdot \frac{Q}{\omega_{\text{пот}}} = \frac{v_{\text{пот}} \cdot t_{\text{сп}} \cdot \omega_{\text{сп}}}{\omega_{\text{пот}}}. \quad (6)$$

де  $v_{\text{розв}}$ ,  $v_{\text{пот}}$  – швидкість руху ланки при проведенні розвідки та під час перенесення потерпілого на чисте повітря, м/хв.

Це дозволяє визначити час розвідки як

$$t_{\text{розв}} = \frac{v_{\text{пот}} \cdot \omega_{\text{сп}}}{v_{\text{розв}} \cdot \omega_{\text{пот}}} \cdot t_{\text{сп}} = \frac{12 \cdot 12}{19,5 \cdot 84} \cdot t_{\text{сп}} \approx 0,09 \cdot t_{\text{сп}} \quad (7)$$

За необхідності наведений вище підхід можна застосувати й для розрахунку часу роботи біля осередку надзвичайної ситуації.

Підхід, що пропонується в доповіді підвищить ефективність використання АХЗК, дозволить максимально витратити час захисної дії апаратів, раціонально ставити оперативні завдання для підлеглих, коректно проводити практичні заняття та тренування по використанню АХЗК, підвищить безпеку праці при користуванні АХЗК.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стрілець В.М. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Ос-нови створення та експлуатації / Стрілець В.М. –Х. : АПБУ, 2001. – 118 с. – (Навчальний посібник).
2. Основи створення та експлуатації засобів індивідуального захисту / [Стрілець В.М., Ковальов П.А., Бородич П.Ю., Росоха С.В.] – Харків : НУЦЗУ, 2014. – 360 с.
3. Основи створення та експлуатації апаратів на стисненому повітрі / [П.А.Ковальов, В.М. Стрілець, О.В.Єлізаров, О.Є.Безуглов] – Х., 2005. – 359 с.
4. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби МНС України. Наказ МНС України № 1342 від 16.12.2011р.
5. Довідник пожежного-рятувальника / [Ковальов П.А., Пономаренко Р.В., Бородич П.Ю.]. – Харків, 2017 . – 114 с.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АПАРАТІВ НА ХІМІЧНО-ЗВ'ЯЗАНОМУ КИСНІ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В УКРАЇНІ

*Бородич П.Ю., к.т.н., доцент, Кононович В.Г., к.н.з держ.упр., доцент, Грицай В.В.  
Національний університет цивільного захисту України*

Актуальність даного дослідження викликана тим, що на даний момент випускається багато різноманітних апаратів на хімічно-зв'язаному кисні, які відрізняються між собою як тактико-технічними характеристиками, так і будовою. В зв'язку з цим в доповіді пропонується порівняльний аналіз даних апаратів та рекомендації по їх застосуванню.

В доповіді наводяться основи регенерації повітря в ізолюючих протигазах на хімічно-зв'язаному кисню (АХЗК). Показано, що визначення придатності препарату, що містить хімічно зв'язаний кисень, для використання в ізолюючих протигазах базується на ряді показників, основним з яких є коефіцієнт регенерації

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

де:  $V_{O_2}$  - обсяг виділеного кисню;  $V_{CO_2}$  - обсяг поглиненого вуглекислого газу.

Коефіцієнт регенерації показує можливість препарату по виділенню кисню при поглинанні визначеної кількості вуглекислого газу. Оскільки дихальний коефіцієнт при різних навантаженнях людини не постійний, для забезпечення процесу легеневої вентиляції необхідно, щоб коефіцієнт регенерації розраховувався по мінімальній величині дихального коефіцієнта (співвідношення між обсягами виділеного вуглекислого газу і поглиненого кисню), що у середньому дорівнює 80%. Для забезпечення нормального газообміну можна використовувати тільки такі регенеративні препарати, що здатні при поглинанні 0.8 молів вуглекислого газу виділяти не менш 1 моля кисню. До таких регенеративних препаратів, відносяться надперекиси лужних металів (наприклад надперекиси натрію або надперекиси калію), що мають  $K_p=1.5$ .

Помітне термічне розкладання надперекису починається при 100-120 С і цілком відбувається при 250 С з утворенням перекису натрію і виділенням кисню.

Для розігріву регенеративного препарату використовується пусковий брикет. Запуск пускового брикету здійснюється 38-ним водяним розчином сірчаної кислоти, що не замерзає до температури -50 С. Пусковий брикет складається з:

- 61% - надперекису калію;
- 36% - гідрату окису алюмінію;
- 3% - алюмінієвої пудри.

Усі приведені реакції екзотермічні, у результаті чого температура в пусковому брикеті досягає 300 С, сприяючи прискоренню запуску хімічної реакції основного препарату.

Принцип роботи регенеративного дихального апарату (РДА) з хімічно-зв'язаним киснем:

- замкнута ізольована система ( закрита система дихання);
- очищення повітря, яке видихнув газодимозахисник, від вуглекислого газу та виділення кисню за рахунок хімічної реакції.

Переваги АХЗК:

- ощадлива витрата кисню;
- простота конструкції;
- мала вага та невеликі габарити.

Недоліки АХЗК:

- відсутність надійної конструкції індикатора ступеня відпрацьованості продукту, що містить кисень (фактичний час захисної дії встановлюють на 20 відсотків вище гарантованого);
- неможливість здійснення тривалих перерв під час роботи;
- великий опір диханню;
- висока вартість експлуатації.



Основні моделі апаратів на хімічно-зв'язаному кисні, що використовуються в Україні:

1. РХ-4 П (Україна);
2. П-4, П-5, П-6 (Україна);
3. ШСМ-30 (Україна);
4. DEZEGA ШСС-1П (Україна);
5. DEZEGA ROXY 40 (Україна);
6. DEZEGA Сі-30 КS (Україна);
7. DEZEGA CARBO 60 (Україна);
8. Dräger Oxy 3000/6000 МКІІ (МКІІІ) (Німеччина);
9. Dräger Oxy К 30 Н (Німеччина);
10. MSA Auer Air Elite (Німеччина);
11. MSA Auer SavOx (Німеччина);
12. MSA Auer SavOxCap 60 (Німеччина);
13. MSA Auer SSR 30/100 (Німеччина);
14. MSA Auer SSR 90 (К 60) (Німеччина).

Апарати носять на боці або за спиною в двох положеннях “напоготові” та “оперативному”.

При роботі в приміщеннях з вузькими проходами, лазами, люками апарат носити на боці, а на відкритих площадках - за спиною.

Переведення апарата в “оперативне” положення роблять, як правило, у придатній для дихання атмосфері.

1. Відкрити кришку сумки або кришку і вийняти лицьову частину.
2. Зробити глибокий вдих і одягти лицьову частину.
3. Зробити видих і запустити пусковий пристрій.
4. Переконатися в спрацьовуванні пускового брикету.

Ознаки спрацьовування пускового брикету:

1. Надходження в підмасочний простір теплої газової суміші.
2. Наповнення дихального мішка газовою сумішшю і травлення її через клапан надлишкового тиску.

3. Розігрів передньої кришки патрона.

Ознаки закінчення роботи РП:

1. Слабке наповнення дихального мішка.
2. Неможливість здійснення повного вдиху при виконанні роботи.
3. Погане самопочуття (головний біль, запаморочення, нудота та ін.)

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

Аналіз тактико-технічних характеристик АХЗК дозволив визначити в яких місця та при яких обставинах доцільно використовувати ті або інші АХЗК (в шахтах, на промислових підприємствах, в якості саморятівників для об'єктів, на яких повинні вони бути згідно нормативних документів). Також було розглянуто, які АХЗК ефективніше використовувати для жінок, а які для чоловіків, враховуючи наявність довгого волосся, бороди, тощо.

Проведений аналіз дозволив виділити основні АХЗК українського та закордонного виробництва, які доцільно використовувати в Україні.

## БАЗОВІ ПРИНЦИПИ БЕЗПЕКИ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

*Буц Ю.В., д.т.н., професор, Крайнюк О.В., к.т.н., доцент  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Згідно статистичних даних протягом 6 місяців 2023 року на автошляхах України сталося 937 дорожньо-транспортних пригод (ДТП) за участю автомобільного транспорту, який надає послуги з перевезення небезпечних вантажів та небезпечних відходів, міжнародні перевезення пасажирів та вантажів, в яких 86 осіб загинули та 399 осіб отримали травми [1].

Порівнюючи абсолютні показники аварійності на ліцензованому автомобільному транспорті видно, що за 6 місяців 2023 року кількість ДТП за участю транспортних засобів ліцензованих автомобільних автоперевізників збільшилась, у порівнянні з відповідним періодом 2022 року, на 41,3 %. При цьому, спостерігається збільшення тяжкості наслідків від ДТП, кількість загиблих осіб за участю водіїв ліцензованого транспорту збільшилась на 28,4%, Так, з 86 осіб, які загинули в результаті настання ДТП, 35 осіб загинули в результаті настання ДТП з вини водіїв ліцензованого транспорту. Кількість травмованих осіб за участю водіїв ліцензованого транспорту збільшилась на 42,5%. Із зазначеної кількості ДТП з вини водіїв ліцензованого автомобільного транспорту за вказаний період сталось 457 дорожньо-транспортних пригод, в яких 35 осіб загинули, а 168 осіб отримали травми різного ступеня тяжкості.

За аналогічний період 2022 року на автодорогах України з вини водіїв автомобільного транспорту допущено 381 дорожньо-транспортна пригода, в яких 15 осіб загинули та 128 осіб отримала травми. Таким чином рівень аварійності з вини водіїв ліцензованого автомобільного транспорту збільшився на 19,9 %, кількість загиблих у ДТП осіб збільшилась на 133,3 %, кількість травмованих збільшилась на 31,3 %.

Проведений аналіз аварійності показав, що основними причинами настання цих дорожньо-транспортних пригод є:

- недотримання дистанції та інтервалу руху (38,2 %);
- порушення правил маневрування (28,1 %);
- перевищення швидкості руху (22,6 %); порушення правил обгону та/або виїзду на смугу зустрічного руху (3,7 %);
- порушення правил проїзду перехресть (3,5 %);
- порушення правил проїзду зупинок громадського транспорту (2 %); експлуатація технічно несправних транспортних засобів (1,3 %);
- керування у нетверезому стані (0,4 %); сон за кермом (0,2 %).

З вини водіїв автобусів за 6 місяців 2023 року сталось 220 дорожньо-транспортних пригод, в яких 23 особи загинули та 129 осіб отримали травми. За 6 місяців 2022 року сталось 277 дорожньо-транспортних пригод, у яких 7 осіб загинули та 114 осіб отримали травми. З вини водіїв вантажних автомобілів за 6 місяців 2023 року сталось 235 дорожньо-транспортних пригод, в яких 11 осіб загинули та 37 осіб отримали травми. За 6 місяців 2022 року сталось 100 дорожньо-транспортних пригод, в яких 8 осіб загинули та 13 осіб отримали травми.

За результатами проведеного аналізу встановлено, що 76,4 % складають ДТП без постраждалих осіб, при яких лише відбувається механічне пошкодження транспортних засобів; у 22,5 % ДТП загинуло від 1 до 3 осіб та/або від 1 до 10 осіб отримали травми; у 1,1 % ДТП загинули від 3 до 5 осіб та/або від 10 до 15 осіб отримали травми.

Внаслідок ДТП потерпілі люди, які перебували в транспортних засобах, можуть опинитися ззовні (на проїжджій частині, на узбіччі дороги) або в середині автомобілів. В

залежності від виду ДТП та наслідків, які вона викликала, потерпілі можуть бути затиснутими в середині автомобіля і без сторонньої допомоги не в змозі вибратися назовні. Такі випадки є найбільш складними для проведення рятувальних робіт [2].

Для надання допомоги потрібно проводити деблокування потерпілих з пошкоджених автомобілів. Для успішного виконання рятувальних робіт в таких випадках розроблена концепція, яка передбачає базові принципи.

Принцип «ключової фігури» (основний принцип). Під цим принципом розуміють те, що метою проведення будь яких рятувальних робіт є надання допомоги потерпілому. Відповідно всі дії підрозділів, які беруть участь у рятувальних роботах, будуються таким чином, щоб стан потерпілого не погіршувався, а навпаки покращувався. Відповідно до цього принципу керівник рятувальних робіт повинен всі свої дії погоджувати з лікарем, який входить до рятувального підрозділу.

Принцип комплексної безпеки. Під цим принципом розуміють комплекс заходів, які забезпечують попередження небезпечного розвитку ситуації. Це досягається забезпеченням: безпеки місця пригоди; безпеки потерпілого; безпеки дій рятувальників.

Безпека місця пригоди, що включає в себе:

- організацію меж (кіл) безпеки;
- профілактику небезпечного розвитку ситуації на місці ДТП;
- організацію взаємодії служб, які беруть участь у рятувальних роботах.

Стосовно безпеки потерпілого. Забезпечення безпеки потерпілого включає в себе наступні блоки діяльності:

- забезпечення загальної безпеки потерпілого (профілактика дії небезпечних факторів). Запобігання виникненню пожежі, несанкціонованому спрацюванню подушок безпеки, потраплянню фрагментів скла на відкриті ділянки шкіри, несанкціонованому руху автомобіля під час проведення робіт, припинення витоку пального тощо;

- забезпечення домедичної безпеки потерпілому. Надання допомоги повинно стабілізувати стан потерпілого, а не погіршувати його. Цього можна досягти завдяки такому правилу: чим менше ми перекидаємо потерпілого, тим краще для нього. Ідеальним варіантом можна вважати такий спосіб роботи з потерпілим, коли положення його тіла з моменту отримання пошкодження до передачі бригаді швидкої допомоги не змінюється або змінюється максимум двічі – під час первинних домедичних заходів та під час передачі його бригаді швидкої допомоги;

- за наявності кількох потерпілих домедична допомога в першу чергу подається тим, хто перебуває в найтяжчому стані, той же порядок існує при транспортуванні потерпілих в небезпечну зону;

- потерпілим, які не мають медичних показників – допомога подається в прикінцеву чергу.

Безпека дій рятувальників. Вимагає дотримання рятувальниками інструкцій з охорони праці. Дотримання тактичних прийомів проведення рятувальних робіт. Дотримання правил роботи із спеціальним інструментом та обладнанням. Відповідне утримання робочого місця, а саме культура та систематичність роботи, відсутність ризикованого сміття на робочому місці, відсутність зайвих розмов тощо [2].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті в Україні за 6 місяців 2023 року. Режим доступу: [http://dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka\\_DTP/2023/analiz\\_avariynosti\\_6\\_misyaci\\_2023\\_1.pdf](http://dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka_DTP/2023/analiz_avariynosti_6_misyaci_2023_1.pdf)

2. Організація аварійно-рятувальних робіт: Підручник. За загальною редакцією В. П. Садкового / Аветисян В. Г., Сенчихін Ю. М., Кулаков С. В., Куліш Ю.О., Тригуб В. В. <http://univer.nuczu.edu.ua/e-books/oar/publish/index.html>

## ДО ПИТАННЯ ОБЛІКОВИХ ДОКУМЕНТІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Виноградов С.А., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України

У підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій основним нормативним документом, що регламентує експлуатацію транспортних засобів (ТЗ) є Настанова з експлуатації транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України [1], яка затверджена ще 10 років назад. У настанові викладено основні вимоги з експлуатації транспортних засобів, що знаходяться на озброєнні підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій, а також визначено основні функції, обов'язки і права посадових осіб, відповідальних за організацію експлуатації транспортних засобів. З урахуванням 10-річного строку з моменту її прийняття, на сьогоднішній день багато позицій, що викладено в Настанові, застарілі та не відповідають вимогам сьогодення. Тому є потреба в перегляді Настанови у відповідності до європейської практики. Одним з позицій, що потребує перегляду, є облікові документи транспортних засобів. Основними обліковими документами ТЗ в органах та підрозділах ДСНС України є:

- технічний талон (Свідоцтво про реєстрацію, технічний паспорт) ТЗ;
- журнал обліку ТО ТЗ;
- журнал обліку наявності і переміщення ТЗ;
- експлуатаційна картка;
- картка обліку пробігу (наробітку) пневматичної шини;
- експлуатаційна картка акумуляторної батареї;
- журнал видачі, повернення дорожніх листів та обліку роботи ТЗ;
- журнал виїзду та повернення ТЗ;
- журнал обліку щозмінного передрейсового та післярейсового медичних оглядів водіїв;
- дорожній лист ТЗ;
- формуляр ТЗ спеціального (спеціалізованого) призначення;
- журнал обліку заявок та нарядів на використання ТЗ.

Таким чином, зараз маємо 12 документів, деякі з яких повторюють один-одний. У табл.1 наведено пропозиції щодо вдосконалення обліку транспортних засобів, які потребують оприлюднення та обговорення між зацікавленими фахівцями.

Табл. 1

Обліковий документ	Пропозиція
технічний талон	залишити
журнал обліку ТО ТЗ	конкретизувати види робіт
журнал обліку наявності і переміщення ТЗ	відмінити
експлуатаційна картка	залишити до перегляду порядку списання ПММ
картка обліку пробігу (наробітку) пневматичної шини	відмінити
експлуатаційна картка акумуляторної батареї	відмінити
журнал видачі, повернення дорожніх листів та обліку роботи ТЗ	об'єднати
журнал виїзду та повернення ТЗ	
журнал обліку щозмінного передрейсового та післярейсового медичних оглядів водіїв	залишити
дорожній лист ТЗ	перевести в електронну форму
формуляр ТЗ спеціального (спеціалізованого) призначення	залишити
журнал обліку заявок та нарядів на використання ТЗ	перевести в електронну форму

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 27.06.2013 №432 «Про затвердження Настанови з експлуатації транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України»

## ЗАПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОБМІНУ ДОСВІДОМ МІЖ САПЕРАМИ РІЗНИХ КРАЇН.

*Гассієв С.Д., Поліщук Д.В.*

*Національний університет цивільного захисту України*

В сучасному світі, де безпека має вирішальне значення, об'єднання зусиль та обмін досвідом стають ключовими компонентами ефективної протимінної діяльності та роботи саперів. Забезпечення безпеки населення, реагування на гуманітарні кризи та знешкодження вибухонебезпечних предметів вимагають найкращих практик та сучасних технологій. Запровадження системи обміну досвідом між саперами з різних країн є важливим засобом досягнення цих цілей.

Важливість системи обміну досвідом полягає у взаємодії фахівців з різних країн, об'єднанні їхніх знань, навичок та досвіду. Такий обмін створює сприятливі умови для вивчення найкращих практик та впровадження інновацій у роботу саперів. Розповсюдження успішних методів виявлення та знешкодження мін, впровадження новітньої техніки та ефективних підходів до навчання є ключовими аспектами системи обміну досвідом.

На даний час міжнародні партнери пропонують свою допомогу проведенні семінарів та тренінгів щодо покращення професіоналізму піротехніків ДСНС України. Наприклад у 2023 році на території Камбоджі 20 українських саперів проходили навчання з використання передових японських міношукачів Advanced Landmine Imaging System[1, 2] також Литва запропонувала допомогу в навчанні українських саперів [3].



Рис. 1 – Українські сапери на навчанні в Камбоджі.

Окрім Литви та Камбоджі українські сапери проходили навчання в низці інших країн та організацій. Не зважаючи на те, що піротехніки ДСНС України часто проходять тренінги та курси для підвищення свого професіоналізму в тому числі на території інших країн необхідно поставити такі тренінги на потік. Кожен сапер повинен регулярно проходити підвищення кваліфікації на основі досвіду міжнародної спільноти.

Один з основних аргументів на користь обміну досвідом є можливість навчання на помилках інших. Сапери з різних країн зіштовхуються з різноманітними мінами та специфічними варіантами їх установки. Обмін досвідом дозволить ділитися набутими знаннями про ефективні методи розмінування. Це допоможе іншим саперам запобігати помилкам, які вже були допущені, та забезпечить підвищення загального рівня професійної підготовки.

Вже зараз стає ясно, що після завершення війни навчати та ділитися досвідом в розмінуванні доведеться нашим саперам. Адже вже зараз світ ретельно вивчає та переймає досвід війни в Україні. Розмінування територій є складовою сучасної війни, як процес налагодження мирного життя на території де велись бойові дії.

На даний час Україна – найзамінованіша країна світу. Заміновано 25-30% території нашої країни [4]. В процесі розмінування ми набираємось досвіду, запроваджуємо нові технології та способи. І задля мінної безпеки у всьому світі цим досвідом потрібно ділитися.

Окрім цього, обмін досвідом забезпечить створення сприятливої атмосфери для інновацій та постійного вдосконалення. Захопленість новими ідеями, методами та технологіями розширює горизонти для саперів, дозволяє їм більше адаптуватися до змін у сфері гуманітарного розмінування.

Також не можна не відзначити важливість культурного обміну та побудови спільного співробітництва між саперами з різних країн. Це сприяє взаєморозумінню, покращує міжнародні відносини та сприяє об'єднанню зусиль у боротьбі з вибухонебезпечними загрозами.

Загалом, запровадження системи обміну досвідом між саперами з різних країн має незаперечний позитивний вплив на їхню роботу, забезпечуючи доступ до передових технологій, підвищуючи безпеку та ефективність їхньої діяльності, а також сприяючи покращенню міжнародних відносин та збільшенню загальної безпеки у світі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Українські сапери закінчили навчання в Камбоджі — одній із найбільш замінованих країн світу:[Електронний ресурс]. Режим доступу до джерела:<https://hromadske.ua/posts/ukrayinski-saperi-zakinchili-navchannya-u-kambodzh-i-odnij-z-najbilsh-zaminovanih-krayin-svitu>

2. Українські сапери пройшли навчання з розмінування в Камбоджі: [Електронний ресурс]. Режим доступу до джерела:<https://www.5.ua/suspilstvo/ukrainski-sapery-proishly-navchannia-z-rozminuvannia-v-kambodzhi-297322.html>

3. У Литві стартує навчання українських саперів, яке підтримали шість європейських країн. [Електронний ресурс]. Режим доступу до джерела:  
[https://lb.ua/society/2023/03/22/549672\\_ukrainski\\_saperi\\_pochali\\_navchatisya.html](https://lb.ua/society/2023/03/22/549672_ukrainski_saperi_pochali_navchatisya.html)

4. Україна – найзамінованіша країна світу. [Електронний ресурс]. Режим доступу до джерела: [https://ukrainian.voanews.com/a/interview\\_ministr\\_dovkilliya/7024154.html](https://ukrainian.voanews.com/a/interview_ministr_dovkilliya/7024154.html)

## ОСОБЛИВОСТІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ПІДВОДНИМ РОЗТАШУВАННЯМ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ, ЗА КОРДОНОМ

*Грицаєнко М.Г., к.т.н.  
Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Стрілець В.В., к.т.н.  
Гуманітарна міжнародна організація The Halo Trust*

Прогнозується, що глобальна океанічна економіка зросте більш ніж на 100 відсотків у період з 2010 по 2030 рік. На той час у морській галузі буде зайнято понад 40 мільйонів людей. Визнаючи цей потенціал, Європейський Союз (ЄС) розробив стратегію «блакитного зростання», яка спрямована на отримання очікуваних економічних вигод. В той же час, тоді як технологічні досягнення дозволяють ширше використовувати морські ресурси, нещодавно отриманий доступ до невикористаних можливостей змушує прибережні держави одночасно стикатися з проблемою вибухонебезпечних пережитків війни та бойових отруйних речовин у морі. Свідченням цього є те, що починаючи з Першої світової війни та продовжуючи на протязі Другої світової та після неї кілька світових держав скинули як хімічну, так і звичайну зброю в океани по всьому світу.

В нашій країні проблема підвищення ефективності попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, усугубляється не тільки значною кількістю залишків Другої світової війни у воді Чорного та Азовського морів, так і наслідками агресії та бойових дій. Враховуючи це, а також загальноєвропейські цінності та прагнення нашої держави, подальші роботи в напрямку підводного гуманітарного розмінування повинні відбуватись із урахуванням світового досвіду, в першу чергу провідних країн світу.

Аналіз міжнародних документів, які регламентують процес ліквідації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, показав, що це питання стало актуальним ще на початку двадцятого сторіччя. Так, застосування морських мін та їх негативний вплив на комерційне судноплавство призвели до того, що держави в рамках Гаазької конвенції VIII в 1907 р. домовилися про конкретні міжнародно-правові обмеження на їх застосування. В 1994 році ці обмеження були конкретизовані в Посібнику Сан-Ремо, у відповідності до якого воюючі сторони повинні встановлювати тільки ті міни, які ефективно нейтралізуються після їх відриву або втрати контролю за ними. Зрозуміло, що це не завжди вдається успішно виконати, внаслідок чого підводна небезпека буде завжди.

Це на регіональному рівні усвідомлюють країни північно-східної Атлантики, які прийняли Конвенцію про захист морського середовища (так звану «Конвенцію OSPAR»), або Середземного моря, які розглядають питання підводного розмінування в рамках функціонування Регіонального центру реагування на надзвичайні ситуації із забрудненням Середземного моря (REMPEC) та допомагають прибережним державам виконувати міжнародні морські конвенції, пов'язані із запобіганням забрудненню моря.

Неурядові організації, які займаються проблемою підводного розмінування, поділяються на дві поріднені групи. Одна здебільшого займається обговоренням того, як підводні боєприпаси впливають на здоров'я людини та навколишнє середовище, руйнують моря та океани.

Друга – приймає активну участь в міжнародних наукових програмах. До неї можна віднести Женевський заклик (Geneva Call) та Міжнародний діалог з підводних боєприпасів (IDUM), які працюють над дослідженнями в рамках Пошук і оцінка хімічної зброї в Балтійському морі (Search and Assessment of Chemical Weapons Baltic Sea); MODUM NATO «Наука заради миру та безпеки» (SPS); DAIMON (Допомога у прийнятті рішень для морських боєприпасів) тощо. При цьому IDUM виконує роль глобального координаційного центру з

політики, науки, технологій та реагування на підводні боєприпаси. І знов таки, регіональні особливості ними також не розглядаються.

Особливе місце займає Женевський міжнародний центр гуманітарного розмінування – міжнародна організація, яка займається протимінною діяльністю та зменшенням ризику вибухонебезпечних боєприпасів. Її робота зосереджена серед іншого на технічній підтримці та навчанні, а також розробці та впровадженню міжнародних норм і стандартів. Так, у 2013 році Служба з розмінування Організації Об'єднаних Націй (UNMAS) відповіла на ініціативу GICHD, погодившись встановити міжнародний стандарт протимінної діяльності для поводження з підводними вибухонебезпечними боєприпасами. 1 грудня 2014 р. UNMAS прийняла Міжнародний стандарт протимінної діяльності IMAS 09.60 «Підводне дослідження та знешкодження вибухонебезпечних предметів (Underwater Survey and Clearance of Explosive Ordnance (EO))», в якому були встановлені основні принципи та вимоги до підводних операцій з обстеження та очищення вибухонебезпечних боєприпасів. З урахуванням цього стандарту GICHD в 2016 році підготував Посібник з огляду та очищення підводних вибухонебезпечних предметів, інформація в якому розширює загальні відомості IMAS 09.60 і стосується підводних вибухових боєприпасів у територіальних водах країни (зазвичай у межах 12 морських миль від берега) і внутрішніх водах нижче позначки середньої нижньої води (MLLW) до глибини 50 м або менше. Розчищення територій водойм, які є глибшими ніж 50 м, має обмежений гуманітарний та соціально-економічний вплив на функціонування прибережних територій. Тобто, підхід, викладений у цьому стандарті, поєднав у собі військову тактику та методологію протимінної діяльності з використанням комерційних технологій для безпечного, ефективного та рентабельного очищення підводних вибухонебезпечних предметів, але урахування особливостей, притаманних конкретним державам, осталося відданим на їх розсуд.

В доповіді показано, що важливою та нерозв'язаною частиною проблеми підвищення ефективності попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, на сьогоднішній день є відсутність аналізу регіональних особливостей гуманітарного підводного розмінування.

Відмічено, що в Європі поряд із знешкодженням підводних боєприпасів здебільше водолазними підрозділами ВМС відповідних країн має місце тенденція до подолання надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, силами спеціалізованих комерційних та благодійних некомерційних організацій, а також здійснення оперативної роботи водолазами-саперами в процесі гуманітарного підводного розмінування у легководолазному спорядженні.

Показано, що, незважаючи на те, що фахівці з підводного розмінування ВМС США вважаються найбільш фаховими у всьому світі, вони в своїй діяльності не тільки інтегруються з різними бойовими підрозділами ВМФ, Корпусу морської піхоти, ВВС і Армії, секретними службами, але й різноманітними громадськими організаціями, а також з комерційною компанією Ocean Group, яка поряд з самостійною протимінною діяльністю розробляє передові способи підводного розмінування.

В Індо-Тихоокеанському регіоні поряд з тим, що уряд США повністю фінансує і безпосередньо проводить гуманітарне підводне розмінування в країнах Форум-Айленда, більшість країн (за виключенням Китаю, основні зусилля водолазів-саперів якої направлені на здійснення підводно-вибухових робіт) за допомогою фахівців ВМС США проводить самостійне розмінування, до якого поряд із військовими можуть залучатися як комерційні організації, так і, навіть, окремі просунуті дайвінгісти, які пройшли спеціальний курс.

Все це свідчить про те, що якщо до недавнього часу ексклюзивним досвідом у знищенні підводних вибухонебезпечних предметів володіли національні збройні сили, то сьогодні ці небезпеки разом з ними усувають різні типи (урядові та неурядові організації, комерційні компанії, команди центральних та місцевих органів влади тощо) організацій, які вимагають коригування своєї діяльності в додаток до тих навичок, які їм надають під час первинного навчання спеціалізовані підрозділи військово-морського флоту.



## ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ КУРСАНТА ДСНС ШЛЯХОМ СТИМУЛЮВАННЯ ЦІННІСНОГО СТАВЛЕННЯ ДО ПРОФЕСІЇ

*Демент М.О., к.п.н., доцент*

*Національний університет цивільного захисту України*

Основним шляхом формування ціннісного ставлення курсанта до професійної діяльності є педагогічне стимулювання. Дослідники по-різному визначають поняття «стимулювання». Стимулювання – (від лат. stimulus – стрекало, палиця) – спонукання через заохочення, винагороду. Це форма опосередкованого впливу на поведінку особистості на відміну від наказів, розпоряджень, завдань, норм, які є елементами примусового управління. Стимули – це зовнішні чинники, збуджувальна причина поведінки. Основні положення стимулювання діяльності особистості загальновідомі: необхідність задоволення її потреб, винагороди за затрачені зусилля, визнання та схвалення досягнень людини.

Як відомо, стимулами можуть бути: матеріальні умови і форми отримання матеріальних благ, що спонукають особистість до активної діяльності (виробничі умови, заробітна плата, премії, додаткова відпустка тощо); моральні – певна система моральних заохочень, що включає різні форми соціальної оцінки цієї діяльності; соціальні – засновані на задоволенні потреб у самореалізації, певному соціальному оточенні тощо. Отже, мотиви – це, власне, стимули, які пройшли через свідомість особистості, або самостимули. Система стимулів виявляється через внутрішні особисті мотиви, які залежать від життєвого досвіду, моральних якостей, переконань, звичок.

Проблему стимулювання фахівців, вважає дослідниця Л. Литвинюк, слід розглядати у трьох аспектах: психологічному, оскільки ефективність процесу стимулювання особистості залежить від урахування її потреб і мотивів діяльності, а також спричиняє зміни в мотиваційному полі людини; педагогічному, бо мета використання стимулів полягає в тому, щоб викликати позитивні зміни в поведінці та діяльності фахівців, що являє собою педагогічну взаємодію; соціальному, оскільки стимулювання покликане підвищити продуктивність праці сучасного фахівця в нових соціально-економічних умовах

Так, цілеспрямоване педагогічне стимулювання повинно спиратися на особистісно значуще для фахівця: об'єктивні явища навчально-виховного процесу, які викликають зацікавленість фахівця і пізнання яких сприяє задоволенню його професійних потреб; індивідуальні потреби людини. Безперечно, наслідком урахування особистісно значущих для фахівця факторів є підвищення якісних показників ефективності його діяльності; стимулювання залежить від ставлення особистості до людей (адміністрації, колег, студентів, курсантів), ставлення до себе, до предметів оточуючого світу, зокрема до навчального закладу. Позитивне ставлення до людей створює атмосферу взаєморозуміння, спонукає до співпраці. Самооцінка визначає рівень домагань особистості, формує усвідомлене бажання самостверджуватися, вдосконалюватися.

Безперечно, усвідомлення переваг і специфіки навчального закладу зміцнює корпоративний дух працівника, що спонукає його до пошуку нових форм і методів роботи з метою підвищення рейтингу закладу; стимулювання викликає такі позитивні психічні стани: усвідомлення значущості своєї професії, стан радості від успіхів у роботі, творчого натхнення, що призводять до зростання фізичної енергії і працездатності особистості. Так, процес стимулювання зміцнює особистісний стан професійної зацікавленості, який сприяє активній діяльності з максимальними витратами на це фізичних і розумових зусиль.

До методів педагогічного стимулювання відносяться ті, що спрямовані створювати ситуацію успіху особистості, викликати та підкріплювати позитивні емоції з метою активізації її діяльності та мобілізації зусиль задля підвищення професійного рівня, та ті, що спонукають до

відповідальності у досягненні зазначеної мети. Загальновідомі методи стимулювання: методи заохочення (морального та матеріального), методи здорової конкуренції, методи моделювання перспективи, методи контролю тощо.

Вважається, що педагогічне стимулювання курсантів є процесом організації вмотивованих умов діяльності, спрямованих на включення особистості курсанта. Необхідна також підготовка викладачів і командирів курсантських підрозділів до стимулювання курсантів. Безперечно, підготовка курсантів, командирів підрозділів, професорсько-викладацького складу є частиною єдиної професійно-педагогічної підготовки і сприяє формуванню психолого-педагогічних знань і умінь, виконанню комплексу навчально-виховних завдань, що дозволяють ефективно впливати на формування готовності до професійної діяльності курсантів.

Так, метою стимулювання є адаптація курсантів до умов навчальної і професійної діяльності, сприяння їх професійному та особистісному становленню як висококваліфікованих фахівців, спроможних ефективно вирішувати покладені на них завдання і обов'язки. Стимулювання забезпечується шляхом поєднання форм і методів психології та педагогіки з урахуванням індивідуальних особливостей, рівня спеціальних знань, інтелекту та особистого ставлення до навчально-виховного процесу кожного курсанта.

Не викликає сумніву, що для курсантів система стимулювання має включати:

- предмет стимулювання – ціннісне ставлення до професійної діяльності курсанта;
- суб'єкти стимулювання в навчальній та позанавчальній діяльності курсантів (викладачі, офіцери, психологи);
- психолого-педагогічні засади формування професійної діяльності: глибокий інтерес до змісту навчальної і службової діяльності курсанта, відчуття гідності за приналежність до офіцерського корпусу, мотивації досягнення успіху і професійного самовдосконалення, психологічний тренінг;
- етапи стимулювання: попередній (професійний відбір), формуючий (1-4 семестри), розвиваючий (4-8 семестри).

З урахуванням визначеної структури можна визначити такі основні напрями педагогічного стимулювання ціннісного ставлення курсантів до професійної діяльності: 1) проведення інформаційної роботи з метою розкриття її значення у формуванні готовності до професійної діяльності; 2) стимулювання у курсантів сприятливого емоційного настрою на професійну діяльність; 3) використання у навчально-виховній роботі з курсантами різноманітних активних форм і методів (диспутів, ділових ігор, тренінгів тощо), які позитивно впливають на розвиток професійно-особистісних якостей курсантів: активності, сумлінності, ініціативності, відповідальності, мотивації професійної діяльності, засвоєння курсантом спонукань, ідеалів, змісту професійної спрямованості особистості, які згодом стають внутрішніми.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Демент М. О. Експериментальна перевірка мотиваційної сфери у професійній підготовці майбутніх офіцерів МНС / М. О. Демент // Вища освіта України. Теоретичний та науково-методичний часопис: зб. наук. праць. – К. : Гнозис, 2011. – Додаток 2. – №3. – Том VI (31). – С. 113–118.

2. Демент М. О. Сформованість професійної мотивації в ході педагогічного експерименту майбутніх офіцерів державної служби України з надзвичайних ситуацій / М. О. Демент // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. наук. праць. – № 7. – Львів : ЛДУ БЖД, 2013. – С. 254–260.

3. Литвинюк Л. В. Педагогічне симулювання професійного зростання вчителів загальноосвітніх навчальних закладів : автореф. дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.04 / Л. В. Литвинюк. – Кіровоград, 2007. – 21 с.

4. Тимощук Г. В. Сутність і структура ціннісного ставлення майбутніх економістів до професійної діяльності / Г. В. Тимощук // Педагогічна освіта: теорія і практика. – 2014. – Вип. 17. – С. 241–249 / Режим доступу : <http://nbuv.gov.ua/UJRN/znppo>

## МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ПРОЦЕСУ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

*Коваленко Р.І., к.т.н.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Підвищити процес реагування аварійно-рятувальних формувань на небезпечні події і надзвичайні ситуації допомагають автоматизовані системи підтримки прийняття рішень. Окремі системи також дозволяють здійснювати моніторинг і прогнозування небезпечних подій і надзвичайних ситуацій. Отримані дані з використанням названих систем дозволяють більш ефективно визначити необхідну чисельність сил та засобів аварійно-рятувальних формувань для подальшого їх залучення до оперативної роботи. Крім цього, можна більш ефективно провести їх розстановку на місці події. В основі алгоритму роботи автоматизованих систем управління знаходяться математичні моделі з допомогою яких можливо описати той чи інший процес, наприклад, виникнення пожеж. В умовах воєнного стану відомі статистичні закономірності на основі яких побудовані ці математичні моделі можуть не виконуватися і це може спричинити отримання некоректних даних. Наслідком цього може бути те, що ефективність реагування аварійно-рятувальних формувань на небезпечні події і надзвичайні ситуації може суттєво знизитися. За цих умов дослідження закономірностей виникнення пожеж в умовах воєнного стану є актуальною темою дослідження.

Метою цього дослідження є встановлення статистичних закономірностей, які дозволяють описати процес виникнення пожеж в міських населених пунктах під час дії воєнного стану. Для цього були опрацьовані статистичні дані про пожежі, які виникали на території міських населених пунктів України за період 2022 року. Опрацювання даних відбувалося з допомогою табличного редактора Microsoft Excel, а для перевірки висунутих статистичних гіпотез було використано програмний продукт STATISTICA 6.0. У якості критерію узгодженості було використано критерій Пірсона.

В [1] у якості залежності, яка дозволяє оцінити ймовірність зайнятості певної кількості оперативних транспортних засобів використовувався закон розподілу Пуассона.

В цьому дослідженні було перевірено вказану статистичну гіпотезу для міських населених пунктах, які перебувають у безпосередній близькості поблизу лінії розмежування. Для цього спершу з використанням методів кластерного аналізу було здійснено поділ міст на групи за критеріями чисельність населення та площа території. Далі з використанням табличного редактора Microsoft Excel проведено підрахунок кількості пожеж, які виникали щоденно у кожному окремому місті за період 2022 року. Останнім кроком стала перевірка висунутих статистичних гіпотез з використанням програмного продукту STATISTICA 6.0.

Результати цього дослідження наведені в таблиці 1.

Виходячи з даних, які наведені в таблиці 1 висунута статистична гіпотеза підтверджена лише для міст Селидове, Лозова та Покровськ. За таких умов було прийнято рішення про подальшу перевірку можливості опису цього процесу іншими видами законів розподілу. До них належали: експоненційний,  $\chi^2$ -квадрат та геометричний закони розподілу.

Найкращий результат було отримано під час перевірки статистичної гіпотези про можливість описання процесу виникнення пожеж геометричним законом розподілу, що підтверджують дані, які наведені в таблиці 2. З даних, які наведені в таблиці 2 можна зробити висновок, що майже для 59 % досліджуваних міст висунута статистична гіпотеза підтвердилася. Отже, під час необхідності описання процесу виникнення пожеж в міських населених пунктах під час дії воєнного стану статистичними закономірностями необхідно досліджувати кожний окремий випадок. Встановлено, що для деяких населених пунктів

визначити статистичні закономірності, які дозволяють описати цей процес неможливо, що ймовірно пов'язано обраним річним інтервалом.

**Таблиця 1 – Результати перевірки можливості описання процесу виникнення пожеж на території міських населених пунктів законом розподілу Пуассона**

Місто	Розрахункове значення критерію Пірсона	Кількість ступенів свободи	Критичне значення критерію Пірсона
Запоріжжя	193,3	4	9,5
Краматорськ	14,7	2	6
Харків	258,2	1	3,8
Костянтинівка	6,4	1	3,8
Селидове	1,9	1	3,8
Слов'янськ	17,6	1	3,8
Торецьк	23,4	1	3,8
Добропілля	27,3	1	3,8
Дружківка	5,8	1	3,8
Лозова	1,7	1	3,8
Люботин	–	–	–
Мирноград	16,5	1	3,8
Новгородівка	–	–	–
Первомайський	–	–	–
Покровськ	1,6	1	3,8
Чугуїв	3,96	1	3,8

**Таблиця 2 – Результати перевірки можливості описання часових інтервалів між моментами виникнення пожеж експоненційним законом розподілу**

Місто	Розрахункове значення критерію Пірсона	Кількість ступенів свободи	Критичне значення критерію Пірсона
Запоріжжя	28,8	2	6
Краматорськ	10,9	7	14,1
Харків	193,2	2	6
Костянтинівка	13,97	4	9,5
Селидове	9,58	2	6
Слов'янськ	27,9	3	7,8
Торецьк	24,46	3	7,8
Добропілля	11,53	2	6
Дружківка	10,2	5	11,1
Лозова	0,89	2	6
Люботин	0,93	2	6
Мирноград	17,9	5	11,1
Новгородівка	1,66	1	3,8
Первомайський	4,9	2	6
Покровськ	14,02	5	11,1
Чугуїв	7,6	2	6

Вказане припущення планується перевірити під час подальших досліджень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kovalenko R., Kalynovskyi A., Nazarenko S., Kryvoshei B., Grinchenko E., Demydov Z., Mordvyntsev M., Kaidalov R. Development of a method of completing emergency rescue units with emergency vehiclesdoi. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. № 4 (3) (100), 54–62. doi: 10.15587/1729-4061.2019.175110

**РЯТУВАЛЬНІ РОБОТИ НА ОБ'ЄКТАХ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВОСТІ**

*Ковальов П.А., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

У світовій практиці, відповідно до міжнародних стандартів, усе більше функцій забезпечення безпеки працівників покладається на експлуатовані машини та механізми. За останні роки виготовлені і використовуються при виконанні "Висотно-верхолазних робіт" великий перелік індивідуальних страхувальних засобів які забезпечують високий ступінь безпеки працівників від падіння з висоти «Висотника», «Верхолаза»).

Висотно-верхолазні роботи (як види робіт) з використанням індивідуальних страхувальних засобів застосовуються при виконанні будівельно-монтажних робіт, ремонтно-відбудовчих робіт, аварійно-відбудовних робіт і аварійно-рятувальних робіт на об'єктах підвищеної поверховості.

Широке поширення та інтенсивне застосування вищевказаних видів робіт з використанням індивідуальних страхувальних засобів обумовлено їхньою високою ефективністю. Вони дозволяють:

1. Виконувати багато складних і трудомістких робіт з мінімальними матеріальними витратами, за короткі строки і з малою кількістю працівників.
2. Виконувати ті роботи, які неможливо або дуже важко виконати, застосовуючи традиційний метод (використовуючи громіздкі, дорогі машини, механізми, ліси, підмости та ін., а також великої кількості працівників різних професій).

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України [1] особовий склад Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту України приймає участь в ліквідації всіх надзвичайних ситуацій, які виникають.

На виконання державної політики у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру Оперативно-рятувальної службі ДСНС України потрібні якісно нові фахівці, здатні виконувати спеціальні професійні завдання. Одним із таких завдань є проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах.

Для вирішення питання підготовки фахівців з проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах розробляється план-рознарядка професійної підготовки фахівців ДСНС України у навчальних закладах ДСНС України.

Під час підготовки та проведення навчання виникають ряд проблемних питань:

- недостатня нормативно-правова база ДСНС України з порядку проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах (інструкції з правил проведення робіт та ін.);
- не визначено, які підрозділи і яким чином залучаються до проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах;
- не визначено перелік обладнання та спорядження необхідного для проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах (табелі належності);
- не визначено порядок та способи проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах, заходи безпеки праці під час проведення цих робіт;
- деякі слухачі, прибувають на навчання без первинних вмінь, знань та навичок проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах, що викликає ряд ускладнень під час проведення занять пов'язаних з різним рівнем підготовки.

Відповідно до нормативно-правової бази Державного комітету України з нагляду за охороною праці (Наказ від 27.03.2007 № 62 Про затвердження Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті [2]) діяльність працівників пожежно-рятувальних підрозділів в багатьох випадках фактично пов'язана з висотними роботами (коли робітник перебуває на відстані менше 2 м від неогороджених перепадів по висоті понад 1,3 м). При їх проведенні

достатнім страхувальним засобом є пояс безлямковий (пожежний). А для проведення верхолазних аварійно-рятувальних робіт (на висоті понад 5м від поверхні ґрунту, перекриття або робочого настилу, над якими виконуються роботи з конструкцій або обладнання), передбачається єдиний страхувальний засіб - пояс лямковий, який в підрозділах оперативно-рятувальної служби відсутній. Основним призначенням пояса лямкового є нейтралізація наслідків ривка після зриву, утримання при зриві або його запобігання.

Враховуючи вище викладене працівники пожежно-рятувальних підрозділів не мають права виконувати верхолазні роботи без відповідної підготовки і спеціального спорядження.

Тому специфіка роботи наших служб вимагає сьогодні підготовки своїх нормативних документів (інструкцій, правил) і це вже стає нагальною потребою.

Вирішенням цієї проблеми може стати підготовка в навчальних закладах інструкторів з проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах для кожного гарнізону, які в свою чергу будуть займатись навчанням працівників (пожежних-рятувальників) в підрозділах, а також забезпечення пожежно-рятувальних підрозділів необхідним (промисловим альпіністським) обладнанням та спорядженням з обов'язковою його сертифікацією в Україні.

З метою стимулювання зацікавленості працівників у навчанні та у виконанні додаткових робіт було б доцільно передбачити надбавку до грошового утримання.

На мою думку вирішення цих питань покращить стан справ з підготовкою спеціалістів і забезпеченням проведення аварійно-рятувальних робіт на висотах. В доповіді відмічається, що засоби порятунку з висоти є не тільки останньою, а часто і єдиною можливістю провести безпечну евакуацію людей із зони надзвичайної ситуації, оскільки більшість людей стають жертвами диму, що перешкодив знайти вихід, а потім гинуть від отруєння продуктами горіння або задихаються через неолік кисню до прибуття перших пожежних підрозділів.

Підкреслено, що до найбільш ефективних способів відноситься застосування мобільних комплексів, які уявляють собою набір спеціальних рятувальних засобів, розміщених на шасі автомобіля й призначених для наведення комунікаційного зв'язку з місцями розташування людей, що перебувають у палаючих висотних будинках, проведення рятувальних робіт, доставки пожежних і засобів пожежогасіння до осередку пожежі.

Показана доцільність порятунку людей за допомогою повітряної техніки, оскільки відсутні пересувні (автотранспортні) засоби порятунку людей з висоти більше 90 м. В європейських країнах гелікоптери широко використовуються для порятунку людей з покрівель висотних будинків в основному завдяки тому, що більшість із подібних об'єктів мають пристосовані посадкові площадки. При такій ситуації можуть використатися як спеціально обладнані машини, так і армійські, поліцейські та інші гелікоптери.

Для гелікоптерів необхідно спеціально оснастити рятувальними кабінами, підйомно-спускними механізмами, засобами зв'язку, потужними джерелами освітлення та іншим спеціальним устаткуванням. Рятувальні кабіни кріпляться на зовнішній підвісці гелікоптерів. Найбільш часто всі маніпуляції кабінами здійснюються за рахунок переміщення самого гелікоптера однак є конструкції, вертикальний рух яких здійснюється за допомогою лебідки. Наприклад, фірмою "МАКДОНЭЛЛ Дуглас" (США) розроблена рятувальна платформа даного типу, що дозволяє евакуювати до 16 чоловік одночасно. У комплект рятувального спорядження гелікоптера входять індивідуальні рятувальні пристрої та транспортно-рятувальні кабіни.

Проте, застосування гелікоптерів ускладнюється відсутністю спеціально підготовлених рятувальників. Тобто, вимагає свого створення спеціальна програма професійного добору та підготовки відповідного особового складу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України зі змінами 2023 рік №5403-VI від 12.10.2012, редакція від 01.01.2022.
2. Наказ від 27.03.2007 № 62 «Про затвердження Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті».

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОГНЕЗАХИСНОГО ПРОСОЧУВАЛЬНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ДЕРЕВИНИ РІЗНИХ ПОРІД

*Мелещенко Р.Г., д.т.н., професор  
Національний університет цивільного захисту України*

Деревина як будівельний матеріал використовується людиною з кінця кам'яного віку. Відносна дешевизна, простота обробки і монтажу, естетичний вигляд, екологічність, низька теплопровідність роблять деревину актуальною в будівництві і сьогодні. Однак, поряд з достоїнствами, що вигідно відрізняють її від інших будівельних матеріалів, деревина володіє і недоліками, головними з яких є легка займистість і горючість. У зв'язку з цим, важливе значення, набуває проблема вогнезахисту деревини різними способами. Найбільш ефективними є обробка вогнезахисними покриттями і просочення спеціальними складами [1].

Одним із способів вогнезахисту є просочування. При локальному впливі короткочасного джерела запалювання вогнезахисні покриття ускладнюють горіння дерев'яних конструкцій, полегшують гасіння пожежі, а в ряді випадків виключають можливість його виникнення [2].

У більшості вогнезахисних засобів їх ефективність залежить від кількості обробок, нанесення на поверхню, що захищається. При застосуванні вогнезахисних просочувальних засобів кількість обробок для досягнення I-ої групи вогнезахисної ефективності складає 3-4 [3]. Для Екосепт ця кількість досягає 3.

Вогнезахисна просочування деревини здійснюється двома методами – методом поверхневого нанесення і методом глибокого просочення. Метод глибокого просочення доцільно застосовувати для попередньої обробки вихідної деревини або виробів з деревини невеликих розмірів [3]. Метод поверхневої обробки застосовують для обробки готових будівельних конструкцій. Метод глибокого просочення забезпечує більш високий рівень вогнезахисту, проте він значно більш трудомісткий у порівнянні з методом поверхневого просочення [4].

Деревина, оброблена просочувальними складами, зберігає свою фактуру, що робить її затребуваною у випадках, якщо висуваються високі вимоги до декоративних характеристик виробів з деревини. Речовини, які в результаті введення в деревину зменшують її горючість, називають - антипірени. Дія антипіренів на процес горіння деревини пояснюється такими механізмами:

- речовини, введені в деревину поглинають тепло на свій нагрів і термічний розклад;
- газоподібні негорючі продукти термічного розкладання антипіренів розбавляють горючі гази в просторі над деревиною;
- в результаті термодеструкції антипіренів утворюються інгібітори реакцій, що протікають в зоні горіння над поверхнею деревини;
- антипірени змінюють механізм реакцій термодеструкції деревини в бік утворення негорючих газоподібних продуктів ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) і пористого поверхневого карбонізованого шару;
- запобігання реакції гетерогенного горіння шляхом ізоляція поверхні вуглецевого шару від кисню повітря.

Метою роботи є встановлення впливу породи деревини на ефективність вогнезахисного засобу на прикладі деревини липи та засобу Екосепт. Отримати залежність вогнезахисної ефективності засобу від кількості обробок та кількості сухого засобу для обробки.

Для цього були проведені експериментальні дослідження. Метод випробувань ГОСТ 16363-98 "Засоби вогнезахисні для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей" встановлює класифікаційний метод і метод прискорених випробувань для визначення групи вогнезахисної ефективності засобу.

Бачимо, що відсоток втрати маси зразка значно зменшується при введенні більшої кількості сухої суміші вогнезахисного засобу, але мінімальна кількість просочувань для досягнення I-ої групи вогнезахисної ефективності складає 7.

Для ефективного практичного використання засобу безумовно має велике значення кількість обробок. Від цієї характеристики залежить ціна обробки, кількість складу, час проведення робіт.

При розрахунку фактичних витрат вогнезахисного складу для досягнення необхідного ступеню вогнезахисної ефективності, побудована залежність відсоткової втрати маси зразка при стандартних випробуваннях.

Вираз (1) виражає відсоток втрати маси зразком деревини липи при стандартних випробуваннях в залежності від маси сухої речовини витраченої на обробку зразка. Достовірність апроксимації  $R^2 = 0,998$ .

$$P_i = - 68 \cdot \ln(m_{cc}) + 172,9, \% \quad (1)$$

де  $P_i$  - втрата маси зразка, %;

$m_{cc}$  - маса сухого складу.

Досліджений вплив особливостей деревини різних порід на ефективність вогнезахисних просочувальних засобів на прикладі липи та засобу Екосепт. Встановлено, що стандартний метод досліджень вогнезахисної ефективності з використанням виключно сосни не може надати справедливі дані, щодо ефективності засобу до інших порід деревини. Так при, згідно інструкції засобу, що випробуваний, необхідно 3 нанесення, але для липи для досягнення I-ої групи вогнезахисної ефективності знадобилось 7 нанесень.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.О. Дослідження впливу товщини шару гелю на його вогнезахисні властивості / Ю.О. Абрамов, О.О. Кіреєв, О.М. Щербина // Пожежна безпека. – 2006. – №.8. – С. 159-162.
2. Беликов А. С. Пожежна безпека будівель та споруд: Навчальний посібник / А. С. Беликов [та ін.]. – Х., 2004. – 271 с.
3. Жартовський В. М. Профілактика горіння целюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика / В. М. Жартовський, Ю. В. Цапко. – К., 2006. – 248 с.
4. Собурь С. В. Огнезащита материалов и конструкций: Справочник / 2-е изд., доп. (с изм.) / С. В. Собурь. – М.: Спецтехника, 2003. – 240 с.
5. Чернуха А. А. Исследование огнезащитной эффективности покрытий на основе ксерогелевой композиции [Электронный ресурс] / А. А. Чернуха, А. А. Киреев, С. Н. Бондаренко, А. Д. Кириченко // Проблемы пожарной безопасности: сб. науч. тр. – Х., 2009. – Вып. 26. – С. 166–171. Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol26/03.pdf>



## АКАДЕМІЧНА КУЛЬТУРА ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС

*Михайловська Ю. В., PhD*

*Національний університет цивільного захисту України*

Спільна діяльність людей є неможливою без управління. Будь-яка діяльність потребує організації роботи, узгодженості дій, виконаних за змістом, часом, ресурсами, обсягом тощо, та оперативного втручання у випадку відхилення від очікуваного перебігу подій чи результатів. Управління є складним динамічним процесом. Воно розглядається як особливий вид діяльності, спрямований на упорядкування, погодження колективних дій людей щодо досягнення мети, яка стоїть перед організацією, де ці люди працюють. Під управлінням у сфері цивільного захисту (далі – ЦЗ) ми розуміємо взаємопов'язану систему органів виконавчої влади, повноважних у сфері попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій (далі – НС), яка включає в себе сукупність організаційних форм (організацій, установ), однорідних за характером завдань, які наділені конкретною компетенцією, займають відповідне місце в управлінській структурі та мають свої зв'язки з політичною системою суспільства [1].

На даний час наука управління спроможна запропонувати багато обґрунтованих рекомендацій щодо формування ефективної системи керівництва. Також безперечним є той факт, що всяка політика ведеться «через людей», а тому реалізація державної політики у сфері ЦЗ залежить виключно від керівних кадрів, які є центральною фігурою управлінського процесу. Наша мета підготувати керівника, який би формував стиль роботи самим характером підбору кадрів і впливом на них притаманними йому прийомами. Насамперед, необхідно створити певні орієнтири при для морального самоконтролю, чесності, справедливості, довіри, поваги, відповідальності та законності, тобто основних принципів академічної доброчесності та етичної поведінки при підготовці майбутніх фахівців (керівників) служби ЦЗ, як центральної фігури процесу управління. Як відомо, методологія компетентнісного підходу базується на визначенні результатів навчання у термінах компетентностей, яких повинен набути здобувач вищої освіти в процесі своєї професійної підготовки, і складання базового набору компетентностей, кожна з яких характеризує здатність особи до вирішення певного кола завдань, професійної самореалізації та суспільного життя. При цьому розрізняють загальні (загальнокультурні, універсальні, ключові) та спеціальні (специфічні, предметні) компетентності. Загальні компетентності, в свою чергу, розподіляються на три групи: системні, інструментальні та міжособистісні. Тому важливим є етап формування професійних компетентностей необхідних для засвоєння принципів академічної культури, забезпечення майбутніх фахівців (керівників) ЦЗ необхідними знаннями та інструментами, оволодіння та оперування якими є необхідними для повноцінного функціонування у освітній спільноті, і далі у майбутньому на ринку праці, в тому числі у сфері ЦЗ. Поняття «компетентність» у перекладі з латинської «competentia» означає коло питань, у яких людина добре обізнана, має знання та досвід. Під поняттям «компетентність» в більш розширеному вигляді ми розуміємо досконале знання своєї справи, сутність роботи, яка виконується керівником, знання складних зв'язків, явищ, процесів, можливих засобів і способів досягнення поставленої мети, а також наявність глибоких знань в галузях науки управління, соціальних закономірностях і законів психології. Автори [1] відносять до змісту компетентності ще рівень базової та спеціальної освіти, стаж роботи (служби) і вміння акумулювати наявний досвід у галузі керівництва.

Отже, зупинимось на рівні спеціальної освіти. Існує декілька успішних моделей підтримки академічної доброчесності на рівні окремих навчальних закладів. Україна також не стоїть осторонь цієї проблеми, в тому числі і НУЦЗ України. Так, університет зобов'язує нових здобувачів, окремих спеціальностей на початку навчання виконати програму курсу академічної

доброчесності. Кодекс академічної доброчесності університету розміщений на сайті університету, установлює загальні принципи, правила академічної доброчесності та етичної поведінки, якими мають керуватися здобувачі вищої освіти, наукові та науково-педагогічні працівники університету під час навчання, провадження науково-педагогічної, творчої діяльності, а також визначає політику і процедури забезпечення дотримання академічної доброчесності в університеті, відповідальність за порушення академічної доброчесності. Мета програми – допомогти здобувачам ознайомитись із концепцією академічної доброчесності, цінностями університету та його очікуваннями від них як членів університетської академічної спільноти. Робоча програма дає здобувачам інструменти для успішного подолання складних ситуацій, які можуть загрожувати їхній академічній доброчесності. Теми включають вивчення таких понять як етика, цінності університету, культура посилань, плагіат, шахрайство, помилкові вчинки та можливі наслідки [2].

Отже, кожен здобувач вищої освіти НУЦЗ України у своїй навчальній діяльності повинен дотримуватися моральних норм, правил етичної поведінки та принципів академічної доброчесності. Неприйнятним для всіх учасників освітнього процесу відповідно до Кодексу академічної доброчесності НУЦЗ України є: недотримання норм Конституції та законодавства України; вживання наркотичних речовин, розпивання алкогольних напоїв та паління на території університету; прояви різних форм агресії проти інших, сексуальні домагання; використання службових і родинних зв'язків з метою отримання нечесної переваги в навчальній, науковій та творчій діяльності; ведення в університеті політичної, релігійної чи іншої пропаганди; використання символіки університету або його структурних підрозділів у заходах, не пов'язаних із діяльністю університету; завдання шкоди матеріальним цінностям, а також матеріально-технічній базі університету [2]. Саме ці принципи та поняття п. 31 [3] зобов'язують осіб рядового і начальницького складу: чесно і сумлінно додержуватися Присяги служби цивільного захисту, виконувати закони України; добросовісно і в повному обсязі виконувати покладені на них згідно із займаною посадою службові обов'язки; додержуватися норм професійної та службової етики; зупинити членство в політичних партіях, організаціях чи рухах на період проходження служби цивільного захисту; додержуватися вимог антикорупційного законодавства; берегти та підтримувати у належному стані передані їм у користування майно і техніку; постійно підвищувати рівень професійних знань, удосконалювати свою майстерність; виявляти повагу до колег по службі, дотримуватися правил внутрішнього розпорядку, носіння встановленої форми одягу, вітання та етикету; сприяти підтриманню порядку і дисципліни; з гідністю і чесно поводитися в позаслужбовий час.

Як підсумок слід зазначити, що одним із головних завдань у практичній діяльності кожного керівника є організація профілактичної роботи щодо попередження злочинних проявів у сфері службової діяльності, випадків загибелі та травмувань під час виконання службових обов'язків і дотримання належного стану дисципліни серед особового складу підпорядкованих підрозділів. Тому керівник будь-якого рівня, насамперед, повинен бути прикладом дотримання правил етичної поведінки, принципів академічної доброчесності та моральних норм для підлеглих.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Садковий В. П., Кулешов М. М., Попов В. М. Керівник служби цивільного захисту: Практичний посібник. Х.: НУЦЗУ, 2010. 90 с.
2. Кодекс академічної доброчесності НУЦЗ України, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://univer.nuczu.edu.ua/img/Kodeks\\_Akadem\\_dobrochesn\\_NUCZU1.pdf](http://univer.nuczu.edu.ua/img/Kodeks_Akadem_dobrochesn_NUCZU1.pdf)
3. Постанова КМУ від 11.07.2013 р. № 593 «Про затвердження Положення про порядок проходження служби цивільного захисту особами рядового і начальницького складу», зі змінами, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/KP130593?an=1>

## ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛУ ПОЖЕЖНОГО РУКАВА ВИСОКОГО ТИСКУ

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

В різних галузях виробництва достатньо широко використовуються композитні матеріали. З них виготовляють як звичайні побутові речі так і спеціалізоване обладнання, яке використовується, зокрема, в аварійно-рятувальних формуваннях. Кожне обладнання має різний рівень надійності. Одним із видів такого обладнання з найбільш низьким рівнем надійності є пожежні рукава. Пожежні рукава працюють під різними внутрішніми робочими тисками і залежно від цього показника при їх виготовленні обираються такі матеріали, які здатні його витримувати. Одним різновидом пожежних рукавів є пожежні рукава високого тиску. З метою забезпечення необхідної міцності матеріалу в нього включений внутрішній армуючий шар, який становить собою плетіння з текстильних ниток або металевого дроту. Композитна структура матеріалу значно ускладнює процес перевірки технічного стану пожежних рукавів високого тиску, які можуть мати приховані дефекти. Ці дефекти можуть спричинити їх руйнування під час роботи і привести до невиконання завдань за призначенням підрозділів аварійно-рятувальних формувань. Отже дослідження зміни властивостей композитного матеріалу з якого виготовляють пожежні рукава високого тиску від впливу на нього різних чинників є актуальним.

Пожежні рукави високого тиску являють собою гнучкі трубопроводи, які використовуються для подачі води та водних розчинів піноутворювачів на відстань під тиском і є одним із основних видів протипожежного обладнання від справного стану яких залежить оперативна діяльність пожежно-рятувальних підрозділів та успішне гасіння пожеж.

Для проведення експериментів було взято найрозповсюдженіший та найпоширеніший пожежний рукав високого тиску типу 1 ST діаметром 19 мм. Конструкція пожежного рукава високого тиску складалась з: внутрішнього гідроізолюючого шару, шару текстильних ниток зверху якого нанесено захисний шар з полімеру рис. 1.



Рис. 1. Пожежні рукави високого тиску типу 1 ST

Для проведення експериментів було запропоновано використати випробувальну машину FP 100/1 (Рис.2.) в якій фіксувався зразок рукава за допомогою спеціальних затискачів циліндричної форми, які запобігають прослизанню матеріалу рукава. Швидкість рухомого затискача становила 30–40 мм/хв. Для вимірювання навантаження використовувався штатний механічний динамометр, а результати фіксувалися на діаграмному папері. Випробування проводили при температурі 20–22 °С.



Рис. 2. Випробувальна машина FP 100/1

Дослідження проводимо наступним чином. Спочатку проводимо випробування пожежного рукава високого тиску за надлишковим тиском. Для відповідних випробувань використовується насос, який заповнює порожнину рукава водою до повного випуску повітря, для чого на другому кінці рукава приєднується перекривний пожежний ствол. По закінченню випробування рукав сушиться та розрізається на відповідні зразки (рис. 3).

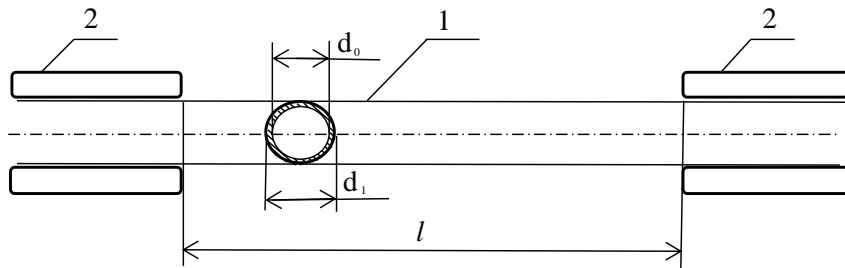


Рис. 3. Випробувальний зразок матеріалу пожежного рукава високого тиску: 1 – пожежний рукава високого тиску, 2 – спеціальний затискач циліндричної форми.

Дослідні зразки (фрагменти) матеріалу, було відокремлено від різних ділянок у поздовжньому напрямку пожежного рукава високого тиску та мали наступні розміри: робоча зона  $l = 0,1$  м, внутрішній діаметр  $d_0 = 0,019$  м, зовнішній діаметр  $d_1 = 0,019$  м.

Під час експерименту було використано чотири дослідних зразків рукавів, які послідовно закріплювалися у розривній машині і піддавалися динамічним навантаженням до настання їх граничного стану, а саме розриву.

Для розрахунку деякі механічні властивості матеріалу пожежного рукава високого тиску застосуємо наступні формули:

$$C_i = \frac{F_i^{\max}}{\Delta L}, \quad (1)$$

де  $C_i$  – жорсткість фрагменту, кН/м

$$E_i = \frac{F_i^{\max} \cdot L}{\pi \cdot (\Delta L) \cdot (d_0 + \delta) \cdot \delta}, \quad (2)$$

де  $E_i$  – модуль пружності матеріалу рукава у поздовжньому напрямку, МПа;

$d_0$  – внутрішній діаметр пожежного рукава високого тиску, м;

$\delta$  – товщина стінки рукава, м.

**ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ОПЕРАТИВНІСТЬ ДІЙ ОРГАНІВ УПРАВЛІННЯ  
ТА СИЛ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ  
НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ВОЄННОГО ХАРАКТЕРУ**

*Пуга О.О., начальник Управління реагування на надзвичайні ситуації ГУ ДСНС України у  
Запорізькій області*

*Заїка М.Ю., заступник начальника Головного управління з реагування на надзвичайні  
ситуації ГУ ДСНС України у Запорізькій області*

З 24 лютого 2022 року почалася воєнна агресія російської федерації проти України. Місто Запоріжжя неодноразово зазнавало ракетних ударів. Внаслідок ракетного удару 06.10.2022 року о 05:11 відбулось руйнування під'їзду п'ятиповерхового житлового будинку з 1 по 5 поверхи. Надзвичайна ситуація супроводжувалася значними руйнуваннями будівельних конструкцій, окремими осередками пожежі під завалами, загорянням легкових автомобілів поблизу зруйнованого будинку. Аварійно-рятувальні та пошукові роботи тривали 4 доби.

Відповідно до Національного класифікатору ДК 019:2010 подія, що сталася, є однією з багатьох на території України та відповідно до Протоколу засідання експертної комісії з визначення рівнів та класів НС ДСНС від 24.02.2022 № 3-22 класифікована як надзвичайна ситуація воєнного характеру державного рівня. В житловому будинку було зруйновано більше 15 квартир. Внаслідок ворожого удару по житловому будинку 15 осіб загинуло, 6 осіб травмовано. Внаслідок ударної хвилі 7 легкових автомобілів було знищено та ще 23 автомобіля пошкоджено. Фото житлового будинку після ракетного удару наведено на рис.1.





**Рис.1. Фото житлового будинку після ракетного удару у місті Запоріжжя**

В умовах, що склалися у зазначений період, з урахуванням постійної загрози обстрілів міста, силами цивільного захисту місцевого та обласного рівнів у найкоротший строк були проведені аварійно-рятувальні та пошукові роботи. В результаті аналізу дій органів управління та сил під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації було встановлено, що на проведення пошуково-рятувальних робіт впливав ряд факторів, які ускладнювали та уповільнювали процес, а саме:

- обмежена кількість людей для проведення оперативного розгортання (так як рятувальники підрозділів що першими прибувають до місця події відразу залучаються до пошуково-рятувальних робіт);
- необхідність безпечної розстановки техніки (визначення місць, які мінімізують можливість пошкодження техніки від повторних обстрілів (включаючи розліт осколків) та унеможливають пошкодження техніки від падіння уламків, конструкцій стін і даху та інше);
- тривоги пов'язані з можливими повітряними та/або ракетними обстрілами;
- першочергові роботи проводяться з обмеженням застосування важкої інженерної техніки (можливість перебування живих людей, тварин під завалами);
- під час розбору конструкцій виникають як повторні осередки горіння, так і нові.

Під час проведення пошуково-рятувальних робіт себе позитивно зарекомендували вертикальні та горизонтальні підпори для фіксації нестабільних конструкцій.

## АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ПРОВЕДЕННЯМ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ОСОБОВИМ СКЛАДОМ РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП

*Савельєв І.В. ГУ ДСНС України в Луганській області  
Стрілець В.М., доктор технічних наук, професор  
Національний університет цивільного захисту України*

В доповіді відмічено, що в провідних країнах світу приділяється увага проведенню аварійно-рятувальних робіт в непридатному для дихання середовищі. При цьому виділяють як ризики, що викликані віком, статтю та стажем роботи, так і безпосередньо із діяльністю в апаратах на стисненому повітрі (далі - АСП), робота в яких безпосередньо пов'язана із запасом та розходом повітря.

Витрати повітря, у тому разі з урахуванням не тільки віку, але й того, чи є рятувальник членом кар'єрної, неповної зайнятості або волонтерської пожежної команди вивчався в Університеті Східного Кентуккі [1], але за результатами було зроблено висновок, що розмір вибірки був занадто малим, внаслідок чого необхідно проводити подальші дослідження, щоб отримати більш глибоке розуміння того, що впливає на споживання повітря газодимозахисниками і як цим процесом можна управляти.

Це свідчить про те, що є необхідність визначення особливостей оперативної роботи в засобах індивідуального захисту органів дихання газодимозахисників різних вікових груп. Результати такого дослідження, але без включення пожежних-рятувальників в АСП, наведені в [2], де розглядалась відповідність пожежних визначеним фізичним вимогам. Було відмічено, що літні досвідчені пожежні показали себе практично такими, що відповідають молодшим. При цьому аеробний тест був більш значимим, ніж тест на силу. Проте, в цьому дослідженні не розглядалися питання, пов'язані з роботою в АСП. Крім цього використовувалися стандартні фізіологічні тести, які з оперативно-рятувальною діяльністю газодимозахисників пов'язані опосередковано. Хоча в [3] відмічено, що навіть помірні фізичні навантаження під час ходьби пожежного у поєднанні з пошуково-рятувальними роботами при носінні повного захисного спорядження та диханні через АСП створюють значне фізіологічне навантаження на професійних пожежників. Швидкість споживання повітря під час виконання завдань в метрополітені призводить до того, що запас повітря закінчується значно раніше часу захисної дії АСП, наведеного в його тактико-технічних характеристиках. Це ж приводиться і в [4], де визначено, що заміна АСП на регенеративні дихальні апарати (далі - РДА) усуває подачу повітря як фактор, який обмежує його застосування в метрополітені. Аналогічний висновок зроблено в [5], де поряд з цим підкреслено, що в РДА з'являється проблема управління термічним навантаженням частотою серцевих скорочень (ЧСС). Це ж підкреслено і в [6], де сказано про те, що носіння дихального апарату викликає терморегуляторний, метаболічний та психологічний стрес, який не пояснюється, в першу чергу, вагою дихального апарату, і наголошено на цінність ергономічного дизайну та фізіологічного моніторингу. А в [7] зроблено висновок, що уникнути надмірної напруги при ефективному гасінні пожежі тривалістю 20–30 хв з дихальним апаратом можна лише за хорошої фізичної працездатності та самоконтролю фізичного навантаження. При цьому [8] відносна інтенсивність самостійного вибору роботи пожежниками мінлива і має розглядатися як додаткова фізіологічна детермінанта робочої поведінки. З іншого боку, використання газодимозахисниками різних модифікацій АСП призвело до невеликих фізіологічних відмінностей [9], проте 37 % рятувальників, які мали нижчу фізичну форму та більшу масу тіла (а це є характерним саме для більш вікового особового складу), ніж інші, не зуміли виконати другий за часом варіант робочого циклу пожежогасіння, прийнятого у США. Продуктивність діяльності значно знизилась в результаті тривалого навантаження (під час другого циклу). Тобто фізичні навантаження газодимозахисників не співвідносяться з віком та досвідом конкретного рятувальника.

Це було зроблено у [10], де показано, що гасіння пожеж у висотних будівлях призводить до значної перенапруги роботи серця і що пошуково-рятувальні бригади (розрахунки) та бригади (розрахунки) матеріальної підтримки зазнають більшої серцевої напруги, ніж бригади (розрахунки) пожежогасіння, в першу чергу через відмінності в тривалості роботи. І в цьому випадку на вік не звертали уваги. Як не звертали і в [11], де порівняли витрати повітря в АСП у пожежних-чоловіків і цивільних чоловіків під час носіння автономного дихального апарату та визначили, що респіраторні реакції збільшились в обох групах, а дихальний об'єм виріс тільки у звичайних чоловіків (на 20 %).

Визначено, що невирішеною частиною проблеми підвищення ефективності ліквідації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з оперативною діяльністю пожежних-рятувальників в непридатному для дихання середовищі, без зниження рівня безпеки є відсутність відомостей щодо того, як вік газодимозахисника впливає на показники, які характеризують результати, у тому разі фізіологічні, виконання професійно-важливих завдань.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Broderick, Otis Wesley, "Air Consumption and Air Management in the Fire Service" (2017). Online Theses and Dissertations. 477. <https://encompass.eku.edu/etd/477>
2. Asgeir Mamen, Erna Diana von Heimburg, Harald Oseland & Jon Ingulf Medbø (2021) Examination of a new functional firefighter fitness test, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27:2, 460-471, DOI: 10.1080/10803548.2019.1627075
3. F.M. Williams-Bell, G. Boisseau, John McGill, A. Kostiuk & Richard L. Hughson. (2010). Physiological responses and air consumption during simulated firefighting tasks in a subway system. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 35(5): 671-678. <https://doi.org/10.1139/H10-061>
4. Стрілець В.М. Закономірності діяльності рятувальників при проведенні аварійно-рятувальних робіт на станціях метрополітену : монографія / В.М. Стрілець, П.Ю. Бородич, С.В. Росоха. – Харків: Харків: НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2012. – 112 с.
5. Randy W. Dreger, Richard L. Jones & Stewart R. Petersen (2006) Effects of the self-contained breathing apparatus and fire protective clothing on maximal oxygen uptake, *Ergonomics*, 49:10, 911-920, DOI: 10.1080/00140130600667451
6. Jian Li, Yunyi Wang, Rongfan Jiang & Jun Li (2023) Quantifying self-contained breathing apparatus on physiology and psychological responses during firefighting: a systematic review and meta-analysis, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 29:1, 77-89, DOI: 10.1080/10803548.2021.2024020
7. V. Louhevaara, J. Smolander, O. Korhonen & T. Tuomi. (1986). Maximal working times with a self-contained breathing apparatus, *Ergonomics*, 29:1, 77-85, DOI: 10.1080/00140138608968242
8. M. Sothmann, K. Saupé, P. Raven, J. Pawelczyk, P. Davis, C. Dotson, F. Landy & M. Siliunas. (1991). Oxygen consumption during fire suppression: error of heart rate estimation, *Ergonomics*, 34:12, 1469-1474 (Received 16 Dec 1990, Accepted 21 Aug 1991, Published online: 30 May 2007), DOI: 10.1080/00140139108964890
9. Richard M. Kesler, Ipek Ensari, Rachel E. Bollaert, Robert W. Motl, Elizabeth T. Hsiao-Weckler, Karl S. Rosengren, Bo Fernhall, Denise L. Smith & Gavin P. Horn (2018) Physiological response to firefighting activities of various work cycles using extended duration and prototype SCBA, *Ergonomics*, 61:3, 390-403, DOI: 10.1080/00140139.2017.1360519
10. Denise L. Smith, Jeannie M. Haller, Ron Benedict & Lori Moore-Merrell (2015) Cardiac Strain Associated with High-rise Firefighting, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 12:4, 213-221, DOI: 10.1080/15459624.2014.970272
11. Donovan, K., McConnell, A. (1999). Do fire-fighters develop specific ventilatory responses in order to cope with exercise whilst wearing self-contained breathing apparatus?. *Eur J Appl Physiol* 80, 107–112. <https://doi.org/10.1007/s004210050565>



## ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ГОТОВНОСТІ ДО ЕКСТРЕМАЛЬНОГО ВИДУ ДІЯЛЬНОСТІ РЯТУВАЛЬНИКА

*Світлична Н.О., к.псих.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України.*

Проблема формування психологічної готовності майбутніх рятувальників ДСНС України є професійно значущою, оскільки від неї залежить не тільки ефективність службової діяльності, але й особистісна безпека фахівця. Тривале виконання службових обов'язків у складних та екстремальних умовах надзвичайної ситуації призводить до дезадаптації, зниження опору організму, нервово-психічного перенавантаження особового складу, результатом чого є розвиток у працівників стійких негативних психічних станів.

Психологічні особливості діяльності фахівця-піротехніка найбільше повно розглянуті на прикладі військових саперів ЗСУ миротворчих місій. Так, ученими описані особливості перебування військових в іншій країні, виконання миротворчої операції, а також стрес-фактори загального характеру такі, як: погодні умови, особливості місцевості, відсутність інформації про наявні міни, їх види, - тобто все те, що призводить до дезадаптації та подальшого ускладнення повернення у робочий стан [3]. Виходячи з цього, максимальної актуальності для підтримання робочого стану військових саперів набуває питання психологічного супроводу їх діяльності.

Діяльність фахівців піротехників є екстремальною, перш за все, через те, що вони контактують із вибухонебезпечними предметами. Виконання саперних робіт має низку стресогенних чинників, таких як стан розгубленості при ускладненні в ідентифікації вибухонебезпечних предметів ВВП, що може призвести до детонації. Такі ситуації викликають у саперів відчуття тривоги та нервової напруженості, які, в свою чергу, можуть компенсуватись значною стресостійкістю особистості. На піротехників, при виконанні ними діяльності під час військових дій, впливають також і додаткові стрес-фактори такі, як стан невідомості того, що може трапитися в будь-який момент та страх за власне життя [4].

Так, у роботах О.В. Недвиги визначено особистісні переживання саперів, які є дезадаптивними та пригнічують їх нормальний функціональний стан. До таких відносять: страх попасти під ворожий обстріл, страх отримати важкі поранення з подальшою інвалідністю, страх травмування та загибель колег, страх стикнутися з ВВП невідомого саперам типу [2]. Досліджуючи проблему адаптації до умов, у яких військові сапери повинні виконувати діяльність з розмінування, науковець визначає, що основним фактором в цьому випадку є час. Іншими словами, сапери повинні адаптуватися до погодних умов, температурного режиму, скласти орієнтовну картину і перелік тих ВВП, з якими вони можуть стикнутися при обстеженні території.

Не менш значущим чинником для підтримки нормального психічного стану, на думку деяких авторів, є психологічна підготовка та розвиток стресостійкості сапера [2]. Для професійного становлення та виконання робіт з розмінування стресостійкість для піротехніка є однією із найважливіших професійно – важливих психологічних якостей. У таких умовах слід згадати про дію компенсаторних механізмів психіки людини. У нашому випадку однією з компенсаторних якостей особистості піротехніка є схильність до ризику, як індивідуально-психологічна риса, що дозволяє швидше адаптуватися до перебування в надекстремальних умовах. Як визначає у своїй роботі О.В. Дишкант, схильність до ризику, з одного боку, може бути сталою характеристикою особистості, а з іншого, змінюватися під впливом різних факторів, таких як надмірний стрес, наявність або відсутність інформації про ситуацію навколо, діяльність у складі підрозділу, розподіл відповідальності [1].

Екстремальні умови професійної діяльності тісно пов'язані із постійною дією надзвичайних факторів, у тому числі таких, що становлять соціальну небезпеку. Суб'єкт в екстремальних умовах діяльності схильний до виникнення негативних функціональних станів типу (стрес, монотонія, сильне стомлення і т.д.), які негативно позначаються на регуляції діяльності. Робота в таких умовах здійснюється з постійним залученням функціональних резервних можливостей компенсаторного типу та внутрішніх резервів організму і вимагає обов'язкового відновлення. Під терміном "психологічна готовності рятувальників до екстремального виду діяльності" зазвичай мається на увазі комплексне психологічне утворення, яке має складну динамічну структуру, що передбачає функціональний взаємозв'язок між усіма компонентами. У залежності від функціонального навантаження в процесі професійної діяльності трансформуються змістові характеристики, об'єднуючись у певні блоки особистісних якостей.

Готовність до професійної діяльності майбутніх рятувальників - складне за змістом і різноманіттям проявів багатофакторне соціально-психологічне та індивідуально-психологічне явище. Його безпосереднім субстратом виступають конкретні явища та процеси індивідуальної та групової психології. Існують певні індивідуально-психологічні, соціотехнічні та організаційні передумови перетворення стратегій саморегуляції у доланні труднощів, які ситуативно змінюються, у стійкі властивості особистості. Стійкість людини до виникнення різних форм стресових реакцій визначається насамперед індивідуально - психологічними особливостями і мотиваційною орієнтацією особистості. Слід зазначити, що екстремальний вплив не завжди впливає на ефективність діяльності, яка виконується. У протилежному випадку взагалі було б неможливе успішне подолання труднощів, що виникають при ускладненні умов. Однак робота у стресогенній ситуації обов'язково призводить до додаткової мобілізації внутрішніх ресурсів, що може мати несприятливі відстрочені наслідки.

Військова агресія РФ в Україні та безліч терористичних атак, направлених проти мирного населення та критичної інфраструктури країни, ще більше ускладнило діяльність працівників ДСНС. Водночас, зросла необхідність в ще більш ефективному та оперативному усуненні наслідків ворожих атак. Особливо варто виділити роботу піротехніків та психологів, чия діяльність виявилася в край необхідною в умовах воєнних дій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дишкант О.В. Схильність до ризику як особистісне утворення в структурі особистості співробітників МНС. Проблеми екстремальної та кризової психології. 2006. №3(1). С. 144 – 151.
2. Недвига О.В. Психологічні особливості діяльності саперів під час розмінування території Південного Лівану. Військова психологія у вимірах війни і миру: проблеми, досвід, перспективи: матеріали II міжнар наук.-практ. конф. (Київ, 10–11 лютого 2017 р.). Київ: КНУ імені Тараса Шевченка, 2017. С. 131–135.
3. Пішко І.О. Умови та особливості військово-професійної діяльності миротворчих підрозділів. Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Філософія. Психологія. Педагогіка». 2010. №2. С. 124-126.
4. Платонов ВМ. Психологічний аналіз професійної діяльності піротехнічних підрозділів ДСНС під час військових дій. Проблеми екстремальної та кризової психології. 2022. № 1(3). С. 51-61.

## ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ДОСЛІДЖЕНЬ В ГАЛУЗІ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ В РАДІАЦІЙНО-ЗАБРУДНЕНІЙ МІСЦЕВОСТІ

*Степанчук С.О., Стрілець В.М., д.т.н., професор,  
Національний університет цивільного захисту України*

На даний момент площа України, яка підлягає розмінуванню становить близько 160 000 квадратних кілометрів. При цьому велика кількість вибухонебезпечних предметів залишилась після окупації росією у радіаційно-забрудненій місцевості Чорнобильської зони. Аналогічна ситуація може статися і після деокупації Запорізької АЕС або ж внаслідок аварій на атомних електростанціях чи застосуванні ядерної зброї окупантами. Все це свідчить, що процес гуманітарного розмінування таких територій є актуальною проблемою і буде мати суттєві відмінності від загальноприйнятого підходу до проведення гуманітарного розмінування.

В межах цієї проблеми необхідно провести дослідження, метою якого є розробка оперативно-технічної методики обґрунтування пропозицій щодо скорочення часу гуманітарного підводного розмінування піротехнічним підрозділом ДСНС.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Проаналізувати особливості попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних із знаходженням вибухонебезпечних предметів в радіаційно-забрудненій місцевості.
2. Розробити математичну модель гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості піротехніками ДСНС та оперативно-технічної методики скорочення часу гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості на її основі.
3. Перевірити достовірність математичної моделі гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості піротехніками ДСНС.
4. Оцінити ефективність застосування оперативно-технічної методики скорочення часу гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості.
5. Запропонувати пропозиції щодо впровадження розробленої математичної моделі та методики на її основі.

В цьому випадку у якості об'єкта дослідження буде розглядатись гуманітарне розмінування радіаційно-забрудненої місцевості, а предмету дослідження – процес розмінування радіаційно-забрудненої місцевості особовим складом піротехнічним підрозділом Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Таке дослідження вимагає використання наступних наукових методів: системного підходу для визначення чинників, які впливають на процес гуманітарного підводного розмінування піротехнічним підрозділом; ймовірно-статистичних методів, які будуть застосовані для обробки та аналізу натурних, експертних та розрахункових експериментальних результатів, отримання математичної моделі та оцінки ефективності методики, яка буде розроблена на її основі.

В результаті можна очікувати отримання наступних нових наукових результатів:

- Математичної моделі гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості піротехніками ДСНС;
  - Оперативно-технічної методики скорочення часу гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості піротехніками ДСНС;
  - Закономірностей діяльності піротехніків ДСНС під час гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості.
- Практичне значення цих результатів:
- методика обґрунтування рекомендацій щодо скорочення часу гуманітарного підводного розмінування водолазами-саперами дозволить розробити науково-обґрунтовані рекомендації щодо підвищення ефективності дій піротехнічних підрозділів Державної служби

України з надзвичайних ситуацій;

– закономірності діяльності – практичні нормативи для подальшого їх впровадження в практичну діяльність піротехнічних підрозділів ДСНС.

Реалізація поставлених завдань вимагає проведення досліджень в наступній послідовності:

По-перше, аналіз особливостей попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних із знаходження вибухонебезпечних предметів в радіаційно-забрудненій місцевості, в наступній послідовності:

✓ Ліквідація надзвичайних ситуацій, пов'язаних із знаходженням вибухонебезпечних предметів в специфічних умовах середовища, за кордоном;

✓ Особливості дій піротехнічних підрозділів ДСНС під час ліквідації надзвичайних ситуацій в радіаційно-забрудненій місцевості;

✓ Аналіз існуючого науково-методичного апарату щодо визначення показників, які характеризують діяльність піротехніків ДСНС в процесі гуманітарного розмінування радіаційно-забрудненої місцевості.

По-друге, розробка математичної моделі гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості піротехніками ДСНС та оперативно-технічної методики скорочення часу гуманітарного розмінування в РЗМ на її основі. В цьому випадку математичну модель доцільно створити у вигляді системи трьох аналітичних залежностей: - перша представляє собою функціонал, який описує процес функціонування системи «піротехнік-сапер ДСНС – надзвичайна ситуація, яка пов'язана із знаходженням вибухонебезпечного предмету в радіаційно-забрудненій місцевості – засоби розмінування та захисту особового складу від небезпечних чинників, пов'язаних як з вибухонебезпечною дією предметів, що вимагають розмінування, так і з радіаційно-небезпечною місцевістю»; - друга дозволяє уявити цей функціонал як сукупність однофакторних моделей; - третя забезпечує визначення вагових коефіцієнтів при вирішенні багатфакторного завдання. Тоді оперативно-технічна методика скорочення часу гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості піротехніками ДСНС буде представляти собою сукупність наступних послідовних дій: - вибір варіантів оперативної діяльності під час ліквідації надзвичайних ситуацій, пов'язаних із знаходженням вибухонебезпечних предметів в радіаційно-забрудненій місцевості, піротехніками ДСНС; - їх експертну оцінку у відповідності до обраного плану з урахуванням факторів, які характеризують рівень підготовленості піротехніків-саперів, умови, в яких вони працюють, а також оснащення; - визначення параметрів багатфакторних моделей гуманітарного розмінування та перевірку їх достовірності; - їх аналіз та спрощення з подальшим ранжуванням факторів в центрі факторного простору та на його краях; - експертне обґрунтування рекомендацій для впровадження; - вибір і реалізацію оперативно-технічних рекомендацій.

По-третє, перевірка достовірності математичної моделі гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості піротехніками ДСНС, яка буде вимагати

✓ Розкриття закономірностей діяльності піротехніків ДСНС під час гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості;

✓ Перевірка математичної моделі знешкодження безпеки ВВП першої категорії, який знаходиться на радіаційно-забрудненій місцевості;

✓ Перевірка математичної моделі знешкодження безпеки ВВП другої категорії, який знаходиться на радіаційно-забрудненій місцевості.

По-четверте, оцінка ефективності реалізації оперативно-технічної методики скорочення часу гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості, основу якої буде складати порівняльний аналіз існуючої та розробленої у відповідності до нових обґрунтованих пропозицій в натуральних та кодованих перемінних.

По-п'яте, обґрунтування пропозицій щодо впровадження розробленої математичної моделі та оперативно-технічної методики на її основі, в першу чергу тих, які вимагають порівняльного аналізу в подальшому.

## РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПОЖЕЖНІЙ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

*Сухарькова О.І.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Вплив сучасних технологій на різні сфери нашого життя щодня стає все більш помітним і значущим. Однією з таких сфер, де технологічний прогрес виявляється особливо важливим є пожежна та аварійно-рятувальна діяльність. На сьогодні робота пожежників і рятувальників є однією з найбільш складних і небезпечних професій. Сучасні інноваційні технології стають важливим фактором для ефективного керування силами і засобами на пожежі чи під час ліквідації надзвичайної ситуації. Вони розширюють можливості рятувальників, допомагають у прогнозуванні ризиків та забезпечують оперативний обмін інформацією, що дозволяє швидко реагувати на кризові ситуації.

Застосування дронів, інтелектуальних систем та автономних роботів дозволяє рятувальникам отримувати детальніше зображення з місця події, досліджувати небезпечні території, а також доставляти допомогу там, де це було б складно або небезпечно для людини. Крім того, роботизовані системи можуть виконувати завдання на місці аварії замість людини, що дозволяє уникнути ризику для життя та здоров'я рятувальників, збільшують точність та швидкість реакції на кризові ситуації.

Однак, окрім підвищення ефективності роботи, необхідно також застосовувати інноваційні технології для навчання пожежних та рятувальників. На сьогодні такими незамінними інструментами є VR (віртуальна реальність) і AR (доповнена реальність) [1].

VR і AR – це дві різні технології, які створюють імерсивні візуальні досвіди, але мають дещо відмінні характеристики і застосування.

VR – це технологія, яка створює імерсивне віртуальне середовище, в яке користувач може повністю зануритись. Зазвичай для досягнення ефекту VR використовують спеціальні навушники та VR-окуляри. Ці окуляри показують віртуальні об'єкти та сценарії перед очима користувача, а також реагують на його рухи, дозволяючи взаємодіяти з цим віртуальним світом. Окремі VR-системи можуть також забезпечувати відчуття дотику або звуку, що підсилює реалізм досвіду.

Застосування VR різноманітне: від ігор і розваг до навчальних програм та підготовки фахівців у різних галузях, таких як медицина, авіація, військова справа та, звісно, пожежна та аварійно-рятувальна діяльність. У віртуальних симуляціях рятувальники можуть тренувати свої навички, реагуючи на різні небезпечні ситуації, такі як пожежі, затоплення чи обвалення будівель, без реальної небезпеки для свого життя.

AR – це технологія, яка доповнює реальне середовище віртуальними об'єктами та інформацією. Користувач може спостерігати реальний світ навколо себе через камеру пристрою, наприклад смартфона або AR-окулярів, і в той же час бачити віртуальні об'єкти, які накладаються на реальність. Ці віртуальні об'єкти можуть бути текстовою інформацією, графікою, 3D-моделями та іншими елементами, які взаємодіють з навколишнім середовищем.

AR знаходить застосування також у різних сферах життя. У пожежній та аварійно-рятувальній діяльності AR може допомагати рятувальникам, надаючи їм додаткову інформацію під час роботи на місці події. Наприклад, вони можуть бачити схеми побудови будівлі, інструкції щодо евакуації, технічні характеристики небезпечних речовин тощо.

В якості прикладу можна навести додаток FLAIM Trainer (рис. 1), який використовує технологію VR. Додаток розроблений австралійською компанією FLAIM Systems [2].

FLAIM Trainer поєднує в собі віртуальні пожежні середовища високої точності з фізичними інтерфейсами в режимі реального часу, щоб забезпечити відчуття справжнього

віртуального тренування в будь-якому місці та в будь-який час безпечним і ефективним способом, який безпечно готує пожежників до ризиків, пов'язаних з боротьбою з пожежами.



Рис.1. Реальні та віртуальні об'єкти з використанням технології VR

Однією з ключових особливостей FLAIM Trainer є можливість інтеграції реального пожежного обладнання. Користувачі можуть використовувати спеціальне обладнання, таке як пожежний рукав, гідроліфт та рятувальна камера, що з'єднані з симулятором у віртуальному середовищі. Це забезпечує ще більшу реалістичність навчання та покращує зв'язок між віртуальним та реальним досвідом.

Цей додаток підтримує можливість проведення спільних тренувань, де кілька пожежників можуть взаємодіяти в одному віртуальному середовищі, що сприяє покращенню командної співпраці та координації дій.

Використання VR та AR технологій у навчанні та практичній роботі рятувальників допомагає підвищити рівень їхніх навичок, підготувати до небезпечних ситуацій та забезпечити більш ефективно та безпечно виконання рятувальних операцій, зменшуючи ризики для життя та здоров'я. Пожежі та кризові ситуації можуть бути дуже складними для моделювання у реальному житті, але з VR та AR можна створити симуляції з великою кількістю факторів і деталей, що збільшує реалізм навчання. Використання віртуальної технології може допомогти уникнути витрат на реальні тренувальні сесії, дозволяючи рятувальникам навчатися віддалено або у власних навчальних центрах.

Отже, інноваційні технології мають великий потенціал для вдосконалення пожежної та аварійно-рятувальної діяльності. Впровадження сучасних засобів спостереження, комунікаційних технологій, захисного обладнання та систем прогнозування дозволяє рятувальникам діяти більш координовано, швидко та безпечно, забезпечуючи ефективний захист. Продовження інвестицій у дослідження та розвиток новітніх рятувальних технологій є критичним для забезпечення безпеки суспільства в умовах зростаючих викликів надзвичайних ситуацій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ченчева О. О., Ченчевой В.В., Бахарев В.С., Литвиненко М. Ю., Лашко Є.Є., Геращенко С.М. Використання технологій доповненої та віртуальної реальності для набуття hard and softskills при навчанні спеціалістів цивільної безпеки. Системи управління, навігації та зв'язку. 2022. Вип. 4. С. 153-157.

2. FLAIM Trainer immersive VR system. URL: <https://www.fireservicecollege.ac.uk/training/flaim-trainer>.

## УДАРОМІЦНІСТЬ ВОГНЕЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ

Чернуха А.А., к.т.н.

Національний університет цивільного захисту України,

Деревина як будівельний матеріал використовується людиною з кінця кам'яного віку. Відносна дешевизна, простота обробки та монтажу, естетичний вигляд, екологічність, низька теплопровідність роблять деревину актуальною у будівництві та сьогодні. Однак поряд з перевагами, що вигідно відрізняють її від інших будівельних матеріалів, деревина має і недоліки, головними з яких є легка займистість і горючість. У зв'язку з цим, важливе значення, набуває проблема вогнезахисту деревини різними способами. Найбільш ефективними є обробка вогнезахисними покриттями та просочення спеціальними складами [1].

Одним із способів вогнезахисту є спосіб нанесення на поверхню матеріалу, що захищається шару покриття, ефективність якого визначається фізико-хімічними властивостями покриття. При місцевому впливі короточасного джерела запалювання вогнезахисні покриття ускладнюють горіння дерев'яних конструкцій, полегшують гасіння пожежі, а в ряді випадків унеможливають його виникнення [2].

У більшості вогнезахисних покриттів ефективність залежить від кількості шарів нанесених на поверхню, що захищається. При застосуванні вогнезахисних покриттів на основі ксерогелів гелеутворюючих систем достатньо одного шару для отримання ефективності значно вище за першу групу [3].

Таблиця 1

## Удароміцність вогнезахисного покриття залежно від вмісту вермикуліту

Вміст вермикуліту, г·л <sup>-1</sup>	0	50	100	150	200	250
Удароміцність, м	0,8	0,7	0,65	0,6	0,5	0,4

У попередніх роботах [1, 2, 3] підібрано режими нанесення гелеутворюючої системи, що забезпечують хорошу адгезію покриття до поверхні деревини, відсутність розтріскування та відшаровування покриттів при сушінні, встановлена модель впливу товщини покриття на його вогнезахисну ефективність.

Досліджуване покриття СК-1 на основі ксерогелю з додаванням вермикуліту спученого та азбесту, що забезпечує I групу вогнезахисної ефективності при мінімальній товщині покриття (1 мм).

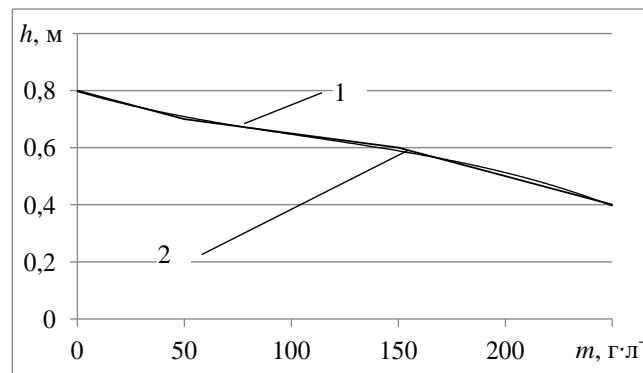


Рис. 1. Залежність удароміцності від вмісту вермикуліту в вогнезахисному покритті: 1 – експериментальна ламана; 2 – апроксимуюча крива

З протоколу випробувань вогнезахисного покриття СК-1 на групу вогнезахисної ефективності випливає, що втрата маси зразка не перевищувала 3,5 % [3] при регламентованій – 9 %. У попередніх роботах дослідниками ставилося завдання створення вогнезахисного покриття підвищеної ефективності із задовільними експлуатаційними властивостями та простотою нанесення в один шар.

Метою роботи є встановлення впливу складу покриття на основі ксерогелю силікатної гелеутворюючої системи на його експлуатаційні властивості.

Для цього були проведені експериментальні дослідження впливу удароміцності залежно від наявності крупнозернистого наповнювача та товщини ксерогелевого покриття на основі силікатної системи гелеутворення.

Зразки деревини для експерименту готувалися згідно з вимогами ГОСТ 16363-98. На підготовлені зразки деревини наносилося покриття СК-1 товщини, що досліджується. Для нанесення тонких шарів до складу покриття не входив вермикуліт. Після сушіння зразки досліджувалися на установці У-1.

Для кожного покриття проводилося три незалежні дослідження, для аналізу використовувалося середнє значення удароміцності в кожній точці факторного простору.

Була побудована статична апроксимуюча крива, рівняння якої має вигляд:

$$h = -0,0037 m^3 + 0,0353 m^2 - 0,1681 m + 0,9333, \quad (1)$$

де  $h$  - удароміцність, м;

$m$  – вміст вермикуліту,  $г \cdot л^{-1}$ .

Апроксимація експериментальних даних була виконана з достовірністю 0,9961.

Законодавець встановлює дві групи вогнезахисної ефективності коштів. І-а передбачає втрату маси при випробуванні за ГОСТ 16363 9 %, ІІ-а – 25 %, за більшої втрати маси зразка, засіб не вважається вогнезахисним. В ході експерименту встановлено, що втрата маси зразком деревини, що досліджується, більше 13,3 % може статися, тільки внаслідок самостійного горіння після припинення подачі газу. Таким чином, для засобу на основі ксерога силікатної гелеутворюючої системи актуально встановити товщину покриття для забезпечення ефективності вогнезахисту (2):

$$l = 34,036 \cdot \Delta m - 1,3457, \quad (2)$$

На основі експериментальних досліджень удароміцності та вогнезахисної ефективності покриття на основі гелеутворюючої системи  $K_2CO_3 - Na_2O \cdot 2,95 SiO_2$  встановлено залежність між показником удароміцності, вогнезахисної ефективності та товщиною покриття. Встановлені товщини ксерогелевого покриття для отримання вогнезахисної деревини Іа, Іб підгруп за ГОСТ 30219 і першої групи вогнезахисної ефективності покриття за ГОСТ 16363 з підвищеною стійкістю до ударів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.О. Дослідження впливу товщини кулі гелю на його вогнезахисні властивості / Ю.О. Абрамов, О.О. Кіреєв, О.М. Щербина // Пожежна безпека. - 2006. - №.8. - С. 159-162.
2. Кіреєв А.А. Термогравіметричні дослідження вогнезахисної дії ксерогелевих покриттів для деревини / А.А. Кіреєв, А.А. Чернуха, А.Д. Кириченко // Проблеми пожежної безпеки: зб. наук. тр. - Х., 2008. - Вип. 23. - С. 73-78.
3. Кіреєв А.А. Підбір гелеутворюючих систем для отримання вогнезахисних покриттів, що спучуються / А.А. Кіреєв, А.А. Чернуха // Проблеми пожежної безпеки: зб. наук. тр. - Х., 2008. - Вип. 24. - С. 54-60.



## МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я І ПСИХОСОЦІАЛЬНА ПІДТРИМКА ПРАЦІВНИКІВ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ: ОБ'ЄДНАННЯ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ

*Шароватова О.П., к.пед.н., доцент, Морозов А.І., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

У реаліях найближчого сьогодення наслідки надзвичайних кризових ситуацій тривалий час впливатимуть на ментальне здоров'я не лише нині працюючого населення, а й на молоде покоління, яке ще має поповнити представництво ринку праці. Тому підприємствам, організаціям, установам необхідно не тільки забезпечувати підтримку психологічно здорового робочого середовища, а й постійно вдосконалювати й посилювати цю підтримку як нині, так і у майбутньому.

Індикатором здорового робочого середовища є психологічно здорові співробітники. Коли навчання навичкам психологічного відновлення та управління стресом вбудовані в діяльність діючої структури, працівники відчують, що їх цінують і підтримують. Це у свою чергу відбивається на рівні їхньої психологічної стійкості та продуктивності, сприяє її підвищенню, що є вкрай важливим в умовах надзвичайних криз.

Щоб психосоціальна підтримка була системною, реалізовувалась на постійній основі й мала превентивний характер, необхідна відповідна система дій: політика і програма заходів у межах цієї політики. Системна увага керівництва до ментального здоров'я працівників так само важлива, як і турбота про їхній фізичний стан. Це може підвищувати мотивацію і продуктивність співробітників, сприяти збереженню кадрового потенціалу, запобігати травмуванню на роботі, за певних обставин навіть уберегти життя і бути фактором додаткової привабливості для шукачів роботи та інвесторів. Запровадження програми психосоціальної підтримки вочевидь підсилить значення та відкриє шлях до профілактики інших психосоціальних ризиків у сфері праці. Психосоціальна підтримка має стати частиною заходів, які можуть бути інтегровані в загальну політику і програму безпеки й здоров'я на роботі. Вони розширять профілактичну діяльність, орієнтовану на контроль факторів психосоціальних ризиків. Відтак, розробляючи відповідну політику, необхідно проаналізувати ситуацію щодо вже наявних у даній галузі політик, програм, кодексів поведінки, положень у колективних договорах та угодах із питань підтримки працівників. Здійснений аналіз засвідчить, чи варто розробляти окрему політику, чи достатньо доповнити вже існуючі і впроваджені програми підтримки співробітників. Аналіз ситуації також може включати анонімне опитування персоналу щодо наявних психосоціальних потреб та оцінювання рівня стресу. За потреби доречним може бути створення координаційного відділу, який саме і працюватиме над політикою, впроваджуватиме програму відповідних заходів, підтримуватиме системну комунікацію, оцінюватиме й аналізуватиме результати.

Тож, покращення ментального здоров'я працівників вимагає відповідних дій, спрямованих на запобігання психічним розладам, на захист ресурсного стану і зміцнення психічного здоров'я, а також на підтримку повної та рівноправної участі всіх працівників у реалізації професійних функцій за призначенням.

Шляхами покращення ментального здоров'я працівників визначено:

- запобігання ризикам (оцінювання впливу психосоціальних ризиків, організаційні зміни, щоб мінімізувати психосоціальні ризики та запобігти психічним захворюванням працівників);
- захист та зміцнення ментального здоров'я (підвищення обізнаності, розвиток навичок і можливостей для раннього розпізнавання проблем психічного здоров'я та організаційні зміни);
- підтримка працівників, які пережили травматичний досвід, отримали травму (адаптація, залучення, підтримка, розумне пристосування) [1].

За твердженням фахівців, профілактичні заходи (втручання) на робочому місці, включені до програми психосоціальної підтримки, мають відповідати трьом стратегіям профілактичних інтервенцій: універсальні (на рівні всієї діючої структури та всіх працівників); вибіркові (на рівні

окремого робочого місця чи окремих груп працівників); індивідуальні (на рівні окремого працівника).

Усі ці стратегії містять дії, спрямовані на запобігання, захист, зміцнення та підтримку ментального здоров'я співробітників шляхом організаційних змін (умови роботи, дизайн робочого місця, робоче навантаження тощо), інформаційно-навчальних заходів і доступу до отримання медичних, психологічних та соціальних послуг.

Відповідно до рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я:

- універсальні профілактичні заходи спрямовані на всіх співробітників і мають на меті підтримати ресурсний стан і запобігти психосоціальним ризикам шляхом формування відповідної політики на робочому місці та програми заходів;

- вибіркові профілактичні заходи спрямовані на вразливі групи працівників і мають на меті усунути або зменшити фактори психосоціальних ризиків і зміцнити ментальне здоров'я шляхом навчання керівників, інспекторів, лідерів профспілок методам надання першої психологічної допомоги, проведення організаційних корегувальних дій, комунікаційних та інформаційно-навчальних заходів;

- індивідуальні профілактичні заходи спрямовані на окремих співробітників для підтримки, повернення на роботу та працевлаштування шляхом організації доступу до психологічних, медичних та соціальних послуг, забезпечення політики психологічної безпеки, недопущення стигми і дотримання конфіденційності [1].

З позицій дій керівництва невід'ємною складовою політики психосоціальної підтримки на робочому місці має бути відкритість і перебування на постійному зв'язку, удосконалення системи внутрішніх комунікацій. Це і план управління змінами щодо особливостей діяльності структури – установи, організації - з огляду на певні обмеження в умовах надзвичайних криз. Це і чіткий план дій щодо організації безпечних умов праці.

Системна комунікація керівника з персоналом та можливість без остраху повідомити про свої потреби забезпечують адаптацію та умови для повернення співробітників до роботи. Розмова про психічне здоров'я може бути незручною для багатьох, особливо для чоловіків. Особистий же приклад колеги, керівника щодо підтримки ментального здоров'я може сприяти формуванню довірливої та інклюзивної культури в організації. З регулярною періодичністю керівники можуть використовувати індивідуальні зустрічі з персоналом, щоб особисто дізнатися про емоційний стан та першочергові потреби. Комунікація є вкрай необхідною, щоб персонал усвідомлював, що керівництво визнає, що турбота про психосоціальний добробут кожного працівника і кожної працівниці сприяє створенню більш чутливого робочого середовища і зменшує стигму, яка може бути перешкодою для відкритості та отримання своєчасної психологічної допомоги. Через комунікацію з персоналом лідери можуть ділитися власним досвідом в управлінні стресом в умовах надзвичайних криз, зокрема під час війни чи техногенних катастроф. Така поведінка демонструє працівникам, що вони можуть робити так само.

Отже, інформованість щодо ситуації та подальших кроків, наявність чіткого плану дій у випадку надзвичайної ситуації, конструктивна комунікація допоможуть знизити рівень тривоги та посилити психологічну стійкість співробітників у важкі часи. Це підвищить довіру до керівництва, покращить атмосферу в трудовому колективі, підтримає загальний дух людей та запобігатиме появі негативних наслідків. Комунікація може забезпечуватися шляхом офлайн- та онлайн-зустрічей, груп у соціальних мережах, чат-боту, тимбілдінгу, челенджів, волонтерства тощо. Оскільки в умовах сьогодення люди зазвичай перевантажені кількістю інформації, а в умовах надзвичайних криз тим більше, тож розміщення плану дій у надзвичайних ситуаціях, контенту для підтримки ментального здоров'я, успішних історій колег, посилок на служби підтримки тощо в одному місці вочевидь удосконалив дієвість інформаційних матеріалів і відповідну комунікацію [1].

## ЛІТЕРАТУРА

1. З турботою про себе й кожного. Серія інформаційних матеріалів із питань психосоціальної підтримки на робочому місці у воєнний і післявоєнний час. URL: <https://pratsia.in.ua/ilo/informatsiynyy-material-dlya-lideriv-pidpruyemstv-profspilok.html>

## ЗАСТОСУВАННЯ ПІДКАСНИКА ПОЖЕЖНИМИ-РЯТУВАЛЬНИКАМИ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В ЗАСОБАХ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ І ЗОРУ

*Шевченко С.М., к.т.н.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Згідно з нормативними документами[1], що регламентують забезпечення підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі ДСНС) аварійно-рятувальною технікою, обладнанням, засобами та майном осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту підкасником забезпечуються персонал органів управління та сил цивільного захисту пожежно-рятувальних підрозділів одним предметом на два роки з примітками (не видається особам, котрі перебувають на посаді - водій та диспетчер (радіотелефоніст) та закладається 100 % резерв із розрахунку на чергову зміну підрозділів ДСНС в зоні безумовного (обов'язкового) відселення); персоналу органів управління та сил цивільного захисту аварійно-рятувальних підрозділів ДСНС одним предметом на три роки з приміткою (не видається особам, котрі перебувають на посаді - водій).

Підкасник – спеціальне захисне спорядження(рис.1), яке одягається під каску пожежника та призначене для захисту шиї та голови, а також деяких ділянок обличчя від впливу небезпечних факторів пожежі та вогнегасних речовин під час гасіння пожеж і пожежно-рятувальних робіт. Предмет – засіб індивідуального захисту, який повинен захищати від ризиків Категорії III відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 р. № 771 «Про затвердження Технічного регламенту засобів індивідуального захисту» [2]. Предмет повинен відповідати санітарному законодавству. За технічними характеристиками підкасник повинен відповідати технічним вимогам, що підтверджується відповідними протоколами випробувань.

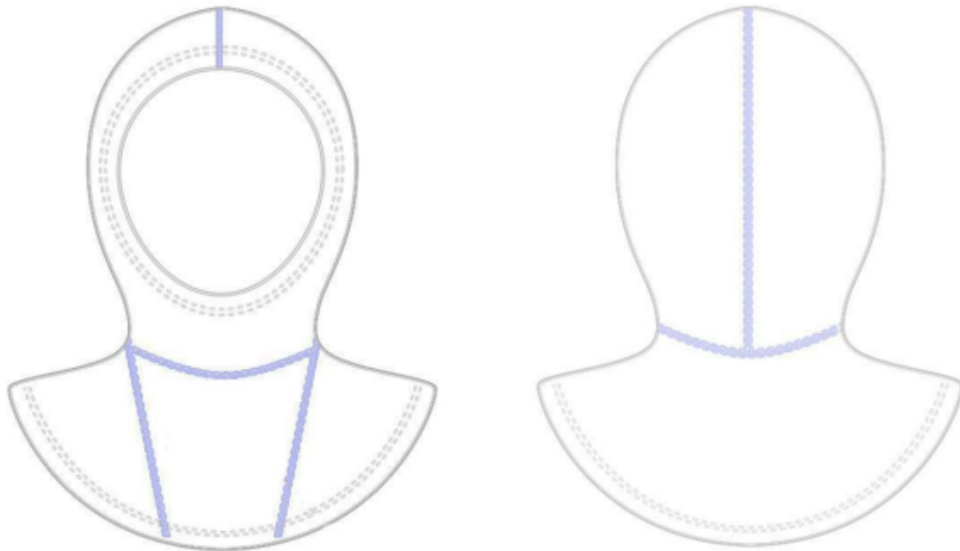


Рис.1. Зовнішній вигляд підкасника.

Предмет повинен відповідати вимогам: 1. Технічного регламенту засобів індивідуального захисту (постанова Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 р. № 771) та пройти відповідні процедури оцінки відповідності із врахуванням категорії ризиків від

яких засіб індивідуального захисту призначений захищати користувача; 2. ДСТУ EN 13911:2015 Захисний одяг для пожежників. Вимоги та методи випробування протипожежних капюшонів для пожежників (EN 13911:2004, IDT) [3]. 2. ДСТУ EN 1149-5:2015 Одяг захисний. Електростатичні властивості. Частина 5. Характеристики матеріалів та вимоги до дизайну (EN 1149-5:2008, IDT) [4].

Предмет за розмірами повинен відповідати вимогам Таблиці 1.

Таб.1. Основні розміри та параметри підксіника

озміри	Обхват голови, см.
54-58	Від 54 до 59 включно
60-64	Від 54 до 59 включно

Для маркування предмету повинні застосовуватися:

1. етикетка з маркуванням ;
2. пакувальний ярлик (лист). Етикетка з маркуванням обов'язково має містити наступні відомості з зазначенням:
  - виробника, його адреси, ЄДРПОУ тощо;
  - назви Предмету «Підкасіник для пожежників»;
  - умовних позначень розміру;
  - рік виготовлення;
  - інформацію про символи по догляду відповідно до ISO 3758:2012;
  - національного знаку відповідності згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 року № 1184 «Про затвердження форми, опису знака відповідності технічним регламентам, правилам та умовам його нанесення»;
  - опис матеріалів із вказанням його виробника, артиклю, складу, поверхневої густини, тощо;
  - відповідності ДСТУ EN 13911:2015 із зображенням відповідної піктограми

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 29 травня 2013 року № 358 «Про затвердження Норм табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних матеріалів підрозділів ДСНС України».
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 р. № 771 «Про затвердження Технічного регламенту засобів індивідуального захисту».
3. ДСТУ EN 13911:2015 Захисний одяг для пожежників. Вимоги та методи випробування протипожежних капюшонів для пожежників (EN 13911:2004, IDT).
4. ДСТУ EN 1149-5:2015 Одяг захисний. Електростатичні властивості. Частина 5. Характеристики матеріалів та вимоги до дизайну (EN 1149-5:2008, IDT).

---

**СЕКЦІЯ 4**  
**«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНОЇ ТА**  
**АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ, ОСНАЩЕННЯ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ**  
**ЗАХИСТУ ГРОМАДЯН УКРАЇНИ ТА ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС»**

---

УДК 539.12: 614.8

**РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ЗРАЗКУ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ**  
**МОДИФІКУВАЛЬНИХ ДОБАВОК НА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ**

*Грищенко Д.В.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Для гасіння пожеж твердих горючих матеріалів застосовують водні вогнегасні речовини. Серед ВВР на сьогодні найбільш поширеною вогнегасною речовиною залишається вода. Воді притаманна низка недоліків, усунення яких досягається за рахунок додавання до неї поверхньо-активних речовин, модифікованих добавок, які є неорганічними з'єднаннями солей, і інгібіторів горіння. Альтернативою воді є компресійна піна, що утворена шляхом змішування води, піноутворювача та повітря під тиском. Вона застосовується для гасіння твердих матеріалів і горючих рідин.

У [1] проведено аналіз наукових публікацій, присвячених використанню компресійної піни при гасінні пожеж та підвищенню її вогнегасної ефективності. За результатами аналізу встановлено, що низка досліджень присвячена підвищенню вогнегасної ефективності компресійної піни за рахунок варіювання кратності та концентрації водного розчину піноутворювача, зміни співвідношення повітря/ піноутворювач, застосування різних видів піноутворювачів при гасінні. На сьогодні не відомі дослідження, спрямовані на підвищення вогнегасної ефективності компресійної піни за рахунок додавання до її складу модифікованих добавок. При застосуванні добавок, можливий вплив на процес термодеструкції твердих горючих речовин. Компресійна піна буде діяти одразу за трьома механізмами припинення горіння, у тому числі і інгібувати реакцію горіння та утворювати вогнезахисну плівку на поверхні твердого горючого матеріалу.

За результатами аналізу [2] розроблено класифікацію та виділено чотири типи модифікованих добавок, в залежності від механізму впливу на процес горіння. Проаналізовано експериментальні дослідження щодо вивчення вогнегасної ефективності водних речовин у складі яких є модифіковані добавки. Найбільше поширення набули фосфати та карбонати амонію, хлориди та карбонати калію. На підставі проведеного аналізу для підвищення ефективності компресійної піни для застосування у її складі обрано модифіковані добавки I, II та IV типів: гідрофосфат амонію  $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)$ , дігідроортофосфат амонію  $(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)$ , карбонат амонію  $((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$ , карбонат калію  $(\text{K}_2\text{CO}_3)$ , хлорид калію  $(\text{KCl})$ . Наступним кроком є визначення впливу обраних модифікованих добавок на властивості компресійної піни та експериментальне визначення вогнегасної ефективності під час гасіння твердих горючих речовин.

Існуючі промислові зразки систем генерування компресійної піни є обмеженими у низці технічних параметрів, зокрема відсутня можливість визначати витрати водного розчину піноутворювача та повітря. Також промислові зразки призначені безпосередньо для застосування в умовах розвиненої пожежі, що передбачає визначену витрату для різних типів піни за кратністю та інтенсивністю подавання.

Для дослідження впливу типу модифікованих добавок та їх концентрації у складі компресійної піни на її вогнегасну ефективність необхідно проведення уточнюючих досліджень на лабораторних модельних вогнищах пожежі, що є обмеженим при застосуванні

промислових зразків. Тому постає питання розробки лабораторного зразку системи генерування компресійної піни, з такими технічними параметрами, які дозволять проведення уточнюючих досліджень із застосуванням лабораторних модельних вогнищ.

На рис. 1. подано принципову схему генерування компресійної піни у лабораторному зразку системи.

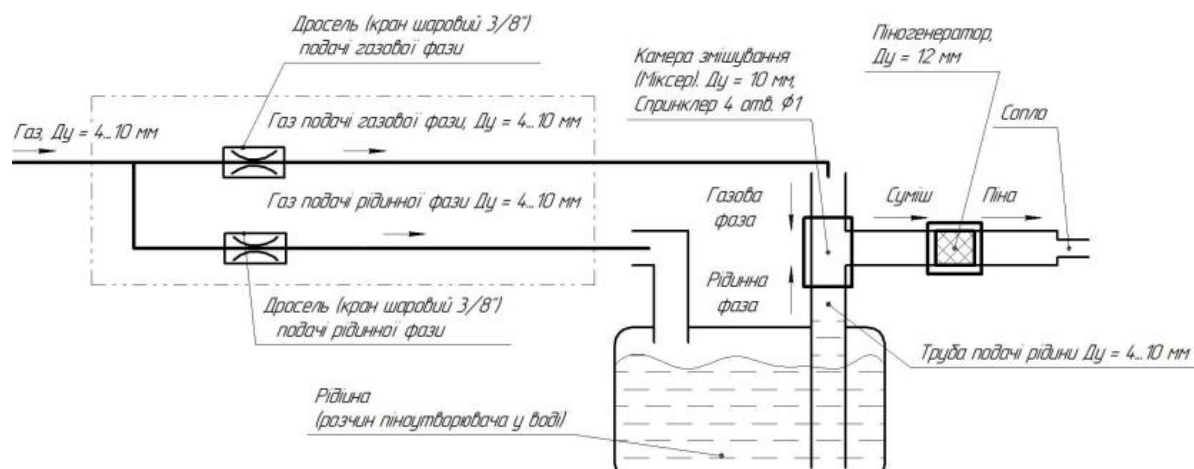


Рис. 1. Схема генерування компресійної піни у лабораторному зразку системи.

Модель лабораторного зразку у 3D вигляді подано на рисунку 2.

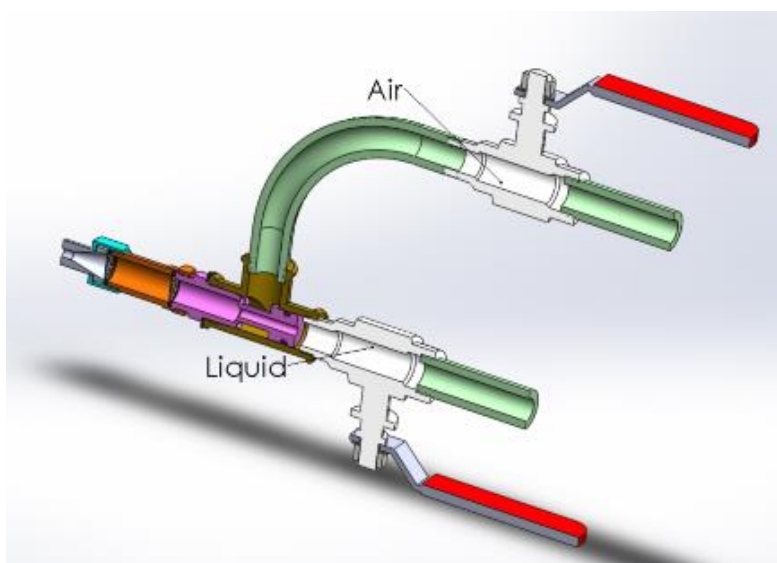


Рис. 2. Модель лабораторного зразку у 3D вигляді.

Наступним кроком є розробка відповідних креслень, деталей та з'єднань для лабораторного зразку системи з урахування можливості зміни порозності у піногенераторі та застосування у складі системи вимірювальних приладів для контролю витрат водного розчину піноутворювача та повітря.

## ЛІТЕРАТУРА

2. Shakhov, S., Vinogradov S., & Grishenko D. (2023). Analysis of ways to increase the efficiency of compressed air foam for extinguishing solid materials. *Municipal Economy of Cities*, 1(175), 151–159. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-1-175-151-159>

3. Shakhov, S., Vinogradov, S., & Gruschenko, D. (2023). Аналіз досвіду використання модифікувальних добавок та їх фізико-хімічних властивостей для подальшого застосування у складі компресійної піни. *Пожежна безпека*, 42, 85-95. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20786662.42.2023.10>

## ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ РЕЗ РАЙОНУ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

*Закора О.В., к.т.н., доцент, Феценко А.Б., к.т.н., доцент, Борисова Л.В., к.ю.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Бурхливий розвиток засобів радіозв'язку, широке впровадження у наше життя нових технологій передачі інформації та збільшення кількості радіовипромінюючих пристроїв призводить до проблем сумісного використання радіоелектронними засобами радіочастотного спектру. Відомо, що при відносно невеликому просторовому видаленні та використанні суміжних частот (параметрів) радіоелектронних засобів (РЕЗ) існує можливість їх взаємного негативного впливу один на одного – перешкодового впливу, який, у свою чергу, може призводити до погіршення і навіть зриву в роботі тих чи інших РЕЗ, ускладнення вирішення завдань управління процесом ліквідації [1]. Особливо актуальною така проблема стає під час ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) у відповідному районі. Зосередження в одному районі великої кількості РЕЗ, що використовуються як системою управління ДСНС України, так і різноманітними користувачами радіочастотного ресурсу, призведе до зростання загрози виникнення ненавмисних перешкод, зривів передачі невідкладної інформації по радіоканалах зв'язку та управління, утруднень і навіть зривів управління підрозділами ліквідаторів. Вирішення цієї проблеми потребує комплексного підходу до питання оцінки стану та забезпечення електромагнітної сумісності РЕЗ, зосереджених у районі ліквідації НС.

Запобігання ненавмисним перешкодам має певні складності, оскільки ручні розрахунки рівнів перешкод та інших параметрів електромагнітної сумісності (ЕМС) є неефективними через велику складність і об'єми таких розрахунків. Автоматизація цього процесу дозволяє збільшити ефективність виявлення потенційно несумісних РЕЗ, заходів щодо частотного та територіального рознесення цих засобів, підвищити ефективність інформаційного забезпечення радіочастотного моніторингу у ДСНС України. Рішення даної проблеми вимагає комплексного підходу до питання оцінки стану і забезпечення ЕМС РЕЗ.

Важливим етапом вирішення проблеми електромагнітної сумісності є етап виявлення потенційно несумісних РЕЗ, прогнозування виникнення взаємного небажаного впливу РЕЗ один на одного. Результатом вирішення цього завдання є списки (переліки) РЕЗ, спільна робота яких із заданими параметрами може призводити до виникнення взаємних радіоперешкод. Отримані дані можуть використовуватися надалі як вихідні для вирішення задачі приведення угруповання в стан електромагнітної сумісності.

Для отримання такої інформації потрібні спеціальні інструментальні засоби проведення розрахунків, моделі функціонування РЕЗ, законодавчо-нормативні документи, методики розрахунків та розрахункові алгоритми. Вирішення викладеного завдання передбачає створення досить потужної системи аналізу стану електромагнітної сумісності угруповання РЕЗ ДСНС України, що включає комплекс розрахункових модулів, склад яких визначається переліком завдань, що розв'язуються. Аналіз існуючих систем підтримки ухвалення рішення дозволяє виділити наступний набір модулів (рис.1):

- базу даних параметрів РЕЗ, що належать як підрозділам – учасникам ліквідації надзвичайної ситуації, так і інших РЕЗ, зосереджених у відповідному регіоні;
- модуль прогнозування можливих комбінацій негативної взаємодії джерел та приймачів (рецепторів) перешкод, що враховує як дуельні ситуації, так і можливість множинного впливу;
- модуль прогнозування (для конкретно заданої групи РЕЗ) ситуацій проникнення перешкод у приймальний тракт потенційного рецептора на частотах основного каналу,

позасмугових та побічних паразитних випромінювань по основному та неосновним каналам прийому;

- модуль прогнозування ситуацій виникнення перешкод від потенційних джерел внаслідок явищ інтермодуляції, блокування та перехресних спотворень;

- модуль оцінки ступеня подавлення рецептора та наслідків перешкодової дії (прийняття рішень).

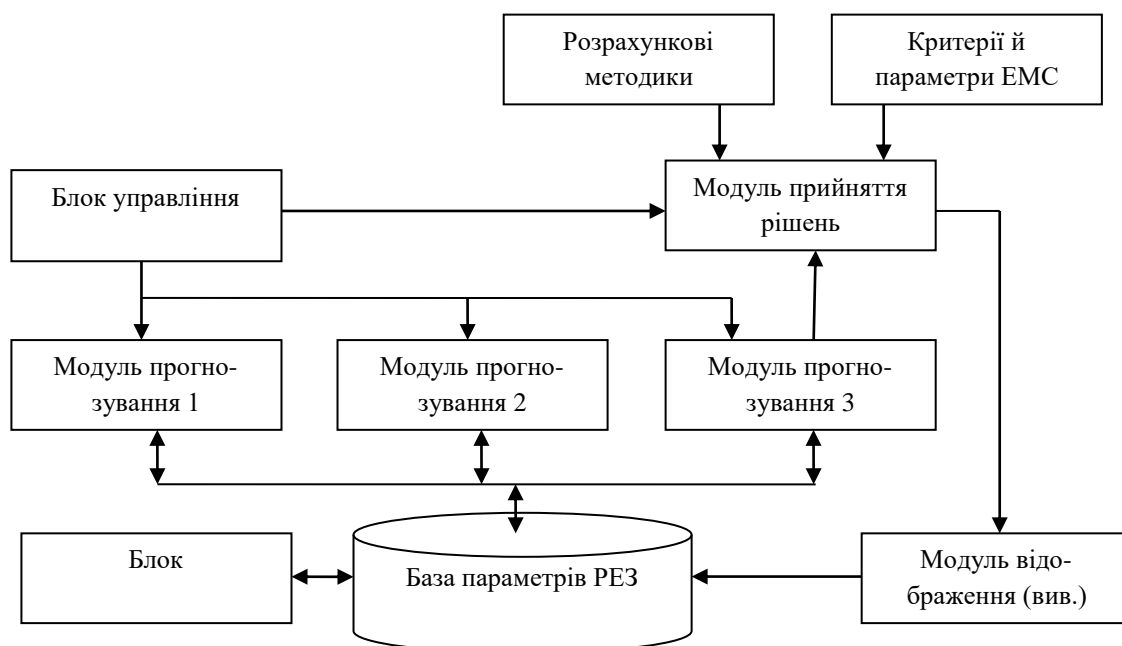


Рис. 1. Структура інформаційно-аналітичної системи "EMC РЕЗ"

Для якісного проведення таких розрахунків має використовуватися сформована заздалегідь база даних параметрів РЕЗ в районі НС, визначено критерії для оцінки стану електромагнітної сумісності, обґрунтовано методики оцінки параметрів електромагнітної сумісності РЕЗ.

Як основний, але не єдиний критерій сумісності РЕЗ переважно використовується енергетичний критерій, що передбачає обчислення та порівняння з порогом потужності перешкодового сигналу, приведеної до входу приймача. Цей критерій дає найбільш обґрунтоване правило визначення ступеня порушення якості функціонування РЕЗ під впливом перешкод.

Узагальнена структура інформаційно-аналітичної системи оцінки та прогнозування стану електромагнітної сумісності РЕЗ району надзвичайної ситуації може бути реалізована програмно на базі сучасних засобів обчислювальної техніки. Інформаційно-аналітична система дозволяє забезпечити отримання, зберігання, обробку інформації, доступ до неї за допомогою інтерфейсу уведення-виведення інформації. Розробка такої інформаційно-аналітичної системи є актуальною проблемою, яка якісно впливає на ефективність управлінської діяльності підрозділів ДСНС України у разі виникнення ситуацій, що потребують залучення для ліквідації НС великої кількості сил та РЕЗ. Впровадження та застосування даної системи дозволяє вирішити завдання оцінки стану електромагнітної сумісності угруповання РЕЗ у районі надзвичайної ситуації, як першого етапу приведення угруповання у стан електромагнітної сумісності, забезпечення надійного та безперервного управління силами та засобами ДСНС України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Rozorinov, H., Hres, O., Rusyn, V., & Shpatar, P. Environment of electromagnetic compatibility of radio-electronic communication means. *Informatyka, Automatyka, Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 2020, 10(1), 16-19. <https://doi.org/10.35784/iapgos.917>



## ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА КОНТРОЛЬ ЗА ЗБЕРІГАННЯМ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ В ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ

*Іщук В.М.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Забезпечення безвідмовної та довговічної роботи пожежних рукавів досягається не тільки досконалістю конструкції і технології виробництва, але й вірною їх експлуатацією. Технічна грамотна експлуатація пожежних рукавів збільшує строки їх експлуатації, забезпечуючи постійну готовність і безвідмовність роботи при подачі вогнегасних речовин на гасіння пожеж.

Вартість пожежних рукавів і їх експлуатація в порівнянні із іншими видами пожежно-технічного озброєння досить висока. Експлуатація пожежних рукавів включає: використання при подачі вогнегасних речовин, технічне обслуговування, ремонт, зберігання та облік, проводять її в залежності від вимог методичних рекомендацій з експлуатації та ремонту пожежних рукавів затверджених наказом ДСНС України №760 від 26 грудня 2022 року. Під час використання, рукава піддаються механічному зносу, мікробіологічним процесам в результаті дії хімічно-пінних речовин при подачі їх на гасіння дії низьких та високих температур, а також необоротного процесу старіння, що призводить до постійного погіршення їхнього технічного стану і появи поступових відмов.

При експлуатації, а також в період зберігання пожежних рукавів проходять постійні зміни їх технічного стану під впливом двох груп факторів:

а) постійної дії:

- знос зовнішньої поверхні тканинного чохла при транспортуванні в відсіках кузова пожежного автомобіля та при оперативному використанні на пожежі;
- старіння, як процес безперервної і постійної зміни фізико-хімічних властивостей матеріалу рукавів;
- процеси гниття - дуже розповсюджена причина виходу зі строю рукавів, тканина чохла яких виконана з натуральних волокон.

б) часткова (випадкова):

- дія хімічно-активних речовин;
- дія високих чи низьких температур, що викликають прогорання (оплавлення тканинного чохла), замерзання;
- механічний вплив (прокол, розрив) об гострі предмети.

Зміни технічного стану пожежних рукавів приводить до появи несправності та втрат їх працездатності.

Непрацездатний стан - стан рукава при якому він не відповідає одній вимог, встановленої нормативно-технічною документацією.

Признаками несправності являється наявність пошкоджень зовнішньої поверхні пожежних рукавів, поява іржі на проволочі нав'язуємих з'єднувальних головок.

Поява несправності не завжди пов'язана з втратою працездатності рукава.

Працездатний стан - стан, при якому по рукавам можливо подавати воду в потрібній кількості і при необхідному напорі, та тиску встановленого нормативно-технічною документацією.

Рукава вважаються непрацездатними при появі великої кількості проколів, позовжних чи поперечних розривів.

Порушення працездатності називається відказом. Відмови пожежних рукавів можуть виникати внаслідок недоліків конструкції, в результаті порушення процесів виготовлення чи в результаті порушення встановлених правил і умов їх експлуатації. В наслідок чого їх називають конструкційними, виробничими чи експлуатаційними.

Відмови можуть виникати в результаті необоротних, повільних змін, що виникають в елементах конструкції рукавів. Так, внаслідок зменшення товщини ниток тканини при використанні чи по причинах гниття. В цих умовах, повільної зміни, приводять до раптової втрати працездатності рукава.

Запобігання цих відмов в основному визначається технічно-грамотним використанням та обслуговування рукавів,

Раптові відмови мають місце при проколі рукавів, наїзді на них при пожежі, механічним ушкодженнями різноманітними предметами на пожежі. Такі відмови з'являються випадково, їх запобігання в більшій мірі залежить від організації використання пожежної техніки на пожежах.

Основними поняттями правильної експлуатації пожежних рукавів є надійність, ремонтоспроможність та їх збереження.

Надійність - комплексна властивість. Для оцінки пожежних рукавів слід включити безвідмовність, довговічність, ремонтоспроможність і збереженість.

Безвідмовність - властивість пожежного рукава безперервно зберігати працездатність протягом далекого часу.

Довговічність - строк служби, на протязі якого зберігається працездатність рукава, тобто наступає його граничний стан.

Граничний стан - пожежних рукавів оцінюється за допомогою гідравлічних випробувань. Величини гідравлічних тисків, при яких з'являються свищі чи виникають розриви рукавів, а також періодичність випробувань, встановлюється для різних типів рукавів в технічній документації. Найбільш важливим показником довговічності для пожежних рукавів + строк служби та ресурс. На практиці прийнято виражати строк служби в роках, а ресурс - в годинах чи кількості раз використання.

Для пожежних рукавів важливий строк гарантії. Це період на протязі якого завод-виробник чи ремонтне підприємство гарантує працездатність рукавів. Встановлений технічною документацією строк гарантії обумовлюється дотриманням рекомендованих правил. Експлуатації і обслуговування рукавів.

Ремонтоспроможність - властивість пожежних рукавів, характеризуюча їх пристосованість до передбачення, знаходження причин відмов і їх встановлення, при ремонті і обслуговуванні. Для пожежних рукавів важлива оцінка ремонтоспроможність на пожежах та при обслуговуванні. При цьому характерним показником являється витрата часу на виявлення відмови. Крайшми вважають ті рукава, усунення відмов на котрі необхідно, як найменше часу.

Збереженість - властивість пожежних рукавів зберігати працездатність на протязі певного часу, після зберігання чи транспортування на автомобілях. Ця властивість важлива для пожежних рукавів, так як більша їх кількість довгий час знаходяться на зберіганні. Надійність пожежних рукавів характеризується конкретними кількісними показниками, основними з яких являються: ймовірність безвідмовної праці, середня кількість відмов, гама процентний ресурс, напрацювання на відмову та інше. Ймовірність безвідмовної праці по статистичним даним визначається з виразу:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0}$$

де  $N_0$  - число пожежних рукавів на початку спостереження.  $n$  - число відмов за час спостереження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Методичні рекомендації з експлуатації та ремонту пожежних рукавів в пожежно-рятувальних підрозділах Державної служби з надзвичайних ситуацій (Наказ ДСНС №760 від 26.11.22р).

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОЖЕЖНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Калиновський А.Я., к.т.н., доцент, Кривошея Б.І., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Згідно прогнозів, зроблених на основі пожежної статистики, щороку на Землі виникає 6 мільйонів пожеж; у світі протягом року може загинути на пожежах 225 тис. осіб, 2250 тис. людей - отримати тяжкі ушкодження, 4500 тис. - тяжкі опікові травми.

Аналіз пожеж показує, що небезпечні фактори пожежі досягають через 5 – 10 хвилин із моменту початку пожежі, а будівельні металеві конструкції втрачають несучу спроможність через 10 – 15 хвилин. При цьому середній час до початку ефективних дій підрозділів ОР ЦЗ становить 25 хвилин.

У нормативних документах вказано, що основним завданням особового складу ОРС ЦЗ на пожежі є рятування людей, якщо існує загроза їхньому життю, і ліквідація пожежі в тих розмірах, яких вона набула до моменту прибуття підрозділів пожежної охорони. Для виконання цього завдання, при сповіщенні про пожежу, чергові пожежні підрозділи зобов'язані прибути до місця виклику в найкоротший термін і оперативно організувати на місці пожежі виконання всіх робіт відповідно до тактичної обстановки, що склалася на момент їхнього прибуття.

Все це вимагає підтримання на високому рівні оперативної готовності й рухливості пожежних автомобілів, що й відрізняє умови їх експлуатації від умов експлуатації транспортних автомобілів. У свою чергу, особливості режимів експлуатації справляють вплив на експлуатаційні показники пожежних автомобілів, на довготривалість експлуатації ряду їх вузлів і деталей.

На сьогоднішній день у нашій країні налагоджено виробництво багатьох типів сучасних пожежних автомобілів, які за своїми технічними характеристиками знаходяться на високому рівні. Конструкції пожежних автомобілів і функції, які вони мають виконувати, постійно ускладнюються.

У процесі експлуатації відбуваються постійні зміни технічного стану пожежного автомобіля, що справляють вплив на його ефективність. В автомобілях працюють елементи електронних, гідравлічних, пневматичних систем. Вихід будь-якого з цих елементів з ладу може порушити нормальне функціонування агрегату або вузла. Робота всіх механізмів пожежного автомобіля супроводжується зношуванням робочих поверхонь деталей, забрудненням фільтрів, змінами початкових показників регулювання приводів керування. При експлуатації пожежних автомобілів в них безперервно протікають процеси, що супроводжуються не тільки зниженням, а і втратою їх працездатності. Причому внаслідок впливу на пожежні автомобілі додаткових негативних факторів (нерівномірних силових та температурних режимів роботи, стаціонарних навантажувального і не навантажувального режимів) ці процеси можуть протікати в деяких випадках більш інтенсивно, ніж у транспортних автомобілях. В результаті цього погіршуються технічні характеристики і знижується працездатність всіх механізмів та систем, зменшуються технічні можливості пожежних автомобілів.

Від технічного стану пожежних автомобілів, уміння особового складу правильно експлуатувати весь комплекс обладнання і спорядження, що знаходиться в його розпорядженні, а також пожежний автомобіль у цілому, залежать готовність до дій за призначенням і оперативні можливості підрозділів ОРС ЦЗ.

Як уже зазначалося, режими експлуатації пожежних автомобілів відрізняються від режимів експлуатації транспортних автомобілів, на базі яких їх створюють. Пожежні автомобілі мають відносно невеликий радіус виїзду. Але при отриманні оперативного завдання пожежний автомобіль, минаючи звичайну стадію прогріву двигуна і агрегатів, рухається в форсованому режимі, часто в умовах інтенсивного вуличного руху або підвищеного дорожнього опору. Нетиповим для транспортних автомобілів є стаціонарний відбір потужності від двигуна базового

шасі для привода спеціальних агрегатів. Величина потужності, що відбирається, у пожежних автоцистерн і автонасосів може досягати 70 % номінальної потужності.

Ці особливості експлуатації пожежних автомобілів потребують чіткої організації системи їх технічного обслуговування і ремонту, що дозволяє підтримувати високий рівень бойової готовності за мінімальних затрат. Ця система має важливе значення для вирішення проблем керування технічним станом пожежної техніки, регламентує режими та інші нормативи з утримання виробів у справному стані. Удосконалення технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту, широке впровадження в них діагностування технічного стану протипожежної техніки є важливими елементами забезпечення високої оперативної готовності та експлуатаційної надійності протипожежної техніки.

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, відповідаючи заданим режимам і умовам використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання і транспортування. Надійність є комплексною властивістю, яка, залежно від призначення виробу й умов його експлуатації, включає безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і здатність довго зберігатися. Таким чином, надійність виробів – складна властивість, яка, залежно від його призначення, може характеризуватися тими або іншими його складовими. Загалом надійність пожежних автомобілів характеризується безвідмовністю, довговічністю і ремонтпридатністю.

Важливість проблеми надійності пожежних автомобілів, як основних виробів пожежної техніки, стає ще більш актуальною у зв'язку з появою нових пожежонебезпечних речовин і матеріалів, збільшенням виробництв, будівництвом будівель підвищеної поверховості, що потребують використання більш складного і потужного обладнання, яке монтується на автомобілі. Не можна не враховувати також і умов руху пожежного автомобіля в місті, які з кожним роком, у зв'язку із збільшенням кількості автомобілів, ускладнюються. Тому забезпечення і підвищення надійності пожежних автомобілів при одночасному покращенні їх тактико-технічних характеристик, а також скорочення затрат на технічне обслуговування і ремонт являються проблемами державного значення.

В ОРС ЦЗ, на сьогодні діє планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту пожежних автомобілів. Вона поділяє увесь комплекс робіт із забезпечення технічної справності пожежних автомобілів на дві групи: технічне обслуговування і ремонт.

Технічне обслуговування – це профілактичні заходи, спрямовані на підтримання агрегатів і систем пожежних автомобілів у працездатному стані й належному вигляді, а також на запобігання виникненню несправностей та їх виявлення з метою своєчасного усунення, на зниження швидкості зношуванню деталей, скорочення витрат палива і т.д. Технічне обслуговування проводять примусово, відповідно до план-графіка, через певний пробіг або проміжок часу.

Одними з найважливіших завдань, що стоять перед підрозділами ОРС ЦЗ на даний період, є забезпечення високої оперативної готовності та експлуатаційної надійності пожежної техніки і зниження затрат на її утримання. Пожежні автомобілі, що знаходяться на озброєнні ОРС ЦЗ, повинні постійно знаходитися у стані підвищеної оперативної готовності, мати високу оперативну маневреність та тактичні показники, що забезпечували б їх ефективне використання при гасінні будь-яких пожеж.

Вирішення цих проблем забезпечується удосконалення методів і технології технічного обслуговування та ремонту техніки, удосконаленням організаційної структури, технологічної й виробничої бази технічних підрозділів, підвищенням між регламентних пробігів пожежних автомобілів, зростанням продуктивності праці персоналу, що проводить ремонт, за рахунок покращення її організації.

Для забезпечення належного рівня працездатності пожежного автомобіля, повної реалізації його потенційних властивостей необхідна ефективна система технічного обслуговування, що має базуватися на індивідуальному контролі стану складових частин машини. Така система дозволить завчасно виявити приховані дефекти, визначити перелік необхідних профілактичних заходів і обсяг ремонту.

## **СЕРВІСНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЯК НАПРЯМОК ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ.**

*Кривошей Б.І., к.т.н., доцент, Калиновський А.Я., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

У сучасних умовах розвитку передових технологій, економіки, підвищення енергонасиченості і пожежної небезпеки виробничих і житлових будинків перед оперативними підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) стоять складні завдання щодо оснащення підрозділів новою, більш ефективною і економічно вигідною пожежною технікою. Вибір мобільних технічних засобів і розробка тактики їх застосування повинні ґрунтуватися виходячи з їх ефективності.

Пожежний автомобіль (ПА) – складна технічна система. Чим більше компонентів в системі, тим вища ймовірність відмов і зривів, тому ускладнення конструкції призводить до зниження надійності. Останні моделі ПА, що створені на базовому шасі Hyundai, MAN, МАЗ, оснащені досить складними системами електронних датчиків, індикаторів, органів управління, а також складними механізмами, вбудованими елементами бортової діагностики, що забезпечують повністю автоматичну роботу агрегатів і постійний контроль за їх станом. За своєю природою і функціональним призначенням таке обладнання вимагає більш високої кваліфікації з боку персоналу як при оперативному використанні, так і під час технічного обслуговування (ТО). За наявності подібної техніки спеціальна підготовка персоналу та організація відповідної роботи технічної служби для обслуговування становляться необхідністю.

Важливою умовою ефективного використання ПА за призначенням є підтримання його систем у технічно справному стані. Для цього призначена система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), що є профілактичним заходом і проводиться у плановому порядку. Однак велике розсіяння параметрів технічного стану ПА у процесі експлуатації під дією багатьох чинників приводить до того, що така система не може забезпечити заданої тривалості роботи автомобіля до чергового планового технічного обслуговування або ж навпаки – не забезпечує повного використання ресурсу безвідмовної роботи автомобіля.

Останнім часом, за умов зростання кількості марок і моделей ПА, що обслуговуються технічними підрозділами ДСНС, потреба в спеціалізованих і технологічному обладнанні зростає все більше. Роботи з технічного обслуговування і ремонту автомобіля чи окремих його вузлів потребують застосування технологічного обладнання різноманітного призначення [1]. Від оснащення постів зони обслуговування і ремонтних дільниць залежать якість виконання ТО і Р автомобілів, продуктивність та умови праці ремонтно-обслуговуючих працівників.

Сучасні підходи в питаннях охорони та полегшення роботи працівників вимагають підвищення рівня механізації та автоматизації виробництва. Все це зможе забезпечити лише сервісне обслуговування пожежних автомобілів.

Сервісне обслуговування ПА – це комплекс сервісних операцій, рекомендованих виробником для підтримки автомобіля у задовільному стані. Ці рекомендації є обов'язковими до виконання, тому що їх виконання забезпечує належний рівень безпеки, надійності, комфортабельності та маневреності. Планове обслуговування ПА необхідне для усунення несправностей, що виникли внаслідок механічних навантажень, вібрації, впливу навколишнього середовища та інших негативних факторів, що виникають під час експлуатації автомобіля. Кожна деталь має термін експлуатації, тому слід знати, виконуючи планове ТО автомобіля, що входить до нього, які запчастини необхідно замінити, а що відрегулювати. Навіть відсутність видимих деформацій у конструкції комплектуючих або критичного зносу не означає, що машина не потребує обслуговування.

При отриманні нового ПА територіальним органом ДСНС України укладається Договір про надання комплексу послуг з ремонту і технічного обслуговування автомобілів з сервісним центром технічного обслуговування (СЦТО) або спеціалізованою авторизованою станцією технічного обслуговування (САСТО).

В договорі зазначені обов'язки сторін, а саме що територіальний орган зобов'язується оплатити надані послуги, перелік послуг, що надаються СЦТО або САСТО згідно калькуляції до договору. В договорі зазначається місце надання послуг (зазначається адреса (місцезнаходження)) СЦТО або САСТО.

Запасні частини та матеріали повинні бути новими, якісними та сертифікованими. Територіальний орган має право вимагати копії сертифікатів, що видаються Державним комітетом з питань технічного регулювання та споживчої політики на запасні частини та матеріали, що використані під час надання послуг.

При наданні послуг СЦТО або САСТО проводить розрахунок кількості нормо-годин, необхідних для виконання кожного виду робіт, які не повинні перевищувати кількість нормо-годин рекомендованих заводом виробником транспортного засобу.

Приймання ПА СЦТО або САСТО для надання послуг з технічного обслуговування супроводжується оформленням Акту передавання-приймання колісного транспортного засобу (ТЗ), його складових частин (систем) для надання послуг з технічного обслуговування і ремонту з обов'язковим зазначенням технічного стану ТЗ та прийняття даного ТЗ на відповідальне зберігання на період надання комплексу послуг зазначеному у договорі.

Приймання ПА та замінені складових частин (деталей) територіальним органом після надання послуг з технічного обслуговування супроводжується оформленням Актом передавання – приймання колісного ТЗ, його складових частин (систем) після надання послуг з технічного обслуговування та поточного ремонту.

Територіальний орган зобов'язаний самостійно доставити транспортні засоби на виробничу базу СЦТО або САСТО для проведення технічного обслуговування, зазначеного у Калькуляції до договору.

Послуги надаються СЦТО або САСТО в обсязі та строки визначені в наряді-замовленні. У разі відсутності матеріалів, запасних частин або неможливості під час оформлення наряду-замовлення визначити їхню кількість, необхідну для виконання, обсяги використання матеріалів і складових частин погоджуються із територіальним органом попередньо, а їхня вартість уточнюється в наряді-замовленні після надання послуг за цінами, які діяли на день їх надходження.

Приймання ТЗ після надання послуг з технічного обслуговування автомобілів та замінені складових частин (деталей) здійснюється територіальним органом за Актом з чітким переліком послуг, одиниць виміру, кількості, ціни та суми вартості послуг.

На виконані послуги, використані матеріали та запасні частини сервісний центр технічного обслуговування або спеціалізована авторизована станція технічного обслуговування повинен надавати Гарантійний талон колісного транспортного засобу, його складових частин [2]. Гарантія не розповсюджується у випадках, якщо територіальним органом порушено правила експлуатації встановленого обладнання та запасних частин, було допущено часткове або повне розбирання відремонтованої системи ТЗ поза територією СЦТО або САСТО і без участі його представників.

З огляду на усе вищевикладене, можна зазначити, що у сучасних умовах експлуатації ПА найбільш ймовірними напрямком оптимізації системи технічного обслуговування і ремонту – це широке застосування сервісного технічного обслуговування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Настанова з експлуатації транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України: затверджена наказом ДСНС України № 432 від 27.06.2013 р.
2. Правила надання послуг з технічного гарантійного обслуговування колісних транспортних засобів: затверджені наказом Міністерства інфраструктури України № 615 від 28.11.2014 р.

## ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДИСТАНЦІЙНОГО РОЗМІНУВАННЯ

Карпов А. А.,

Національний університет цивільного захисту України

Мінна зброя має дуже довгу історію, одні із перших застосувань вибуху порохового заряду були зафіксовані кілька століть тому. Як показує практика, широкого застосування вона має і на сьогоднішній момент. Жодного воєнного конфлікту не проходило без застосування мінної зброї. Великі території забруднені вибухонебезпечними предметами (далі – ВНП), які закладають хаотично та без фіксування у відповідних документах. Основною метою використання мінної зброї є каліцтво та смерть особового складу, виведення техніки із ладу, шляхом взаємодії на них енергії вибуху та осколків. На превеликий жаль, велика кількість спрацювань зафіксована по мирному населені, переважна більшість з яких діти.

З початком військових дій, Україна є першою у світі за площею замінованих територій. Постало актуальне та дуже складне питання щодо розмінування постраждалих територій. Експертами з протимінної діяльності встановлено, що станом на квітень 2023 року в Україні заміновано та забруднено ВНП території понад 174 тисяч квадратних кілометрів, які є потенційно небезпечними для життя й господарювання та можуть представляти серйозну загрозу населенню навіть через десятиліття. Найбільш забрудненими наразі є Херсонщина, Харківщина, Миколаївщина, Запоріжжя, Донеччина, Сумщина, Чернігівщина та Київщина. [1]

Що стосується технічних засобів виявлення ВНП, слід зазначити, що підрозділи ДСНС оснащені морально застарілими технічними засобами, в більшості випадків, розробки ще радянських часів: магнітні шукачі МБИ-1, МБИ-2, ИНМ (ПР-506); бомбошукачі ИМБ; міношукачі переносні ИМП, ИМП-2 (ПР507), МИВ (для водолазів-розвідників), РВМ «ВЕРЕСК», РВМ-2, РВМ-2М (ПР-504А), ММП «ЦИКЛОП» для пошуку протитанкових і протипіхотних мін з корпусами з будь-якого матеріалу. [2] Всі ці прилади відносяться до ручного способу розмінування, тому особовий склад має безпосередньо використовувати ці металодетектори, оскільки дистанційні засоби виявлення ВНП відсутні, що призводить до втрат особового складу.

У багатьох країнах світу вже прийнято на озброєння робототехнічні комплекси (далі – РТК), а також ведуться розробки щодо підвищення їх ефективності та функціональних можливостей. В Україні вже застосовуються такі РТК, однак, відносно забруднення, їхня кількість є недостатньою.

Одним із найбільших і найефективніших РТК у своєму класі є Armtrac 400. [3] Його характеристики: вага без навісного обладнання — 12 тонн, максимальна швидкість руху без обладнання – сім кілометрів за годину, дизельний двигун потужністю 400 кінських сил, забезпечує робочу швидкість руху з обладнанням для розмінування – не більш два кілометри за годину. Трьохметровий гідравлічний ротор дозволяє зачищати понад 2 400 квадратних метрів території на годину,



Рис. 1. Armtrac 400

знешкоджуючи вибухонебезпечні залишки на глибині 55 сантиметрів, а надійна конструкція захищає його від протитанкових мін вагою до десяти кілограм. Найголовнішою його перевагою є дистанційне керування на відстані до 800 метрів, що гарантує оператору цілковиту безпеку. Керувати засобом можна і вручну, - всередині броньованої та звукоізолюваної кабіни.

До розмінування звільнених від російських окупантів територій залучили дистанційно-керованої системи розмінування Bozena-5. [4] Систему розмінування Bozena-5 використовують як на пересічній місцевості, так і в межах населених пунктів, щоб розчистити землю від вибухонебезпечних предметів, які залишилися після активних бойових дій з російськими окупантами. Система розмінування Bozena-5 являє собою гусеничну дистанційно керовану машину. Оператор може керувати РТК, знаходячись на відстані до 2000 метрів. Система розмінування Bozena-5 здійснює примусову детонацію або ліквідацію протипіхотних мін натискної або натяжної дії, а також протитанкових мін із зарядом до 9 кг тринітротолуолу. Процес розмінування контролює оператор як з броньованої кабіни з прямим полем огляду, так і дистанційно, на відстані до 2 кілометрів. До місця розмінування Bozena-5 доставляється на транспортному причепі. А безпосередньо по мінному полю пересувається за допомогою свого гусеничного рушія. Машина захищена металевим кожухом, а від пошкоджень під час детонації її захищає броньований щит, розташований в передній частині, безпосередньо за ланцюговим пристроєм.



Рис. 2. Bozena-5

Одним із найефективніших способів виявлення ВВП є безпілотники. Для технічного обстеження територій, перед розмінуванням, використовуються безпілотники, оснащені відповідними сканерами. Вони здатні виявляти магнітні аномалії у землі, воді та на поверхні. При цьому сенсори можуть отримувати інформацію про металеві предмети на глибині до 3 метрів. Розрахунок одного такого дрона складається з двох осіб — оператора та пілота.



Рис. 3. Повітряний дрон для розмінування

Враховуючи, що темпи розвитку мінної зброї значно перевищують темпи розвитку протимінних засобів, зростає невідповідність між потребою у засобах розмінування та їх недостатньою наявністю, що висунуло на передній план питання підтримання бойових спроможностей підрозділів в умовах ведення мінної війни, за рахунок створення засобів розвідки та розмінування місцевості.

## ЛІТЕРАТУРА

1. У ДСНС розповіли про обсяги забруднення України вибухонебезпечними предметами. URL: <https://suspilne.media/445278-u-dsns-rozpozvili-pro-obsagizabrudnenna-ukraini-vibuhonebezpecnimi-predmetami/>
2. Барбашин В.В. Основи організації піротехнічних робіт: навч. посібник / В.В.Барбашин, О.О.Назаров, В.В.Рютін, І.О.Толкунов; за ред. В.П.Садкового. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – 333 с.
3. Як працює унікальна машина для розмінування територій Armtrac 400. URL: <https://nakipelo.ua/ru/iak-pratsiuie-unikalna-mashyna-dlia-rozminuvannia-terytorij-armtrac-400-fotoreportazh>
4. Командування Сил підтримки ЗСУ показало, як працює комплекс розмінування Bozena-5. URL: <https://tsn.ua/ato/komanduvannya-sil-pidtrimki-zsu-pokazalo-yak-pracyuye-kompleks-rozminuvannya-bozena-5-video-2326603.html>



## ОРГАНІЗАЦІЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*Ковальов О.О., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Ризик виникнення катастрофи з викидом забруднюючих речовин пов'язаний з функціонуванням будь-яких підприємств, технологічний процес функціонування яких пов'язаний з високими температурами, тисками, різними видами вибухонебезпечних хімічних речовин, виробництвом, зберіганням, транспортуванням і використанням різних паливно-мастильних матеріалів, теплоенергетикою і ще дуже великою кількістю різних чинників. Масштаб, характер та склад викидів забруднюючих речовин в атмосферу можуть бути різними, як незначними, локального характеру, так і глобальними, з катастрофічними наслідками, наприклад, при аварії на Чорнобильській атомній електростанції. Здатність різних шарів атмосферного повітря рухатися з великою швидкістю в різних напрямках призводить до ризику забруднення значних площ шкідливими і токсичними речовинами, що вимагає проведення оперативного тропосферного контролю, для визначення умов проведення ліквідації надзвичайної ситуації (НС) та необхідності евакуації населення із зараженої місцевості [1].

У Україні проводиться регулярний планово-стаціонарний (повсякденний) контроль стану атмосфери. Згідно з постановою кабінету міністрів України (КМУ) № 827 від 14 серпня 2019 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», міністерства і відомства здійснюють організацію спостережень за рівнями наступних забруднюючих речовин: діоксид сірки, діоксид азоту і оксиди азоту, Бензол, оксид вуглецю, Свинець, Тверді частки (ТЧ<sub>10</sub>)<sup>-1</sup>, Тверді частки (ТЧ<sub>2,5</sub>)<sup>-2</sup>, Арсен, кадмій, ртуть, нікель, Бенз(а)пірен, Озон.

Загальну організацію і координацію суб'єктів моніторингу атмосферного повітря здійснює Мінекоенерго. Також, згідно з постановою КМУ № 827, встановлюють пункти спостережень і ведуть спостереження за рівнями забруднюючих речовин Міністерство охорони здоров'я, Державна служба з надзвичайних ситуаціях (ДСНС) і Державне агентство України по управлінню зоною відчуження. При цьому, фактично основною мережею спостереження за атмосферним повітрям є мережа гідрометеорологічної служби (Гідромет), що входить в структуру ДСНС.

Гідромет здійснює моніторинг за забрудненням атмосферного повітря в 53 містах і на 163 стаціонарних постах базової мережі, 33 метеостанції спостерігають за забрудненням атмосферних опадів, 54 станції - за забрудненням снігового покриву.

У Україні на 1 пост контролю якості атмосферного повітря проводить забір проб і аналіз проб кожні 12 годин і перекриває площу в середньому 3703 км<sup>2</sup>, що не відповідає сучасному рівню автоматизації засобів контролю.

Таким чином, актуальним завданням є розробка та обґрунтування нових ефективних методів моніторингу за забрудненням атмосферного повітря що відповідають чинному законодавству і мають потенційну можливість до впровадження на території України.

Одним з варіантів рішення цієї задачі є створення мережі повністю автоматичних постів моніторингу за забрудненням атмосферного повітря на базі мереж базових станцій 3G/4G операторів мобільного зв'язку України [2], проте за результатами аналізу світового досвіду з проведення тропосферного моніторингу, включно при ліквідації НС та їх наслідків, встановлено, що система дистанційного тропосферного моніторингу повинна включати, як обов'язковий елемент, безпілотні літальні апарати з засобами моніторингу стану атмосфери (БАМА) [3].

БАМА являють собою апаратно-програмні комплекси, які встановлюються на повітряних суднах (вертольотах і літаках) і виконують оперативні вимірювання параметрів стану атмосфери

в умовах надзвичайних ситуацій і аварій техногенного характеру, обробку та подання цих даних у реальному масштабі часу з метою інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень щодо захисту населення і навколишнього середовища від наслідків надзвичайних ситуацій.

У початковій (гострій) стадії НС стан і небезпека атмосфери змінюється дуже швидко. тому застосування повітряної розвідки найбільш ефективно. Як показала практика аварій на комбінаті «Маяк» у 1957 р., на ЧАЕС у 1986 р. і на Сибірському хімічному комбінаті в 1993 р., найбільш ефективним засобом отримання оперативної інформації виявився комплекс дозиметричних, гамма-спектрометричних приладів і засобів відбору проб атмосферного аерозолю, установлений на літальному апараті. Саме з цієї причини в ДУ НВО «ТАЙФУН» було розроблено апаратно-програмний комплекс для моніторингу радіоактивного забруднення на базі літака-лабораторії ІЛ-114-100.

В аварії на ЧАЕС повноцінний атмосферний та радіаційний контроль (включаючи відбір проб аерозолю) було розпочато через добу після аварії за допомогою літака-лабораторії Ан-24рр (радіаційний розвідник), після цього такі польоти стали регулярними. Засоби повітряної радіаційної розвідки даного типу, окрім достатньо високої вартості виконання робіт мають головний недолік у можливості суттєвого опромінення пілотів.

Ситуація суттєво змінилася з бурхливим розвитком безпілотної авіації за останні 15 – 20 років. Широке розповсюдження отримали безпілотні літальні апарати (БПЛА) – літаки, гелікоптери і так звані коптери, які мають від трьох і більше повітряних гвинтів.

При аварії на АЕС «Фукусіма-1» 11 березня 2011 р. перша серія знімків (рис.1) була зроблена 20 та 24 березня за допомогою дистанційно керованого БПЛА компанії Air Photo Service. Далі для проведення замірів рівня радіації, фотозйомок і відеоспостереження використовувалися гелікоптери сил самооборони Японії і великий американський військовий розвідник – БПЛА Global Hawk [4, 5].



Рис. 1. Фото руйнувань на АЕС "Фукусіма-1".

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальов О.О. (2020). Обоснование метода оперативного контроля состояния атмосферы в условиях чрезвычайных ситуаций / А.А. Ковалёв // Проблемы надзвичайних ситуацій: зб. наук. пр. НУЦЗУ. - Вип. 31. – Харків: НУЦЗУ, 2020. – С. 48-67
2. Ковальов О.О. (2020). Метод організації моніторингу атмосферного повітря / О.О. Ковальов, В. О. Собина, Д. Л. Соколов, С. В. Гарбуз, С. В. Васильєв, В. Б. Коханенко // «Техногенно-екологічна безпека» Науково-технічний журнал НУЦЗ України. - Випуск 9 (1/2021) – Харків: НУЦЗУ, 2020. – С. 94-103 9/2
3. Директива 2008/50/ЄС Європейського парламенту та ради від 21 травня 2008 року «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи»
4. Using A Drone in Environmental Monitoring : Particulate Matter Measurement Gnawali, Netra (2018) Режим доступу: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018122022616>
5. Atkins N. Air Pollution Dispersion: Ventilation Factor. Режим доступу: [http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter18/dispersion\\_intro.html](http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter18/dispersion_intro.html).

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА СИСТЕМУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Корчагін П.О., Шевченко Р.І., д.т.н., професор  
Національний університет цивільного захисту України*

Під час воєнних дій система підготовки фахівців системи ДСНС стикнулася з низкою викликів які суттєво вплинули на якість знань та навичок, що отримують випускники закладів вищої освіти. Якщо проблематику питання розглянути лише в частині підготовки фахівців з експлуатації аварійно-рятувальної техніки, то слід зазначити наступне. Стала структурно-логічна схема процесу узгодження та підвищення ефективності системи підготовки фахівців з експлуатації аварійно-рятувальної техніки передбачає наявність обов'язкової процедури узгодженості оперативно-технічних параметрів аварійно-рятувальної техніки та методики підготовки фахівців з її експлуатації (рис.1).

Остання має низку прямих та зворотних зв'язків, які мають за мету підвищення якості можливостей системи запобігання та протидії надзвичайним ситуаціям, насамперед регіонального рівня, та передбачає планову основу застосування, як процедур насичення системи запобігання новими та модернізованими зразками техніки, так і планову процедуру підготовки фахівців, яка постійно переглядається з урахуванням часових та тематичних обмежень. За умов сьогодення наведена процедура узгодження виключена з процесу розподілу аварійно-рятувальної техніки яка надходить у вигляді гуманітарної допомоги від країн партнерів. Також поза її сферою залишається техніка гуманітарного розмінування та спеціальна техніка подвійного призначення.



Рис. 1. Структурно-логічна схема процесу узгодження та підвищення ефективності системи підготовки фахівців з експлуатації аварійно-рятувальної техніки в умовах повсякдення та умов воєнного часу

Порушення зворотних зв'язків процедури узгодженості призводить до виникнення низки протиріч, які стосуються як можливостей всебічної експлуатації техніки так і підготовки відповідних фахівців з її експлуатації, що у свою чергу породжує проблему створення дієвої методології з підвищення ефективності процесу запобігання надзвичайних ситуацій в умовах невизначеності параметрів підготовки фахівців та експлуатації аварійно-рятувальної техніки, які пов'язані з організаційно-управлінськими обмеженнями воєнного часу.

Проблематика сфери дослідження полягає у збільшенні різноманіття номенклатури пожежної та аварійно-рятувальної техніки, яка надходить до практичних підрозділів. Вона здебільш має різну конструкторську концепцію побудови та застосування, відрізняється конструктивно, має різну елементну базу та відповідно відрізняється часом та умовами попередньої експлуатації.

З іншого боку, методичні матеріали, які застосовуються в навчальних закладах, як правило орієнтовані на вітчизняні зразки техніки. А від так техніка яка потенційно надходить від країн партнерів розглядається оглядово, що у подальшому потребує додаткового часу на її практичне освоєння.

Відповідно сталий процес навчання цих технічних зразків набуває наступного змісту (рис.2).

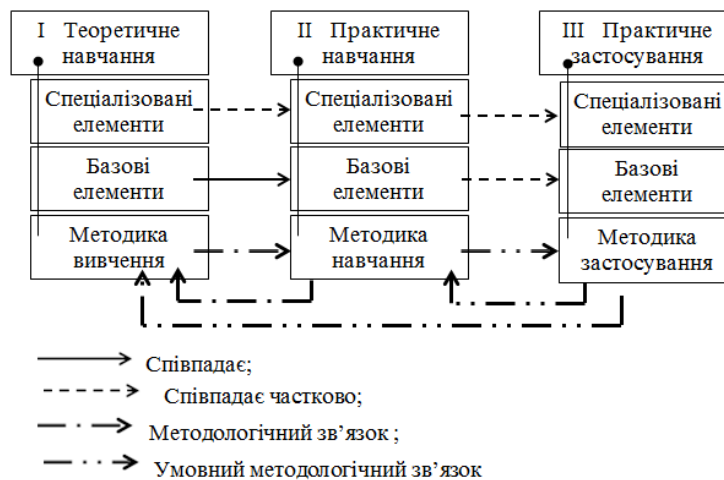


Рис. 2. Аналіз сталого процесу оволодіння навиками експлуатації техніки. Яка надходить за напрямком партнерської допомоги

Як бачимо стала процедура наповнення пожежною та аварійно-рятувальною технікою головних управлінь практично виключає порушення прямих зв'язків II та III етапів, зворотні зв'язки носять виключно умовний характер.

Наведені вищі організаційно-методичні недоліки з навчання фахівців з експлуатації аварійно-рятувальної техніки, яка надходить з країн партнерів, накладаються недоліки, які пов'язані з різними умовами експлуатації спеціалізованої техніки в гарнізонах, як-то гірська місцевість, урбанізоване середовище тощо. З початком регенерації деокупованих територій до цих умов постійно додаються специфічні умови використання техніки на територіях які зазнали руйнівного воєнного впливу, що також на цей час враховується у навчальному процесі не у повному обсязі.

Таким чином, на сьогодні виникає спектр додаткових завдань, що стосуються як організації матеріального забезпечення підрозділів ДСНС, так і процесу підготовки та перепідготовки фахівців з експлуатації техніки та технічних засобів. Для комплексного вирішення зазначених питань необхідно формування дієвої методології з забезпечення та навчання з урахуванням досвіду вітчизняних та світових дослідників та принципів та критеріїв НАТО.

## ВПЛИВ ДЕФЕКТІВ В ШИНІ НА НАДІЙНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРН

*Коханенко В.Б., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Аналіз основних причин передчасного виходу з експлуатації шин показує, що значний відсоток руйнувань радіальних шин, котрі встановлюються на пожежних автоцистернах, а саме АЦ 40(130) 63Б, відбувається через внутрішні дефекти. Причому, дефекти виникають раптово, що призводить до аварійних ситуацій і суттєво знижує безпеку руху. Існує багато видів руйнувань, причиною яких є втома матеріалу. Це розриви та злами кордних шарів, розшарування гуми, відшарування гуми від корда, розтріскування [1]. Усі зазначені руйнування є внутрішніми дефектами шини, що ускладнює їх діагностику в процесі експлуатації. Наявність таких дефектів у шині під час руху транспортного засобу призводить до раптового, практично миттєвого, її руйнування та, часто, супроводжується дорожньо-транспортними пригодами з аварійними наслідками. Так, за статистикою Головного управління ДАІ України частка ДТП через раптове руйнування шин від загальної кількості ДТП з технічних несправностей становить у автобусів 10.3%, вантажних автомобілів «КамАЗ», «ЗІЛ» – 12 %, легкових автомобілів - понад 34%. Наведене говорить про те, що одним із шляхів підвищення безпеки руху колісної техніки є своєчасне виявлення прихованих дефектів автомобільних шин та прогнозування їх поведінки. Встановлено, що довговічність сучасної радіальної шини з металокордом у брекері визначають такі фактори, як час до утворення та швидкість розростання тріщини у міжшарових гумах.

Пожежні автоцистерни, як відомо, створюються на базі транспортних автомобілів різноманітних базових шасі. Всі вони комплектуються на заводі-виробнику стандартними шинами. Ці стандартні шини розраховані під певне навантаження, відповідні швидкості руху та на обмежений період експлуатації. Умови експлуатації пожежних автоцистерн, так само як і аварійно-рятувальних автомобілів, значним чином відрізняються від умов експлуатації транспортних автомобілів. На стан шин пожежних автоцистерн безпосередньо впливають такі регульовані фактори, як стан шин (нерівномірна зношеність протектора та його порізи та подряпини боковини, стан бортового кільця), їхні конструктивні особливості і особливі умови експлуатації.

Для проведення експериментальних досліджень було підготовлено уніфікований для стендових і натурних випробувань комплект вимірювальної апаратури, та використовувалися датчики для вимірювання температур [2], розроблені методики проведення експериментальних досліджень серійних і експериментальних шин [4].

При визначенні впливу дефектів шини на поверхневий температурний режим користувалися переносним приладом часткового випромінювання «Пірометром 4П-01 "Смотрич"». Випробуванням підлягала серійна шина 10.00 R20 «1», що встановлюється на АЦ 40(130) 63Б, котра котилася по барабану шинообкатного стенда зі швидкістю 50 км/год, під навантаженням 1500 Н і з внутрішнім тиском 0.5 МПа, у якій є дефекти у зоні розшарування між брекером і протектором розміром 100×150 мм вздовж осі симетрії: Загальний нагрів 57 – 58 °С; У зоні дефекту 74 °С. При підвищенні швидкості кочення до 75 км/год температура в зоні дефекту зросла до 80 °С.

Зокрема, температурне поле кожної шини індивідуальне, тому не можна переносити результати вимірювань температури однієї шини на іншу без певної втрати інформації внаслідок усереднення вимірювань. Отже для виявлення внутрішніх дефектів шин на перше місце за інформативністю потрібно ставити не абсолютну температуру нагрівання шини, а відносну, тобто різницю температури загального нагрівання шини і температури дефектної ділянки [3].

Дослідження шин, дефекти в яких виникли внаслідок стендових випробувань, показали

що в зоні відшарування завжди підвищується температура. Дослідження таких шин дали змогу впевнитися в процесі руйнування шини в останній стадії, що дозволило дійти висновку, що шину з подібним дефектом не можна експлуатувати ні за яких обставин. Також випробуванням підлягала шина 10.00 R20 «2» моделі I-309, в якій закладено дефект розшарування між бреккером і протектором розміром 100×150 мм уздовж осі симетрії. Шина обкатувалась на стенді в режимі швидкості 50 км/год, тиску повітря 0.5 МПа і навантаження 1500 Н при навколишньому середовищі 21 °С. Через годину обкатування на шині виміряли наступні температурні значення.

Загальне нагрівання склало 57 – 58 °С. У зоні дефекту 74 °С. Розмір ділянки з температурою, що перевищує загальне температурне нагрівання уздовж кола шини склало 200 мм. На наступному режимі швидкість збільшили до 75 км/год при тих же навантаженні на шину і тиску повітря і через 35 хвилин котіння шину зупинили, оскільки почалось відшарування протектора від бреккера. Вимір температури дав наступні результати: в зоні дефекту – 80 °С, а у бездефектній зоні 62–63 °С. Загальна площа ділянки з підвищенням температури не збільшилась. Загальні результати вимірювань по двом шинам 10.00 R20 «1» та 10.00 R20 «2» моделі I-309 зведені в табл.1.

**Таблиця 1. Розподіл температури на поверхні шин**

№ з/п	Марка шини	Час, хв.	Температура на поверхні шини, °С, в місцях виміру					
			Над бортовим кільцем	По центру боковини	На переході боковини в протектор	По крайкам протектора	По середині протектора	По центру протектора
1	10.00 R20 “1”	60	39	41	53	55	57	58
			Температура шини, °С, в зоні дефекту –74					
2	10.00 R20 “2”	65	44	48	51	62	63	60
			Температура шини, °С, в зоні дефекту –80					

З вище наведених факторів на безпеку руху пожежних автоцистерн безпосередньо впливають такі регульовані фактори, як тривалість експлуатації шин та їхні конструктивні особливості. Тривалість експлуатації шин встановлюється заводом-виробником та зазначена в паспорті на шину. Тривалість експлуатації визначається в кілометрах пробігу шин транспортних автомобілів та відбувається через зношення протектора. В пожежних автоцистернах свій режим експлуатації, який не дозволяє мати такі пробіги, як у транспортних автомобілів. Отже, шини не виходять з експлуатації через зношення протектора, а значить, знаходяться в експлуатації в плинні часу довше, ніж визначено заводом-виробником. За цей час у шин накопичується багато внутрішніх пошкоджень (мікротріщин, локальних дефектів, відшарувань чи розшарувань шарів корда), що призводить до раптового не попередженого виходу шини з експлуатації. Тому, для надійної експлуатації пожежних автоцистерн слід своєчасно вилучати дефектні шини.

## ЛІТЕРАТУРА

- Larin, O. (2015). Probabilistic of fatigue damage accumulation in rubberlike materials. *Strength of Materials*, 47, 6, 849–858. DOI:10.1007/s11223-015-9722-3.
- Larin O., Vinogradov S., Kokhanenko V., Pat. 82321 Ukraine, IPC (2013.01) B60C 23/00. Adjustment for temperature adjustment in pneumatic tires / applicant and patent holder of the National University of Civil Society of Ukraine. –No. u201302439, application no. 02/26/2013; publ. 07.25.2013, Bul. No. 14.
- Yuliia Viazovychenko, Oleksiy Larin, "Algorithm of computational modeling the self-heating process of pneumatic tire in operation" 2022, *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering*, Springer 12 Pp.
- Коханенко В. Б., Рагімов С. Ю. Вплив дефектів в шині на безпеку руху аварійно-рятувального автомобіля. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2022. Вип. 35. С. 186–197.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ТА ОБЛАДНАННЯ «FIREXPRESS» ДЛЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

*Лісняк А.А., к.т.н., доцент, Дубінін Д.П., к.т.н.  
Національний університет цивільного захисту України  
Тугай А.М., Firesecurity*

В умовах сьогодення пожежна безпека є одним із факторів, що впливає на якість та безпеку життя, виробництва чи бізнесу. Не зважаючи на численні протипожежні заходи, виникнення пожежі можливе в будь-якому місці. Надзвичайно важливо зупинити пожежу на самій ранній стадії та, що найбільш важливо, у безпечний спосіб і з найменшими наслідками. Для цього необхідне таке обладнання, що використовує мінімальну кількість безпечної для людей та навколишнього середовища речовини, просте та безпечне у використанні навіть для невідготовленої людини [1]. Саме таким є обладнання датської компанії «Firexpress», що визнане одним із найкращих у світі в сфері високоефективних мобільних засобів пожежогасіння. Це обладнання дозволяє використовувати його в найрізноманітніших сферах – від приватних будинків до встановлення у транспортні засоби для швидкого реагування [1]. Попередні дослідження різноманітних сучасних мобільних засобів пожежогасіння показали свою ефективність при застосуванні [2-5].

Компанія «Firexpress» перетворила стандартну систему розбризкування води, яка традиційно використовувалась протягом багатьох років для гасіння пожеж, на сучасну та високоефективну. Розроблене нею обладнання дозволяє максимально швидко боротися з пожежею, і в той же час максимально ефективно використовувати воду, щоб зменшити її запас та витрати. Після кількох років досліджень та численних випробувань було винайдено та запатентовано подвійну форсунку розпилювача пінно-водяного розчину «Firexpress» (рис. 1) [1].



Рис. 1. Запатентована подвійна форсунка розпилювача «Firexpress» [1]

Розпилювач Firexpress з подвійною форсункою дозволяє використовувати два різні способи гасіння пожеж. Один, розпилюючи у вогні тонко розпилений пінно-водяний розчин для поглинання тепла, та інший – подачею концентрованого струменя для гасіння волокнистих матеріалів та для герметизації палаючих рідин від повітря. Керуючи важелем селектора, пожежний може швидко переключитись між режимами тонкого розпилення та концентрованим струменем [1].

Обладнання Firexpress можна розділити на дві групи в залежності від того, як вода подається в розпилювач. Для першої групи обладнання напір води створюється мембранним насосом. Для другої групи напір води створюється стисненим повітрям, яке подається з балона. Також для ефективного гасіння пожеж, довговічності та безперебійної роботи обладнання, є використання пінного концентрату. Пінний концентрат, рекомендований для обладнання «Firexpress», – це високоякісний водяний плівкоутворюючий пінний концентрат «Fomtec®» виробництва компанії «Dafo Fomtec AB», який пристосований для гасіння пожеж різних класів. Дане обладнання представлено на рис. 2 [1].



Насосна станція з бензиновим двигуном



Насосна станція з дизелем



Мобільний модуль з резервуаром для води на 150 л



Модуль з резервуаром для води на 300 літрів



Модуль з резервуаром для води на 300 літрів



Модуль з резервуаром для води на 600 літрів



Мобільний модуль 50 літрів



Пересувний модуль 50 літрів



Пожежний мотовсюдихід Polaris Sportsman X2 570 ATV



Пожежний мотоцикл BMW R 1250 RT

Рис. 2. Обладнання компанії «Firexpress» [1]

В основі високої ефективності та мобільності обладнання лежить розроблений та запатентований датською компанією «Firexpress» метод тонкого розпилення пінно-водяного розчину, що дає можливість значно зменшити витрату води і як наслідок зробити засоби пожежогасіння легшими та мобільнішими. Використання тонко розпиленого розчину води та екологічно безпечного пінного концентрату значно зменшує негативні наслідки від пожежогасіння.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Firesecurity. Retrieved from <https://fire-security.com.ua/uk>.
2. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водяним струменем. Проблеми пожежної безпеки. – 2018. – №. 43. – С. 45-53.
3. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження водяного аерозолі, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. Проблеми пожежної безпеки. 2020. № 47. С. 29–34.
4. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53.
5. 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.



## ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ САПЕРА ПРИ ОБСТЕЖЕННІ МІННИХ ПОЛІВ

*Матухно В.В., к.т.н.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Станом на початок 2023 року через війну в Україні близько третини території забруднено різними вибухонебезпечними предметами. На жаль, під час робіт з розмінування отримують поранення та гинуть піротехніки. Також мінна небезпека несе постійні ризики для життя цивільних мешканців. За словами голови ДСНС, зараз заміновано не менше 30% території України. А це – понад 174 тисячі квадратних кілометрів. Цивільне населення страждає від мін в багатьох регіонах України. На жаль, новини про такі трагічні випадки вже давно не рідкість. Наприклад, наприкінці березня у Херсонській області тільки за один день на міні підірвалося четверо людей. Усіх було госпіталізовано з важкими травмами.

Ефективність роботи та безпеки особового складу піротехнічних підрозділів залежить від новітніх розробок у напрямку дистанційного та механізованого розмінування, але є ділянки території, які за рахунок складного рельєфу місцевості унеможливають використання такої техніки, тому потрібно залучати особовий склад для технічного обстеження. Під час даного процесу збільшується ризик травмування сапера, особливо нижніх кінцівок.

Вирішенням завдання підвищення безпеки при виконанні даних робіт може стати взуття сапера, яке повинно відповідати ряду вимог.

Одним з варіантів є розробка Харківського підприємства «УРЦ» системи захисту ніг від протипіхотних мін URC Spider Boot (далі – виріб), яка призначена для зменшення впливу вибуху на ноги людини від підриву протипіхотних мін. Виріб застосовується під час пересування пересіченою місцевістю, на якій є ризик знаходження вибухонебезпечних предметів, протипіхотних мін.

Будова виробу повинна відповідати ряду вимог та бути максимально ергономічною (рис 1.).

Кінцевий споживач повинен розуміти ряд технічних вимог до безпеки. Перед початком експлуатації ретельно ознайомитися з технічним паспортом та виконувати усі наведені вимоги та рекомендації. Не використовувати виріб на сковзкій поверхні (лід, сковзку підлогу тощо), на сходинках у будинках, на драбинах. Надійно фіксувати взуття у виробі за допомогою застібок на кріпленні.

Слід пам'ятати, що при використанні виробу центр тяжіння тулуба людини буде завищений, тому слід враховувати це. Даний виріб призначений для зменшення впливу вибуху, але він не дає 100% гарантії від травми.

Під час вибуху протипіхотної міни у конструкції виробу відбуваються руйнування, ступінь яких залежить від потужності вибухової речовини. Самостійно оцінити руйнування конструкції дуже складно, тому слід відправити пошкоджений виріб підприємству-виробнику, для оцінки руйнацій та ремонту.

Якщо виріб пошкоджений, не залежно від якої потужності вибуху, його не можна використовувати, оскільки він не забезпечить закладений рівень безпеки, без заміни пошкоджених елементів конструкції.

Забороняється також вносити зміни у конструкцію виробу без узгодження з підприємством-виробником.

Забороняється експлуатація виробу з пошкодженими застібками, тріщинами ніжок, чаші та основної кришки.

Під час експлуатації виріб повинен експлуатуватися згідно з вимогами та рекомендаціями його паспорту. Не рекомендується експлуатація виробу на твердих

поверхнях, типу бетонних плит, асфальту тощо. Невиконання цієї рекомендації призведе до пришвидшеного зносу накладок виробу, що потягне за собою зняття з гарантійного обслуговування. Максимальне навантаження на один виріб з комплекту – 100 кілограм, при статичному навантаженні. Не рекомендується стрибати з вдягнутими системами – враховуючи, що для виконання вимог по безпеці при підриву, ніжки виконані з мінімальним запасом міцності. Невиконання цієї рекомендації призведе до злому ніжок у спеціально запланованих місцях, що потягне за собою зняття з гарантійного обслуговування. Рекомендується регулярно проводити очищення зовнішніх поверхонь виробу від пилу, бруду тощо.



**Рис – 1. Системи захисту ніг від протипіхотних мін URC Spider Boot:**  
 ніжки ліві; ніжки праві; опора; накладка; чаша; фальш-кришка; кришка основна; втулка розпірна; кріплення черевика; платформа регульовальна кріплення черевика (комплект кріплення черевика).

Забороняється використовувати для очищення будь які розчинники органічного, чи не органічного походження, та абразивні очищувачі. При очищенні використовувати теплий (не більше 40 °С) мильний розчин, та жорстку нейлонову щітку. При експлуатації слід уникати тривалого впливу нафтопродуктів на накладки виробу, поєднання цього впливу та динамічного (або статичного) навантаження може призвести до посиленого зносу накладок.

Слід також звернути увагу на рекомендації при транспортуванні та зберіганні. Умови зберігання систем захисту – в опалювальних та вентильованих приміщеннях за температури від 10 °С до 25 °С та відносної вологості повітря від 25 % до 75 %. Не дозволено зберігати системи захисту в одному приміщенні з хімічно-активними речовинами. Транспортування систем захисту у пакуванні проводять усіма видами критого транспорту згідно з правилами, чинними на цих видах транспорту. При транспортуванні слід скласти регульований асиметричний високий задник.

Підприємство-виробник повинен гарантувати відповідність комплекту виробів вимогам безпеки, за умови дотримання споживачем правил використання, транспортування, зберігання, монтажу та експлуатації.

## АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОБОТИЗОВАНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО БАР'ЄРУ ПРИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

*Савченко О.В., к.т.н., с.н.с., Могильна А.С.  
Національний університет цивільного захисту України*

За інформацією державного агентства лісових ресурсів станом на 29 березня 2022 року в лісах України вже ліквідовано 86 пожеж на площі 438 га, що в 11 разів більше від кількості за аналогічний період 2021 року. Середня площа однієї пожежі зростає в 7 разів [1]. До причин пожеж окрім традиційних: спалювання населенням сухоостою на полях та присадибних ділянках додалися обстріли та диверсійні заходи. Гасіння лісових пожеж у певних областях ускладнюється через бойові дії, наявність не розірваних боєприпасів та мінування. Відомо, що результативну локалізацію лісових пожеж забезпечує формування штучних протипожежних бар'єрів.

Протипожежний бар'єр – ділянка території, яка перешкоджає розповсюдженню і розвитку лісових пожеж (мінералізовані смуги, протипожежні розриви, протипожежні заслони, пожежостійкі узлісся, протипожежні канали, ріки, озера, автомобільні дороги тощо).

Розвиток робототехніки дозволяє пропонувати використання роботизованих комплексів для виконання небезпечних робіт замість пожежних. Роботи можуть мати будь-яку форму. Наприклад безпілотний наземний транспортний засіб (БНТЗ) це наземний транспортний засіб, який функціонує без наявності на борту людини. БНТЗ можуть бути використані для багатьох застосувань, якщо це може бути незручним, небезпечним або неможливим для присутності оператора-людини. Як правило, транспортний засіб має набір датчиків для спостереження за навколишнім середовищем і буде або самостійно приймати рішення щодо своєї поведінки, або передавати інформацію оператору-людині, яка керує ним по дистанційно (Рис.1).



а)



б)

**Рисунок 1. Приклади сучасних безпілотних наземних транспортних засобів**  
а) безпілотний наземний транспортний засіб військового призначення;  
б) безпілотний наземний транспортний засіб цивільного призначення.

Раніше було запропоновано при локалізації низових лісових пожеж використання технології створення протипожежного бар'єру, яка полягає у відокремленні охопленої вогнем ділянки від лісових насаджень за допомогою полімерного гідрогелю [2], Огляд

сучасних та перспективних засобів підвищення ефективності ліквідації лісових пожеж наведено в роботі [3]. При додаванні у воду кульок полімеру вони збільшуються в розмірі, який більш ніж в 100 разів перевищує їх обсяг. Молекули води заповнюють проміжки між молекулами полімеру, готові кулі на 85-99% складаються з води рис. 2.



Рисунок 2. Зовнішній вигляд полімерного гідрогелю

Кульки нетоксичні, безпечні для людей і тварин та в розмоченому вигляді здатні зберігати свої властивості під дією високих і мінусових температур. Важливою перевагою даного з'єднання є можливість повного біологічного руйнування, без шкоди екології.

Отже провівши аналіз, можна зробити висновок, що будь яку роботизовану техніку на сьогоднішній момент можливо оснастити спеціальними протипожежними засобами, та використовувати їх для гасіння пожеж. Прокладання протипожежного бар'єру із застосуванням технології полімерного гідрогелю за допомогою безпілотних наземних транспортних засобів можливе.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Державне агентства лісових ресурсів. Офіційна сторінка у Facebook URL: <https://www.facebook.com/forestUKR/posts/305587291680646>.

2. Савченко О.В. Перспективні технології влаштування протипожежного бар'єру при локалізації лісових пожеж / О.В. Савченко, Д.О. Медвєєва, Несторенко О. // Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2021. – С.93-94. Режим доступу к журн.: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12976>.

3. Савченко О.В. Огляд сучасних та перспективних засобів підвищення ефективності ліквідації лісових пожеж / О.В. Савченко, М.В. Копачов // Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту» – Харків: НУЦЗУ, 2023. – С.202. Режим доступу к журн.: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/17495>.

**ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

*М'ясоєдова А.В.*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
Хмирова, А.О. к.держ.упр., Шевченко Р.І., д.т.н., професор  
Національний університет цивільного захисту України*

Слід звзвити область розглянутих терористичних надзвичайних ситуацій (НС). Для цього під охоронюваним потенційно-небезпечним об'єктом будемо мати на увазі державні і недержавні установи, які мають систему фізичного захисту. Розглядаючи НС терористичного характеру на потенційно-небезпечному об'єкті, що охороняється, слід відзначити, що для неї, як і для будь-якої надзвичайної ситуації, характерно п'ять етапів. Перший - це етап прихованого накопичення повсякденних негативних факторів. Другий етап - процес екстремального накопичення і розвитку негативних чинників, який переростає в третій етап - саме катастрофічна подія, аварія, вибух або інший терористичний акт. Четвертий і п'ятий етапи - це ліквідація наслідків катастрофічної події і віддалених наслідків НС. Два останні етапи характерні для будь-якої техногенної аварії, так як, наприклад, вибух на АЕС і ліквідація наслідків радіоактивного забруднення, а також віддалених наслідків будуть незалежно від того, відбудеться чи ні розрив першого контуру енергоблоку в результаті теракту або технологічного події. Слід зазначити, що достатня велика кількість терактів маскується під технологічні збої.

Перший етап НС терористичного характеру має дуже високу скритністю. Про формування мети теракту, розробку його задуму може знати лічена кількість людей. Дослідження потенційно-небезпечних об'єктів може бути побудовано по системним принципам, і до цього можуть залучатися офіційні державні установи та громадські організації. У цій діяльності, з точки зору міжнародного і українського права, ніяких порушень немає. Тому в першому етапі НС терористичного характеру пропонується виділити два підетапи. Перший з підетапів відповідає першій фазі теракту, а другий - другій. На другому підетапі (другій фазі теракту) відбувається впровадження на потенційно-небезпечний об'єкт шляхом влаштування на роботу зловмисників або вербування нестійких співробітників, за допомогою яких досліджуються технологічні та виробничі особливості об'єкта в інтересах коригування сценарію теракту. Ці діяння вже підлягають кримінальній відповідальності, і тому повинні своєчасно виявлятися і припинятися [1,2]. Перший етап НС терористичного характеру на потенційно-небезпечному об'єкті протікає приховано. Тому виявити його ознаки може тільки добре поставлена оперативно-розшукова діяльність і копітка системна робота співробітників фізичного захисту з різними базами даних, в тому числі про обстановку в контрольованих зонах [3].

Другий етап НС терористичного характеру відповідає третій фазі теракту. Це активні дії, які носять цілком ворожий характер. Проникнення на об'єкт за допомогою порушення роботи його пропускної системи, захоплення посадових осіб або членів їх сімей, відкрите напад - прорив параметра, який охороняється, повинні рішуче припинятися системою фізичного захисту потенційно-небезпечного об'єкта. Передбачені нею організаційно-технічні заходи, спрямовані на недопущення теракту на потенційно-небезпечному об'єкті, який прийнято називати об'єктом управління, являють собою процес управління надзвичайною ситуацією терористичного характеру [4]

Виходячи зі специфіки НС терористичного характеру на об'єкті, що охороняється потенційно-небезпечному об'єкті та враховуючи особливості процесів управління НС в інших областях можна виділити наступні основні тенденції розвитку терористичних сценаріїв.

Перше - наближення терористичних актів до об'єктів критичної інфраструктури.

Друге - застосування інформаційних технологій для прихованої комунікації на всіх етапах підготовки і виконання терористичного акту, з одного боку, з іншого, використання цих технологій для масового інформування (фактично залякування) населення про свою діяльність.

Третє - використання останніх досягнень науки і техніки або сучасних ноу-хау, в тому числі нових матеріалів, біотехнологій та генної інженерії, а так само різних малогабаритних пілотованих і безпілотних літальних апаратів для проведення терористичних актів.

Таким чином, тенденції розвитку терористичних сценаріїв на об'єктах критичної інфраструктури, що охороняються характеризуються такими трьома видами. По-перше, в наближенні терористичних актів до об'єктів критичної інфраструктури. По-друге, в застосуванні інформаційних технологій для прихованої комунікації і залякування населення. По-третє, у використанні сучасних ноу-хау, в тому числі нових матеріалів, біотехнологій та генної інженерії, а так само різних малогабаритних пілотованих і безпілотних літальних апаратів для проведення терористичних актів.

Тому основним завданням наукового дослідження є запобігання надзвичайних ситуацій терористичного характеру на об'єктах, що охороняються критичної інфраструктури України шляхом своєчасного виявлення та ідентифікації малорозмірних безпілотних літальних апаратів, для чого формується низка математичних моделей, які потребують формування методики експериментальної перевірки їх достовірності.

Сильною стороною дослідження є те, що результати всіх натурних експериментів, виконаних з використанням лабораторної установки, і теоретично розраховані значення очікуваних діяльностей виявлення цілей як частина численних експериментів розташовуються в межах довірчих інтервалів, розрахованих відповідно до критерію Стьюдента з надійністю 0,99, що свідчить про хорошу збіжність результатів експериментів і теоретичних розрахунків. Це в свою чергу підтверджує достовірність математичної моделі виявлення сигналів, відбитих від малорозмірних безпілотних літальних апаратів за допомогою активних оптичних систем, що використовують явища поглинання і розсіяння світла в оптично прозорих середовищах і математичної моделі виявлення та ідентифікації малорозмірних безпілотних літальних апаратів за допомогою пасивних оптоелектронних систем. Подальший аналіз отриманих результатів дозволяє визначити конкретні практичні рекомендації.

Слабкою стороною застосування обраного підходу є необхідність отримання нових вихідних даних у разі розгляду, наприклад, нових варіантів оперативного розгортання, або залучення оперативних розрахунків з чисельністю особового складу, яка є меншою, ніж нормативна.

## ЛІТЕРАТУРА

1. М'ясоєдова А.В., Дівізінюк М.М., Хмирова А.О., Шевченко О.С., Шевченко Р.І. Математична модель виявлення малорозмірних безпілотних літальних апаратів за допомогою активних оптичних систем // Комунальне господарство міст, 2023, том 1, випуск 175. С.176- 181.

2. М'ясоєдова А.В., Сошинський О.І., Хмирова А.О., Шевченко О.С. Шевченко Р.І. Математична модель виявлення малорозмірних безпілотних літальних апаратів за допомогою пасивних оптичних систем // Комунальне господарство міст, 2022, том 6, випуск 173, -С. 121-130.

3. М'ясоєдова А., Гвоздь В., Дівізінюк М., Шевченко Р. Формування методики проведення експериментальних досліджень з перевірки достовірності математичних моделей виявлення безпілотних літальних апаратів // «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація», Том 6. № 2 (2022), С. 63-72.

4. М'ясоєдова А., Дівізінюк М., Шевченко Р. До питання розробки методики з перевірки достовірності математичних моделей виявлення безпілотних апаратів // Перспективні напрямки наукових досліджень щодо технічного та тилового забезпечення національної гвардії України/ Матеріали науково-практичної конференції. Харків. НАНГУ. 2023. С. 17.

## ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПОСАДОВИМИ ОСОБАМИ ПІД ЧАС ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІВ ДСНС УКРАЇНИ

*Рудаков С.В., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Система управління технічним забезпеченням є складовою системи управління департаменту матеріально-технічним забезпеченням (МТЗ) ДСНС України. Структура системи управління МТЗ обумовлена процесом формування структури ДСНС України в цілому.

Під системою МТЗ ДСНС України будемо розуміти сукупність взаємозалежних органів управління та підрозділів МТЗ і встановлений порядок здійснення заходів з матеріального, технічного та квартирно-експлуатаційного забезпечення територіальних органів ДСНС України при виконанні завдань із призначення в умовах повсякденної діяльності та при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) [1].

Для управління МТЗ можна сформулювати таке визначення – це взаємопов'язана діяльність органів управління, відповідних керівників та посадових осіб, спрямована на досягнення максимальної ефективності матеріально-технічного забезпечення підрозділів ДСНС України під час підготовки та під час виконання завдань із призначення.

Система управління МТЗ є складною багаторівневою організаційною системою і являє собою сукупність функціонально пов'язаних між собою органів управління матеріально-технічним забезпеченням, робочих місць керівників (фахівців) та технічних засобів управління (систем зв'язку, комплексів та засобів автоматизації управління).

В даний час управління МТЗ ДСНС України здійснюється на різних рівнях:

- оперативному (операційному) рівні управління, що забезпечує вирішення завдань, які багаторазово повторюються і операцій (завдання обліку, наприклад обліку роботи техніки) і швидке реагування на зміни вхідної поточної інформації. Відповідно, цей рівень характеризується як великим обсягом виконуваних операцій, так і динамікою прийняття управлінських рішень;

- тактичному (функціональному) рівні управління, вирішення завдань у якому складає основі аналізу інформації, підготовленої на першому рівні. Вирішальне значення цьому рівні має така функція управління, як аналіз. Зростає складність розв'язуваних завдань. Цей рівень характеризується тимчасовими затримками, які пов'язані з аналізом, витребуванням необхідних відомостей, часом реалізації рішень, і часом отримання реакції реалізацію даних рішень;

- стратегічному рівні, на якому проводиться підготовка та прийняття управлінських рішень щодо досягнення довгострокових стратегічних цілей організації. На цьому рівні особливого значення набуває така функція управління, як довгострокове (стратегічне) планування.

Тому, для завершення формування оптимальної системи управління технічним забезпеченням потрібно розробки нових моделей та алгоритмів розв'язання різних завдань управління технічним забезпеченням.

Моделі та алгоритми підтримки прийняття рішень є основою розробки алгоритму підтримки планування технічного забезпечення територіального підрозділу. В основі запропонованого алгоритму є єдина база даних. З отриманням підстави на формування плану МТЗ проводиться уточнення застосовуваних форм, і навіть уточнення вихідних даних.

Вимагаються відомості за основними показниками на планований рік: кількості пожежної аварійно-рятувальної техніки (ПАРТ), що поставляється, обсягах виділених фінансових засобів і т. і.

На наступному кроці в територіальному органі проводиться уточнення відомостей про наявність та технічний стан ПАРТ.

Проводиться визначення (уточнень) категорій з технічного стану ПАРТ з використанням алгоритму визначення категорії з технічного стану зразка техніки.

Далі проводиться одержання (уточнення) відомостей про нормативну складову ПАРТ за підрозділами відповідно до діючого табеля осначеності.

Проводиться оцінка забезпеченості підрозділів.

У ході наступної ітерації проводиться розрахунок обсягів витрат на утримання ПАРТ з урахуванням пропозицій, викладених раніше.

До бази даних вносяться відомості про техніку, що підлягає капітальному ремонту в планованому році.

З внесених до бази даних відомостей відбувається формування проекту плану МТЗ, що включає розділ «Технічне забезпечення».

При отриманні інформації про погодження плану МТЗ, його затверджує начальник територіального підрозділу, витяги з плану доводяться до зацікавлених підрозділів.

Таким чином, розглянуто найбільш суттєві чинники, що негативно впливають на управління технічним забезпеченням ДСНС України, такі як дублювання інформації, відсутність єдиної номенклатури техніки та відсутність зв'язку використовуваної інформації з практичною діяльністю підрозділів. Проведено аналіз процесу утворення обсягів інформації у системі управління технічного забезпеченням територіальних підрозділів ДСНС України. Розглянуто напрямки зниження негативного впливу виявлених факторів на керування технічним забезпеченням за рахунок застосування єдиних звітних форм та номенклатури мобільних технічних засобів.

Проведено реінжиніринг існуючого процесу керування змістом мобільних технічних засобів. Встановлено, що підхід, що застосовується, не враховує ні природно-кліматичні умови експлуатації регіону, ні вид і тип мобільного технічного засобу, що, як показує практика, не може забезпечити якість прийнятих управлінських рішень. Розроблено та обґрунтовано пропозиції щодо уточнення існуючого підходу до визначення нормативних витрат з урахуванням виявлених проблемних питань. Розроблено математичну модель визначення обсягів фінансових коштів у запланованому періоді. Отримана модель враховує величину витрат залежно від виду, шасі та пробігу техніки, а також природно-кліматичних умов експлуатації, що дозволяє підвищити якість прийнятих управлінських рішень.

Описано термін служби зразка залежно від його стану. Сформовано завдання підтримки управління посадових осіб, яке зводиться до мінімізації часу знаходження зразка у несправному стані за рахунок своєчасного отримання керівником достовірної інформації про якісний стан зразка. Зважаючи на те, що уточнення категорій з технічного стану проводиться, як показує практика, порядку одного раз на рік, розроблені пропозиції дозволяють отримати економічний ефект до 10% вартості зразка на рік.

Проведено аналіз ухвалення рішення про заміну зразка як багатокритеріального рішення. Визначено приватні критерії, що впливають на ухвалення рішення щодо необхідності заміни зразка. Розроблено комплексний критерій, модель та алгоритм управління заміною ПАРТ, необхідні для підтримки посадових осіб при ухваленні рішення про необхідність заміни ПАРТ.

На підставі розроблених моделей та алгоритмів розроблено алгоритм підтримки планування технічного забезпечення, що дозволяє здійснити його реалізацію за допомогою наявних інформаційних технологій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Рішення Комісії Європейського союзу від 09 грудня 2019 року № 877 «Про прийняття технічного регламенту Європейського союзу «Про безпеку колісних транспортних засобів» (разом з «ТР ТС 018/2011. Технічний регламент Євросоюзу. Про безпеку колісних транспортних засобів»). Режим доступу: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_125114/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125114/).



## ВДОСКОНАЛЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧОЇ СИСТЕМИ З ФОКУСОМ НА ЇЇ ВОГНЕЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ.

*Савельєв Д.І., к.т.н.*

*Національний університет цивільного захисту України*

У зв'язку зі зростанням глобальної температури, проблема пожеж у природних екосистемах стає особливо актуальною. Зменшення кількості снігу взимку та збільшення періодів посушливості влітку спричиняють зниження рівня ґрунтових вод, що призводить до пересихання ґрунтів і накопичення лісових горючих матеріалів. Це, в свою чергу, призводить до зростання лісових пожеж, що ставить перед нами завдання розробки ефективних методів боротьби з ними. Постійний інтерес до цієї проблеми обумовлений не лише серйозними екологічними наслідками, але й великими економічними втратами, які зазнають регіони, де поширюються пожежі. Крім того, лісові пожежі становлять загрозу для здоров'я та життя людей, що підсилює необхідність подальшого дослідження і розробки ефективних стратегій попередження та гасіння таких пожеж. Таким чином, ефективний контроль та гасіння лісових пожеж є важливим завданням з точки зору збереження природних екосистем, здоров'я людей і збалансованого клімату. Розробка та впровадження стратегій попередження пожеж, а також вдосконалення методів гасіння є критичними кроками для забезпечення сталого управління лісовими ресурсами та боротьби з наслідками глобального потепління.

За даними Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту ДСНС України у 2020 р. було зареєстровано 945 випадків лісових пожеж на площі 1101 га, у тому числі верхових – 141 га. З 2020 р., як і в попередні роки, на пожежну ситуацію значно вплинуло проведення бойових дій (АТО) в Луганській області. У цьому регіоні виникла 91 лісова пожежа на площі 485,3 га, верхових із них – на 103 га. Своєчасно ліквідувати ці пожежі було неможливо через заборону в'їзду пожежних машин лісгоспів у лісові масиви [1]. Найбільш поширеним способом гасіння лісової пожежі високої інтенсивності є створення загороджувальних або мінералізованих смуг, відпалу, запущеного від опорної смуги, яка може бути створена за допомогою засипання ґрунтом або розчинами хімікатів. Опорна смуга прокладається на відстані не менше ніж 80 м від фронту пожежі. У тилу лісової пожежі і на флангах, як правило, створюється загороджувальна мінералізована смуга без етапу відпалу [2]. Основним показником ефективності опорних і загороджувальних смуг є час вогнезахисної дії. Важливу роль при цьому відіграють вогнезахисні властивості вогнегасної речовини. Усе вищезазначене обумовлює актуальність розробки ефективних засобів вогнезахисту лісової підстилки для створення опорних і загороджувальних смуг.

На базі установки для досліджень низових лісових пожеж у цій лабораторії було проведено експериментальні дослідження з визначення вогнезахисної дії покриття, отриманого з використанням ГУС 5%  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2 + 35\% \text{CaCl}_2$ , нанесеного на лісову підстилку із соснового опаду розміром (100x50) см, завантаженням 1,25 кг, що відповідає питомому завантаженню  $2,5 \text{ кг/м}^2$ , і товщиною 5 см. Склад лісової підстилки та її товщину було обрано близькими до досліджень на модельному джерелі низової лісової пожежі малих розмірів. Відмінність у складі полягала у включенні до складу хвойної лісової підстилки шишок і дрібних гілок в обсязі 20% від загальної ваги, що більшою мірою відповідало реальній підстилці в лісах Харківської області.

У ході експерименту також необхідно було використати систему імітації потоків повітря, яка мала розмір (1360x300) мм і була встановлена навпроти стола на висоті 750 мм і на відстані від підстилки 500 мм. Корпус цієї установки має: вентилятор, ресивер, решітку, сопло, що звукується. Решітка забезпечує рівномірний потік на вході в сопло, що звукується. Перед решіткою встановлений ресивер, у який подається повітря від двох вентиляторів. Також у корпусі використовуваної системи була встановлена дросельна заслінка, яка знижує швидкість

поток повітря шляхом перекриття прохідного отвору. На підготовлену підстилку розміром 1000x500 мм було нанесено вогнезахисне покриття із ГУС шириною 200 мм на всю глибину підстилки (5 см) роздільно-послідовним способом подачі. Компоненти подавали за допомогою ручних оприскувачів ОП-301 з питомою витратою ГУС 1; 0,85; 0,55; 0,4 г/см<sup>2</sup>. Близький край підстилки шириною 10 см обливали бензином і підпалювали.

Експеримент проходив у кілька етапів на рівній поверхні та з кутами нахилу поверхні, які імітували рельєф місцевості. На кожному з етапів за допомогою установки створювали швидкість потоку повітря від 0 до 4 м/с. У ході експерименту оцінювали глибину прогорілої частини обробленої ділянки підстилки після повного самозагасання горючих матеріалів. Також фіксували можливість проходження гетерогенного горіння в шарах обробленої ділянки й можливість „перекидання” полум'я через оброблену ділянку на горючі матеріали. Під час проведення експерименту було встановлено, що при підвищенні кута нахилу поверхні збільшується інтенсивність впливу полум'я на підстилку, відстань по вертикалі між полум'ям і підстилкою зменшується і зростає ризик перекидання полум'я через оброблену смугу 20 см. Результат експерименту визнавали негативним, якщо оброблена ділянка ЛГМ прогорала хоча б на 5 см. Зі збільшенням швидкості потоку повітря до 3 м/с і вище на похилій поверхні полум'я нахиляється (притискається) до поверхні ЛГМ і в деяких випадках переходить у горіння підстилки під шаром гелю. У випадку горизонтальної поверхні при швидкості потоку вітру 4 м/с полум'я також притискається до поверхні ЛГМ і горіння в деяких випадках переходить у гетерогенне горіння підстилки під шаром гелю.

Результат експерименту представлено в табл. 1. Значок „+” означає, що полум'я не пододало вогнезахисну смугу й прогорання обробленої смуги не більше 1 см; „±” – вогнезахисна смуга прогоріла на (1 – 5) см, але полум'я не пододало всю смугу; „-” – полум'я пододало вогнезахисну смугу. Досліди не проводились при витратах ГУС більших, ніж ті, що дали позитивний результат у попередніх дослідах з меншими витратами.

Оброблена ГУС з витратою 0,7 г/см<sup>2</sup> лісова підстилка надійно забезпечує непоширення полум'я в інтервалі швидкостей повітряного потоку від 0 до 4 м/с при кутах нахилу поверхні до 40 градусів.

Також було досліджено вплив іскор і розпечених фрагментів деревини на займання незахищеної горизонтальної лісової підстилки при різних швидкостях повітряного потоку. Такі досліди показали, що від дрібних іскор вибрана лісова підстилка не загорається при швидкостях повітряного потоку від 0 до 4 м/с. Одночасно було встановлено, що за наявності в лісовій підстилці сухої трави (~5 %) в ~25 % випадків траплялось локальне займання яке при швидкостях повітряного потоку від 0 до 2 м/с переходило в стійке горіння. При швидкостях повітряного потоку 3 – 4 м/с стійке горіння не спостережено, що зумовлено охолоджувальним ефектом повітряного потоку.

У випадку подачі розпечених фрагментів деревини (тліючі гілочки довжиною 1 – 2 см) на поверхню лісової підстилки, як без сухої трави, так і з її наявністю, спостережено поодинокі випадки займання лісової підстилки при всіх швидкостях повітряного потоку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2016 р. [Електронний ресурс] / А. С. Басараб, А. С. Борисова, Н. М. Богуш, О. М. Євдін, Л. В. Калиненко, Н. О. Кимаковська, Р. В. Климаць, В. В. Коваленко, Б. М. Ковалишин, Н. В. Корепанова, В. Ф. Коробкін, А. Д. Коробко, Р. І. Кравченко, Д. Я. Матвійчук, В. В. Могильниченко, С. В. Палагута, А. А. Слюсар, А. І. Фомін, В.В. Хижняк // УкрНДІЦЗ, 2017. – 208 с. – Режим доступу: <http://www.dsns.gov.ua/files/2017/8/18/Analit%20dopovid/1%20stan.pdf>.

2. Кимстач И. Ф. Пожарная тактика: учеб. пособие для пожарно-техн. училищ и нач. состава пожарной охраны / И. Ф. Кимстач, П. П. Девлишев, Н. М. Евтюшкин. – М. : Стройиздат, 1984. – 590 с.

**ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ  
ПОЖЕЖ В ЕКОСИСТЕМАХ**

*Семків В.О., Калиновський А.Я., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Наразі дуже актуальне питання створення та використання протипожежної та аварійно-рятувальної техніки, яка б задовольняла всі потреби в певному регіоні. Тому потрібно вивчити оперативно-тактичні характеристики району виїзду, які включають дальність, особливості місцевості та наявність твердого дорожнього покриття. Також важливо знати можливість приєднання до додаткового вододжерела та пожежного насосу (потужність, подача, тиск в системі). Кількість пожежних в оперативному розрахунку також є важливим фактором [1]. Це дасть змогу ввести в оперативний розрахунок пожежний автомобіль з потрібним набором функцій.

Оскільки зараз в світі панує тенденція багатофункціональності, то ми вважаємо, що в населених пунктах області було б доцільно використовувати комбіновані пожежні автомобілі. Комбінований пожежний автомобіль (КПА) - це пожежний автомобіль, який має різні функції і може використовуватися для різних видів рятувальних робіт. Він може бути оснащений ємкостями для вогнегасних речовин, драбинами та іншим спеціальним обладнанням.

Пожежі в екосистемах розповсюджена проблема якраз в населених пунктах, з великими обсягами сільськогосподарських територій. Хочемо розглянути використання комбінованих пожежних автомобілів на прикладі Харківської області.

Харківська область розташована на північному сході України на межі лісостепової та степової фізико-географічних зон. За природно-кліматичними умовами територію області можна розділити на дві зони: лісостепову – це центральні, північні і західні райони і степову – південні і східні райони. Харківська область займає площу 31415 км<sup>2</sup>. Населення області складає близько 2 694 007 осіб, з них: населення м. Харкова близько 1 443 207 осіб. На території регіону розташовано 3860 промислових об'єктів, з яких: добувна промисловість і розробка кар'єрів – 51; переробна промисловість – близько 3510; постачання електроенергії та газу – 97; водопостачання, каналізації та поводження з відходами – 207. Класифікуються як «потенційно – небезпечні об'єкти» - 3332, з них: 364 «об'єкти підвищеної небезпеки». Всього сільськогосподарських угідь у користуванні - 1380451,93 га. Загальна посівна площа під урожай - 1238682,41 га. На території Харківської області існує 64 хімічно-небезпечних об'єктів, які виробляють, зберігають та використовують понад 9,2 тис. тон небезпечних хімічних речовин, в тому числі: аміаку – близько 8,3 тис. тон, хлору – 0,3 тис. тон, інших НХР – близько 0,6 тис. тон. Всього з зону можливого хімічного забруднення потрапляє – більш ніж 34 тис. осіб. Всього на території області розташовано 836 об'єктів, які використовують закриті джерела іонізуючого випромінювання (ДІВ). Загальна кількість ДІВ становить 5332од. та 5484 прилади іонізуючого випромінювання. Підприємства, організації та установи Харківської області, які використовують джерела іонізуючого випромінювання відносяться до III-ї та IV-ї категорії з радіаційної небезпеки. Територія регіону насичена водними об'єктами, у тому числі: 7-ма великими та середніми річками (загальна кількість річок 867), 56 водосховищ (найбільші - Печенізьке, Червонооскільське, Краснопавлівське), а також наявністю 2,5 тис. малих водойм (583 озера) та 33-х небезпечних каскадів ставків. У випадку катастрофічного затоплення території області, найбільш можуть постраждати райони у басейні р. Сіверський Донець, а це 42 населених пункти, із населенням близько 200 тис. осіб. Площа лісів Харківської області становить 318 тис. га, з них 90 тис. га. (28 %) -

хвойні. У користуванні 11-и лісогосподарських підприємств структури Харківського обласного управління лісового та мисливського господарства перебуває 301,7 тис. га лісових насаджень (71,9 % від загальної площі по області).

Пропонуємо до розгляду кілька модифікацій комбінованих пожежних автомобілів. Перша з яких, модернізація КПА системою спринклерно-зрошувального пожежогасіння, яка буде частиною пожежної автодрабини. Після розгортання драбини вогнегасні речовини розпилятимуться на уражені вогнем ділянки. Вода не присутня у трубопроводі доти, поки система не працює. По прибуттю до місця ліквідації пожежі та проведення розвідки, оператор вмикає насос та подає вогнегасну речовину до системи спринклерно-зрошувального пожежогасіння. Вогнегасна речовина поступово заповнює систему сухотрубів, на яку кріпляться спринклерні зрошувачі на відстані яка забезпечує ефективне гасіння пожежі.

Беручи до уваги конструкцію даної зрошувальної системи, результатом буде менша витрата вогнегасних речовин, а також ефективніша ліквідація пожежі, крім того, пожежний керуватиме драбиною на відстані, це забезпечуватиме збереження його здоров'я. Також, на горі пожежної драбини встановлюватиметься пожежний лафетний ствол з дистанційним керуванням, з режимом дрібнодисперсного розпилення вогнегасної речовини. За допомогою даної системи збільшується в рази швидкість та якість ліквідації даного типу пожеж, при меншому залученні особового складу та збільшенні їх безпеки.

Наступна модифікація - відсік для перевезення особового складу. Пропонуємо зробити його герметичним, з системою очищення повітря, яка матиме на меті створення умов для теплового комфорту, високої працездатності та збереження здоров'я особового складу та/або системою подачі кисневої суміші з резервних ємностей для повноцінної заміни природного повітря на суміш кисню з такої системи.

Перша система, очищення (кондиціонування) повітря, включатиме технічні засоби для очищення повітря від пилу і шкідливих газів та інших продуктів горіння, охолодження його при високих зовнішніх температурах і підігрівання при низьких, зволоження і осушення, переміщення, змішування і розподілу повітря, а також для регулювання його параметрів для чіткого контролю.

Інша система скрадатиметься з кількох балонів на стиснутому повітрі (2-4) з легких композитних матеріалів, які будуть з'єднані з системою очищення (кондиціонування) салону, та за необхідності повністю перекриватимуть подачу повітря з навколишнього середовища та замінюватимуть його на суміш газів з такої системи.

Дані системи допоможуть зберегти здоров'я особового складу під час роботи на задимленій (зараженій) території.

Якщо вказаний тип модернізованих комбінованих пожежних автомобілів буде стояти на оснащенні центрів безпеки територіальних громад та підрозділах МПО (ДПО), то до прибуття основних сил та засобів, на порядок зросте можливість мінімізувати згубні наслідки від даного виду пожеж, як для людини так і для екосистеми в цілому.

В умовах воєнного стану в Україні та безпосередньо в Харківській області зростає актуальність використання таких систем на пожежних автомобілях, для захисту здоров'я та збереження життя особового складу пожежно-рятувальних підрозділів.

Тому вважаємо за доцільне розроблення та модернізацію комбінованих пожежних автомобілів в даному напрямку, а також, рекомендацію органам управління субланок територіальних підсистем ЄДСЦЗ для їх придбання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 8767:2018 Пожежно-рятувальні частини. Вимоги до дислокації та району виїзду, комплектування пожежними автомобілями та проектування [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 39 с.

## КОЕФІЦІЄНТИ НАДІЙНОСТІ ЩОДО АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ НИМИ

Смирнов О.М.

Національний університет цивільного захисту України

Для комплексної оцінки надійності аварійно-рятувальної техніки (АРТ) найчастіше застосовуються наступні специфічні показники: коефіцієнт готовності і коефіцієнт технічного використання. Під коефіцієнтом готовності  $K_G$  приймаємо імовірність того, що машина (агрегат) виявиться в працездатному стані в довільний момент часу. При поступовій зміні стану АРТ за весь період експлуатації коефіцієнт готовності залежить від часу. Залежність  $K_G(t)$  називають функцією готовності  $\Gamma(t)$ , що зображена на рис. 1. Із графіка видно, що при  $t \rightarrow \infty$  функція готовності прагне до постійного значення, що характеризується  $K_G$  – коефіцієнтом готовності.

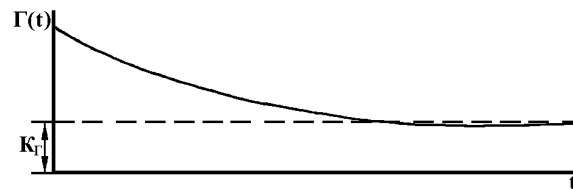


Рис. 1. Залежність функції готовності  $\Gamma(t)$  від часу

В теорії надійності доводиться, що

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \Gamma(t) \approx K_G \approx \frac{m_t}{m_t + m_{T.B}} \quad (1)$$

де  $m_t$  – математичне очікування загального часу безвідмовної роботи за певний період експлуатації;  $m_{T.B}$  – математичне очікування сумарного часу відновлення. Коефіцієнтом технічного використання  $K_{T.B}$  називається відношення математичного очікування загального часу перебування машини в працездатному стані за певний період експлуатації до суми математичних очікувань інтервалів часу перебування машини в працездатному стані, простоїв, обумовлених технічним обслуговуванням, і ремонтів за той же період експлуатації:

Використовуючи наведені вище позначення і увівши нові, вираз математичного очікування загального часу технічного обслуговування за розглянутий період експлуатації можна, записати для  $K_{T.B}$  в наступному виді:

$$K_{T.B} = \frac{m_t}{m_t + m_{T.O} + m_{T.B}} \quad (2)$$

Таким чином,  $K_{T.B}$  характеризує частку часу знаходження машини в працездатному стані протягом розглянутого періоду експлуатації з урахуванням всіх видів простоїв (за винятком простоїв по організаційних причинах).

Із виразу (2) легко одержати формулу, що зв'язує  $K_G$  і  $K_{T.B}$ . Для цього розділимо чисельник і знаменник виразу (1) на  $t$ . Тоді будемо мати

$$K_{T.B} = \frac{1}{\frac{1}{K_G} + K_{T.O}} \quad (3)$$

де  $K_{TO} = \frac{m_{TO}}{m_T}$  – коефіцієнт профілактичного технічного обслуговування.

Отже, автору вдалося розрахувати специфічні коефіцієнти надійності щодо АРТ та встановити взаємозв'язок між ними. Ці коефіцієнти можуть бути застосовані і для оцінки надійності знешкодження вибухонебезпечних предметів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Приймаков О.Г., Градиський Ю.О. Теорія зносостійкої витривалості та застосування в машинобудуванні. Харків: Оберіг, 2009. 336 с.

УДК 614.8:534

### КОНСТРУКТИВНА ОСОБЛИВІСТЬ АКУСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОРІЄНТУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ З НЕЗАДОВІЛЬНИМ ВІЗУАЛЬНИМ КОНТРОЛЕМ



*Стативка Є.С.*

*Національний університет цивільного захисту України*

Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій (НС) спричинених пожежами, вибухами, нещасними випадками на промислових підприємствах нерідко супроводжується проведенням робіт в середовищі з незадовільним візуальним контролем (НВК). Обмежений доступ до природного світла, пил, задимлення та зруйновані конструктивні елементи знижують рівень орієнтування, підвищують ризик травмування фахівців аварійно-рятувальних служб. З метою підвищення рівня орієнтування рятувальників у середовищі з НВК забезпечення ефективного та безпечного проведення аварійно-рятувальних робіт, виникає потреба у розвитку інноваційних технологій, зокрема, акустичної системи.

У роботі [1] обґрунтовано розміщення пристроїв акустичної дії (акустичної системи) на спорядженні рятувальника: захисному шоломі та на рівні колін. Також обґрунтовується мінімальна кількість розміщення акустичних датчиків на захисному одязі рятувальника і становить 4. Розміщення декількох акустичних датчиків на захисному шоломі рятувальника дозволить отримувати не тільки інформацію про відстань до перешкоди, а й визначати форму перешкоди, шляхи обходу.

Інтеграція акустичних датчиків у шолом рятувальника:

При розробці захисного шолому для рятувальників можливо передбачити спеціально розміщені акустичні датчики, які будуть інтегровані у внутрішню структуру шолому, як зображено на рисунку 1. Кластер  показує відстань до перешкоди, з розрахунку 1:0,25 м, а  – зображує перешкоду на дисплеї та її габарити.

Завдяки цьому можливо скоротити часу пошуку постраждалого, забезпечити рятувальника від травм та ризику загибелі, знизити загальний час проведення рятувально-пошукових робіт та робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, також це забезпечить більш точну навігацію під час проведення ліквідації наслідків (НС). Дана акустична система у сукупності має не велику вагу, тому його загальна вага й габарити рятувальника практично не зміняться. Інноваційна ідея об'єктивного розташування акустичних датчиків на захисному одязі рятувальника доповнює конструктивні особливості імпульсної акустичної системи та сприяє поліпшенню її ефективності та зручності для фахівців рятувальних служб.

Розміщення акустичних датчиків на колінах.

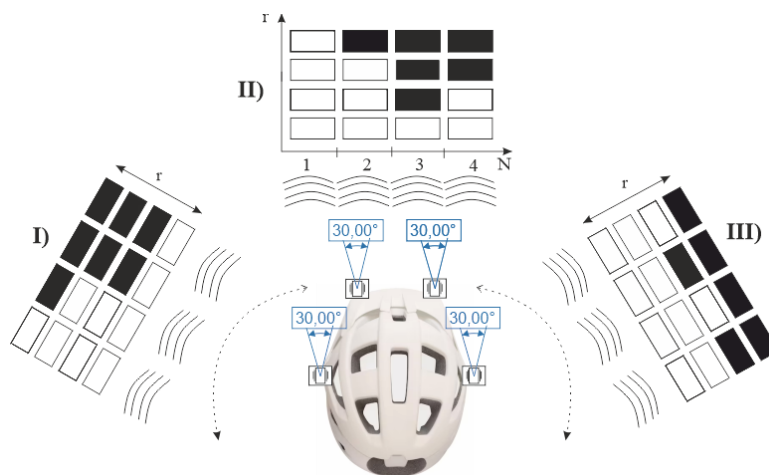


Рис. 1. Схема розміщення акустичних датчиків на шоломі рятувальника та поширення акустичних хвиль в середовищі

□ – відстань до перешкоди, 0,25 м (вільне середовище); ■ – умовне зображення перешкоди; ≡ – акустичні хвилі; □ – акустичний датчик з діапазоном кута поширення акустичних хвиль – 0-30°; I, II, III – варіанти відображення перешкод на дисплеї; N – номер акустичного датчика, r – відстань від акустичного датчика до перешкоди, 1 м.

Діапазон результативної дії виявлення перешкод акустичних пристроїв становить 30°. Під час проведення ліквідації наслідків НС часто виникає необхідність в гнучкості рухів, зокрема при пересуванні на колінах. Більшість завалів, уламків, перешкод розміщені саме на висоті 0,3–0,5 м. Таким чином розміщення акустичних датчиків на цих площинах дозволить рятувальникам оперативно отримувати інформацію про характер руйнувань та захарашень середовища.

Таким чином дана конструкційна особливість дозволить зосередитися на виконанні завдань та забезпечить більшу мобільність та гнучкість під час екстрених ситуацій. Загалом, поєднання імпульсної акустичної системи з об'єктивно-обдуманим розташуванням акустичних датчиків на захисному одязі рятувальника (шоломі та колінах) значно підвищить ефективність та безпеку рятувальних операцій у приміщеннях з незадовільним візуальним контролем.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Левтеров О. А., Стативка Є. С. Визначення параметрів акустичного приладу екіпірування рятувальників. *Scientific Journal. Problems of Emergency Situations*. №36. С. 280-295.
2. Kartashov, V., Tsekhmystro, R., Kolendovskaia, M. R. (2019). *Metody oryentatsyy, navyhatsyy u kontrolya mobylnykh robototekhnicheskyykh platform*. *Radyotekhnika*, 199, 38–44. doi.org/10.30837/rt.2019.4.199.04.
3. Cray, B., Kirsteins, I. (2019). Comparison of Optimal Sonar Array Amplitude Shading Coefficients. *Naval Undersea Warfare Center. Acoustics*, 1, 808–815. doi:10.3390/acoustics1040047.

## ЗНИЩЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА ТА СИСТЕМ СКИДУ

*Степанчук С.О., Яцкевич Я.О.*

*Національний університет цивільного захисту України*

В зв'язку з веденням бойових дій на території України рівень забрудненості вибухонебезпечними предметами (далі – ВВП) значно зріс. Це дає поштовх для винайдення нових, більш безпечних та інноваційних рішень для їх знищення. Одним з потенційно інноваційних рішень є використання безпілотних літальних апаратів (далі - БПЛА) (рис.1.) для знищення ВВП.



**Рис.1. Безпілотний літальний апарат (БПЛА)**

Під час роботи з ВВП піротехніки Державної служби України з надзвичайних ситуацій згідно окремого доручення Голови ДСНС від 14.12.2021 № В-485 «Порядок оперативного реагування органів та підрозділів цивільного захисту на повідомлення про виявлення вибухонебезпечних предметів» класифікують ВВП на 2 категорії:

ВВП I категорії – ВВП, що не споряджені засобами (пристроями) ініціювання, а також ВВП, що споряджені засобами (пристроями) ініціювання, які не мають ознак механічного, термічного та інших видів пошкоджень, або їх стан дозволяє переведення з «бойового» у «безпечне (транспортне)» положення;

ВВП II категорії – ВВП, споряджені засобами (пристроями) ініціювання та мають ознаки проходження через «канал ствола», наявність на засобах (пристроях) ініціювання механічних, термічних та інших видів пошкоджень, або переведення засобів (пристроїв) ініціювання з «бойового» положення у «безпечне (транспортне)» неможливе, а також ВВП, споряджені засобами (пристроями) ініціювання невідомої конструкції.



ВНП II категорії становлять велику небезпеку для особового складу піротехнічних підрозділів ДСНС України, тому саме під час знищення таких ВНП доцільно використовувати БПЛА та системи скиду.

Дане рішення передбачає знищення ВНП після виявлення та ідентифікації ВНП. Знищенню підлягають ВНП, які розташовані відкрито на поверхні землі та не мають перешкод для зависання БПЛА над ВНП на висоті від 1,5 до 5 м в залежності від тактико-технічних характеристик БПЛА та ваги заряду, а також не мають контактних вібраційних, розтяжних, обривних або інших датчиків цілі, які можуть активуватися під час спуску заряду для знищення ВНП. Для знищення ВНП доцільно використовувати заряди вибухових речовин (далі – ВР), які комплектуються радіопідриивниками.

Заряд ВР кріпиться до системи скиду БПЛА за допомогою мотузки довжиною від 0,5 м до 3 м. БПЛА повинен бути укомплектований системою скиду вантажів, яка передбачає кріплення та від'єднання заряду ВР за допомогою мотузки (рис.2.).

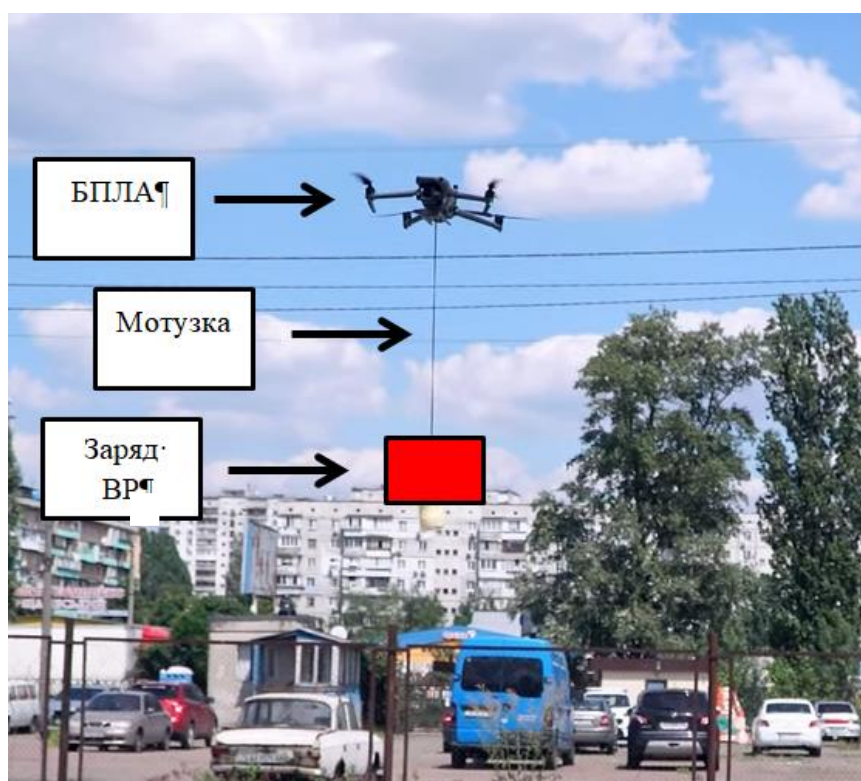


Рис.2. БПЛА, укомплектований системою скиду вантажів, яка передбачає кріплення та від'єднання заряду ВР за допомогою мотузки.

Вантажопідйомність БПЛА повинна бути більшою не менше як на 20%, чим вага готового заряду ВР.

Заряд ВР закладається на ВНП шляхом зависання БПЛА з зарядом ВР безпосередньо над ВНП, після чого від'єднується від БПЛА за допомогою системи скиду разом із мотузкою.

Особовий склад повинен бути у безпечному місці на випадок вибуху ВНП під час здійснення всього польоту.

Під час знищення ВНП БПЛА повинен бути на безпечній відстані від ВНП.

Метеорологічні та орнітологічні умови повинні бути сприятливими для проведення польоту БПЛА разом із зарядом ВР.

Заряду акумулятора БПЛА повинно бути достатньо для здійснення польоту з зарядом ВР, закладання заряду ВР на ВНП та повернення БПЛА до оператора.

## ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОЧИЩЕННЯ АКВАТОРІЙ УКРАЇНИ ВІД ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

*Толкунов І.О., к.т.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

Вибухонебезпечні залишки війни (ВЗВ) в українських водах Чорного і Азовського морів та у внутрішніх водоймах є спадщиною бойових дій, що відбувалися, перш за все, протягом Другої Світової війни, військової діяльності часів Холодної війни та особливо внаслідок сучасних повномасштабних бойових дій, які розв'язала російська армія проти України. Ділянки, забруднені ВЗВ, включають судна з боєприпасами, затонулі кораблі, боєприпаси, рештки боєприпасів від бомбардувань і обстрілів, боєприпаси, що не вибухнули внаслідок військової діяльності. Затонулі судна, що зазнавали та будуть зазнавати впливу корозії, погодних явищ та течій, з плином часу будуть фрагментуватися. В результаті цього випадки вимивання ВЗВ до берега частішатимуть.

Очищення забруднених ділянок, яке проводитиметься, здатне покращити безпеку місцевих жителів та туристів, а також підвищити потенціал для майбутнього соціально-економічного розвитку. Впровадження процесу проведення оцінки ризиків для ділянок, забруднених ВЗВ, в ході ремедіації забезпечить безпечний, ефективний та рентабельний підхід до зниження цих ризиків у підводному, надводному та береговому середовищах.

Після того, як підводні ділянки ВЗВ охарактеризовані та встановлена їх пріоритетність у ході нетехнічного обстеження, має бути проведене підводне технічне обстеження. Основний інструментарій, наявний для проведення обстежень у сучасних комерційних технологіях, складається з акустичних сонар-систем, магнітометрів та оптичних засобів, що утворюють групу підводних дистанційно керованих засобів, варіант яких наведений на рис. 1.



**Рис. 1 – Підводний дистанційно керований апарат AUV Iver 3 з магнітометром Marine Magentics**

Після отримання даних технічного обстеження проводиться їх аналіз для використання у розробці плану водолазно-піротехнічних робіт. Гідроакустичні дані перевіряються для визначення об'єктів, що відповідають характеристикам розміру та форми об'єктів, виявлених у ході нетехнічного обстеження (наприклад, боєприпаси, кораблі, судна

або літаки). Магнітометричні дані також перевіряються для визначення магнітних аномалій на ділянці. Ця інформація передається для обробки програмними засобами (рис. 2), які використовують сучасні геоінформаційні технології (ГІС) на базі ПЕОМ, та картографується. Зображення, отримані від підводних дистанційно керованих апаратів, та дані з сонарів також можуть імпортуватися до ГІС, утворюючи таким чином єдину систему управління даними.



Рис. 2 – ГІС на базі ПЕОМ, яка використовується для управління даними та аналізу даних за результатами технічного обстеження

Очищення акваторій від ВЗВ, які знаходяться під водою є сферою відповідальності відповідних регіональних підрозділів ДСНС. Варто відзначити, що рівень оснащення та професійна підготовка підрозділів підводного розмінування в умовах сьогодення потребує дооснащення сучасними зразками, а підготовка особового складу – негайного удосконалення. Контрольними перевірками виявлено, що підрозділи підводного розмінування ДСНС підтримують своє обладнання у стані високої готовності та ними продемонстровано відповідний рівень знань та умінь зі знешкодження і знищення ВЗВ та водолазної справи. Однак необхідно відзначити, що через те, що основна національна база водолазної підготовки розташовувалася у м. Севастополі, який зараз перебуває на тимчасово окупованих територіях країни, вартим опрацювання є питання забезпечення альтернативними місцями навчання водолазів, у т.ч. зі знешкодження і знищення морських зразків ВЗВ, які прийдеться знищувати в акваторіях Чорного та Азовського морів.

Отже, на відміну від багатьох країн, що потребують допомоги з підводними ВЗВ, Україна вже має базове обладнання та підготовлений персонал для проведення робіт з очищення (розмінування) акваторій. В той же час потрібна активна розбудова цього потенціалу з удосконаленням засобів технічного оснащення та системи підготовки фахівців, за рахунок чого Україна може швидко підвищити ефективність та продуктивність означеної діяльності, що в свою чергу надасть можливість поглибити комплексне розуміння проблематики розмінування акваторій України у післявоєнний період для зменшення ризиків для населення та промисловості на етапі відбудови держави.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Руководство по вопросам противоминной деятельности. Изд. 2-е. – Женева: ЖМЦГР (GICHD), 2005. – 265 с.
2. IMAS 09.60 «Підводні обстеження та очищення від вибухонебезпечних предметів».

**ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОСТОРОВОГО РОЗМІЩЕННЯ  
ПОЖЕЖНИХ ПІДРОЗДІЛІВ РІЗНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СПРОМОЖНОСТІ НА  
ЛОКАЛЬНИХ ТЕРИТОРІЯХ**

*Федоряка О.І.*

*Кустов М.В., д.т.н., доцент*

*Національний університет цивільного захисту України*

Математична модель просторового розміщення пожежних підрозділів [1] представляє собою задачу комбінаторної оптимізації просторового покриття області  $S_0(m_0)$  об'єктами  $S_{F,n}(m_{F,n}(\tau), u_{F,n}, R_{F,n})$ :

$$\min_w N(m_{F,1}(\tau), u_{F,1}, \dots, m_{F,N}(\tau), u_{F,N}); \quad (1)$$

при цьому:

- межі адміністративного району представлені у вигляді багатокутника  $S_0(m_0)$ , де  $m_0 = \{x_{0,1}, y_{0,1}, \dots, x_{0,i}, y_{0,i}\}$  координати його вершин, а початок координат співпадає з однією з вершин та є центром глобальної нерухомої системи координат;
- межі району виїзду пожежно-рятувальних частин  $S_{F,n}(m_{F,n}(\tau))$  знаходяться у межах  $S_0(m_0)$ , тобто  $S_{F,n}(m_{F,n}(\tau)) \in S_0(m_0)$ ;
- область припустимих рішень  $W$  може бути представлена за допомогою наступних обмежень;
- розміри об'єктів  $S_{F,n}$  змінюються в залежності від  $\tau$  з кроком  $\Delta\tau = 5$  хв та початковим часом  $\tau_0 = 5$  хв;
- у кожній точці області  $S_0(m_0)$  з рівнем пожежної небезпеки  $R_{L,n} = \{x_{L,n}, y_{L,n}\}$ , з урахуванням її покриття одним або декількома об'єктами  $S_{F,n}$ , повинна виконуватись умова:

$$\sum_{n=1}^N R_{F,n} \geq R_{L,n}; \quad (2)$$

- нарощування сил та засобів в зоні гасіння пожежі  $\sum_{n=1}^N R_{F,n}$  може відбуватись

поетапно з кроком в часі  $\Delta\tau = 5$  хв, з початковим часом  $\tau_0 = 5$  хв та  $R_{F,n}(\tau_0) = 2$ ;

- площі взаємного перетину об'єктів покриття з початковим часом  $S_{F,n}(m_{F,n}(\tau_0), u_{F,n}, R_{F,n})$  мають бути мінімальними:

$$S_{F,n}(m_{F,n}(\tau_0), u_{F,n}, R_{F,n}) \cap S_{F,h}(m_{F,h}(\tau_0), u_{F,h}, R_{F,h}) \rightarrow \emptyset; \quad (3)$$

$$n = 1, \dots, N-1; h = j+1, \dots, N;$$

- мінімум площі перетину об'єктів покриття  $S_{F,n}(m_{F,n}(\tau), u_{F,n}, R_{F,n})$  та  $cS_0(m_{cS_0}, u_{cS_0})$  – доповнення області  $S_0(m_0)$  до простору  $R$ :

$$S_{F,n}(m_{F,n}(\tau), u_{F,n}, R_{F,n}) \cap cS_0(m_{cS_0}, u_{cS_0}) \rightarrow \emptyset; \quad (4)$$

$$n = 1, \dots, N; S_0 \cup cS_0 = R^2.$$

Для перевірки достовірності математичної моделі просторового розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності на локальних територіях з різними соціально-техногенними властивостями розроблено автоматизований програмний комплекс Fire Emergency Department Direction. Автоматизований програмний комплекс FEDDIR побудовано на базі інтерактивної мапи місцевості, що дозволяє автоматично будувати маршрути руху між точками та визначати середній час прямування до пункту призначення [2]. Програмний комплекс дозволяє спростити процес оптимізації територіального розміщення пожежних підрозділів та вибору оптимального шляху руху до місця пожежі.

Перевірка достовірності [3] проводилась наступним чином: за допомогою моделі (1)–(4) визначались оптимальні місця розміщення пожежних підрозділів в межах міста Харкова із стаціонарними позиціями потенційно-небезпечних об'єктів. У програмі FEDDIR визначався мінімальний час прямування до потенційно-небезпечних об'єктів.

Далі обирались декілька варіантів зміни місць розташування пожежних підрозділів від визначеного оптимального та у програмі FEDDIR визначався мінімальний час прямування до тих же місць призначення. Результати порівняння представлені у табл. 1.

**Табл. 1. Час прямування від пожежних підрозділів від місць постійного розташування до потенційно-небезпечних об'єктів**

Варіанти розміщення	Координати пожежного підрозділу	Час прямування до об'єктів (А – ДП ХІЗ ім. Т.Г. Шевченка; В – Новожанівський М'ясокомбінат)
Оптимізований	49.958064, 36.206050	А – 4'37"; В – 7'12"
Варіант 1	49.962340, 36.226363	А – 5'49"; В – 8'07"
Варіант 2	49.958649, 36.219254	А – 3'22"; В – 11'56"
Варіант 3	49.964940, 36.213047	А – 8'02"; В – 6'45"
Варіант 4	49.956748, 36.204352	А – 10'31"; В – 4'52"
Варіант 5	49.966714, 36.221475	А – 1'04"; В – 18'32"

В якості прикладу обрані найбільш потенційно пожежонебезпечні об'єкти Новобоварського району міста Харкова та одна з пожежних частин цього району. Найбільш пожежонебезпечними об'єктами Новобоварського району є промислово-виробниче підприємство Харківський приладобудівний завод ім. Т.Г. Шевченка та Новожанівський М'ясокомбінат. Варіювання місця розташування пожежної частини проводилось у межах її району виїзду. Проведені розрахунки показали, що запропонована математична модель дозволяє оптимізувати місце розташування декількох пожежних підрозділів відносно потенційно-небезпечних об'єктів за часом прямування до місця пожежі в якості визначального критерію.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кустов М.В., Соболев О.М., Федоряка О.І. Територіальне розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності. *«Problems of Emergency Situations». Scientific Journal. Проблеми надзвичайних ситуацій.* 2021, Вип. 33. С. 181-192. doi: 10.52363/2524-0226-2021-33-14

2. Кустов М.В., Морщ Є.В., Федоряка О.І., Сошинський О.І., Савченко О.В. Геоінформаційна система управління пожежними підрозділами. *«Problems of Emergency Situations». Scientific Journal. Проблеми надзвичайних ситуацій.* 2021, Вип. 34. С. 122-133. doi: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2021-34-9>

3. Кустов М.В., Федоряка О.І., Корнієнко Р.В. Ефективність методу територіального розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності. *«Problems of Emergency Situations». Scientific Journal. Проблеми надзвичайних ситуацій.* 2022, Вип. 2(36). С. 54-65. doi: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2022-36-5>

## ВИМОГИ ДО НАДІЙНОСТІ СКЛАДОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ

Фещенко А.Б., к.т.н., доцент, Загора О.В., к.т.н., доцент, Борисова Л.В., к.ю.н., доцент  
Національний університет цивільного захисту України

Запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням, оперативності та якості прийняття рішень при організації ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, аварій, катастроф, стихійного лиха, гасіння пожеж, рятування людей обумовлює використання системи оперативно-диспетчерського управління (СОДУ) силами та засобами, як функціональної підсистеми Єдиної інформаційної системи МВС України.

Складовим елементом СОДУ є відомча цифрова телекомунікаційна мережа (ВЦТМ), надійність роботи якої визначається імовірністю безвідмовної роботи та коефіцієнтом готовності вузлів та каналів зв'язку ВЦТМ ДСНС та залежить від інтенсивності відмов та відновлення в залежності від обраної структури типових фрагментів ВЦТМ.

Графоаналітична структура типового фрагменту ВЦТМ ДСНС забезпечує передачу даних від центрального вузла ВЦТМ ДСНС (основний, резервний) через окремий вузол 1-го рівня (регіонального рівня) до відповідного окремого вузла 2-го рівня (районного рівня) без урахування резервування вузлів та каналів зв'язку, що наведено на Рис. 1, де буквами позначені вузли графу  $c$ ,  $a$ ,  $b$  та канали передачі даних  $k_{ca}$ ,  $k_{ab}$  фрагменту ВЦТМ, які пронумеровані цифрами 1, 2, 3, 4, 5 [1]. Кожному елементу графа на Рис. 1 вповідають певні ймовірності безвідмовної роботи  $p_c(t)$  - центрального вузла,  $p_a(t)$  - вузла 1-го рівня (регіонального рівня),  $p_b(t)$  - вузла 2-го рівня (районного рівня) та відповідних каналів зв'язку  $P_{c,a}(t)$  і  $P_{a,b}(t)$ .

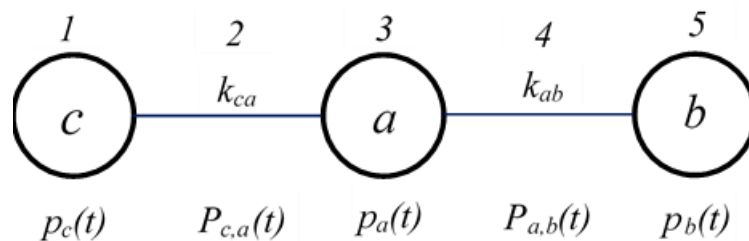


Рис. 1 Структурна схема надійності типового фрагменту ВЦТМ без резервування

Під  $P_{c,a,b}$  розуміють імовірність події  $E_{c,a,b}$  застати в довільний момент часу між  $c$ ,  $a$ , і  $b$  у справному стані хоча б один шлях передачі інформації.

Виходячи зі структури типового фрагменту ВЦТМ Рис. 1, при обліку надійності вершин  $c$ ,  $a$  і  $b$  проведемо обчислення структурної ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту ВЦТМ  $P_{c,a,b}^{\oplus}$  триполюсної мережі за формулою:

$$P_{c,a,b}^{\oplus} = p_c \cdot P_{c,a} \cdot p_a \cdot P_{a,b} \cdot p_b \quad (1)$$

де  $p_c$ ,  $p_a$  і  $p_b$  - імовірності справного стану (коефіцієнти готовності) вузлів ВЦТМ  $c$ ,  $a$ , і  $b$ ;

$P_{c,a}$ ,  $P_{a,b}$  - ймовірності безвідмовної роботи каналів зв'язку типового фрагменту ВЦТМ.

Структурна ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту відомчої цифрової телекомунікаційної мережі (ВЦТМ)  $P_{c,a,b}^{\oplus}$  для триполюсної структури мережі визначається за формулою [1]:

$$P_{c,a,b}^{\oplus} = p_c \cdot P_{c,a} \cdot p_a \cdot P_{a,b} \cdot p_b \quad (2)$$

де  $p_c$ ,  $p_a$  і  $p_b$  - ймовірності справного стану (коефіцієнти готовності) вузлів ВЦТМ  $c$ ,  $a$ , і  $b$ ;

$P_{c,a}$ ,  $P_{a,b}$  - ймовірності безвідмовної роботи каналів зв'язку типового фрагменту ВЦТМ.

Потрібна надійність рівнонадійних елементів (вузлів та каналів зв'язку) ВЦТМ типового фрагменту ВЦТМ складає  $p_c = P_{c,a} = p_a = P_{a,b} = p_b = p$ , тоді згідно з (1)

$$P_{c,a,b}^{\oplus} = p^5.$$

Значення структурної ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту ВЦТМ відповідає умові  $P_{c,a}^{\oplus} \geq 0,995$ , це означає, що ймовірності безвідмовної роботи кожного елемента типового фрагменту ВЦТМ повинні досягати величини  $p = \sqrt[5]{P_{c,a}^{\oplus}} = \sqrt[5]{0,995} = 0,999$ . Для забезпечення потрібної надійності типового фрагменту ВЦТМ і одночасному зменшенні вимог до надійності елементів, доцільно застосовувати роздільне резервування з кратністю резервування  $m_{роз} = 2$ . Тоді оцінимо надійність елемента  $p$ , наприклад, при  $m_{роз} = 2$

$$p = 1 - 10^{\frac{\lg\left(1 - (P_{роз})^{1/N}\right)}{m_{роз}}} \quad (3)$$

При проведенні оціночного розрахунку за формулою (3) при  $P_{роз}=0,995$ ,  $N=5$   $m_{роз} = 2$  потрібна надійність окремого елемента ВЦТМ дорівнює  $p=0,9684$ .

На основі аналізу призначення, умов роботи складових елементів, ієрархічності структури ВЦТМ ДСНС можливо розглядати як сукупність типових фрагментів. Структура типового фрагменту ВЦТМ представлена у вигляді структурної схеми надійності без резервування, яка складається з центрального, регіонального і районного вузлів, послідовно з'єднаних каналами зв'язку. При вимогах до значення структурної ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту ВЦТМ не менш за 0,995, обґрунтовані потрібні значення ймовірностей безвідмовної роботи кожного елемента типового фрагменту ВЦТМ, яке повинне досягати величини 0,9999, що пред'являє дуже жорсткі вимоги до надійності елементів типового фрагменту ВЦТМ. Тому, щоб знизити ці вимоги обґрунтована потрібність застосування структурного роздільного двократного резервування вузлів типових фрагментів ВЦТМ з різними ступенями ієрархії на етапі проектування ВЦТМ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фещенко А.Б. Розробка ймовірнісної моделі типового фрагмента відомчої цифрової телекомунікаційної мережі ДСНС. / А.В. Загора, Л.В. Борисова // Problems of Emergency Situations: Scientific Journal. – Х.: НУЦЗУ, 2021. № 1(33), pp.222-233. DOI: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2021-33-17> Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/13957>

## ДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ВІД РАДІАЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

*Христич О.В., к.т.н., доцент*

*Національний університет цивільного захисту України;*

Захист від радіаційного випромінювання є важливим фактором безпечної роботи ядерних реакторів, сховищ зберігання відпрацьованого ядерного палива та радіоактивних відходів, а також наукового та медичного обладнання, в якому використовуються джерела іонізуючого випромінювання. Надійна експлуатація АЕС має бути забезпечена протягом всього життєвого циклу, охоплюючи етап зняття з експлуатації. Актуальним є розроблення складів нового композитного матеріалу для радіаційного захисту на основі надважкого бетону, який може бути застосований у системах біологічного захисту.

Основною задачею радіаційного захисту є забезпечення безпеки як персоналу, що працює у полях іонізуючих випромінювань, так і людей, що не мають контакту із джерелами опромінення, за рахунок зниження індивідуальних еквівалентних доз нижче гранично допустимих рівнів. При роботах, пов'язаних із створенням ядерної зброї, були вирішені задачі радіаційного захисту робітників уранових шахт, газодифузійних збагачувальних заводів та інших підприємств по виготовленню ядерного палива, а також конструювання багатошарового захисту від випромінювань потужних ядерних реакторів ( $\gamma$ -випромінювання, нейтрони). Таким чином, сформувалась нова ланка радіаційного захисту – захист біосфери від впливу ядерної енергетики, в тому числі при захороненні відходів високої питомої активності (наприклад, відпрацьованих твелів) [1].

Захист від зовнішніх потоків випромінювання. При роботі із закритими джерелами, тобто радіоактивними джерелами випромінювання, устрій яких виключає попадання радіоактивних речовин в оточуюче середовище, персонал може бути опромінений тільки зовнішніми потоками випромінювання. В залежності від умов випромінювання, характеру та місцезнаходження джерела застосовуються різні заходи та методи захисту від опромінення: захист за часом; захист відстанню; екранування джерел випромінювання; індивідуальні засоби захисту; радіопротектори.

Можемо віднести до стаціонарних захисних огорожень: захисні стіни, перекриття підлоги та стелі, двері тощо. До пересувних захисних пристроїв відносяться: різного типу ширми і екрани; діафрагми установок та приладів, які обмежують потік променів; контейнери для транспортування радіоактивних речовин. Надійність захисних екранів контролюється відповідними дозиметричними приладами. Захисні екрани забезпечують безпечну роботу з іонізуючим випромінюванням. Товщина екранів розраховується на основі законів послаблення випромінювання у речовині екрану. Використання різних екрануючих матеріалів для захисту від проникнення рентгенівських, гамма-променів залежить від густини речовини, що застосовується для захисту. Так, свинець у цьому випадку підходить більше, ніж алюміній, вода або папір. Для захисту від рентгенівського і  $\gamma$ - випромінювання застосовують екрани з матеріалів з великим атомним номером і великою густиною: свинець, вольфрам, залізо. Можуть бути використані і метали середньої густини: нержавіюча сталь, чавун, мідні сплави, а також композитні матеріали на основі надважкого бетону, в складі якого є елементи з великим атомним номером і великою густиною. Екрануванням можна зменшити інтенсивність опромінення на робочому місці до будь-якого заданого рівня.

Композитні матеріалами для біологічного захисту - важкі бетони на основі спеціальних в'язучих (щільність 3200 кг/м<sup>3</sup> і вище) [2]. Бетон — це композитний матеріал, що складається з цементу, води та агрегатів (наповнювачів). Також бетон має високі хімічну



та корозійну стійкість, довговічність, стійкість до стирання, морозостійкість. Проектні терміни служби сучасних енергоблоків АЕС — 60 років; з урахуванням часу на роботи із зняття з експлуатації треба забезпечити міцність і захисні властивості бетону протягом 100 років. Щоб підвищити захисні властивості бетону, в нього додають спеціальні агрегати, що зменшують проникність гамма - та нейтронного випромінювання крізь бетон [3,4]. Для значного покращення згасання гамма-випромінювання у склад бетону потрібно додавати важкий агрегат, наприклад барит.

Тому доцільно розглянути можливість одержання для захисту від іонізуючих випромінювань, захисних матеріалів на основі оксидних композиції барійвмісних систем (з заповнювачем з важких агрегатів) та отримання більш ефективних матеріалів, що задовольняють високому ступеню захисту від радіації та гарантують надійність експлуатації. При чому, чим вище вміст оксиду барію у сполуці, тим вище коефіцієнт масового поглинання гамма-квантів.

Проведено теоретичні розрахунки складів композитного матеріалу для радіаційного захисту на основі надважкого бетону, який може бути застосований у системах біологічного захисту в атомній енергетиці. Для значного покращення згасання гамма-випромінювання у склад бетону пропонується додавати важкий агрегат, наприклад барит  $BaSO_4$ , а також синтетичні заповнювачі.

При розрахунку складів спеціальних цементів розглядалися природна і технічна сировина: вуглекислий барій технічний, металургійний глинозем, оксид хрому (III) . Для отримання продукту певного фазового складу найважливішою умовою при виборі сировини є максимальний вміст основного оксиду, а також постійність і однорідність хімічного складу. Обрані природні і штучно одержані технічні матеріали задовольняють вимогам.

В результаті проведених розрахункових досліджень розроблено склади спеціальних матеріалів, на основі сполук барію, передбачається визначення фізико-механічні властивості, згідно стандартних методик для спеціальних в'язучих матеріалів та оптимізація складів спеціальних цементів та бетонів на їх основі [5]. Проаналізовано сучасні методи визначення основних експлуатаційних властивостей та розраховано коефіцієнт масового поглинання гамма-випромінювання (бетони на основі природних заповнювачів мають підвищений коефіцієнт поглинання гама-випромінювання до  $300 \text{ см}^2/\text{г}$ , що у 2 рази вищий, ніж у використовуваних в даний час бетонів на основі портландцементу), що дозволяє запропонувати розроблені бетони для захисту від іонізуючого випромінювання при одночасній дії температур.

Таким чином, розроблені склади композитних матеріалів можуть бути запропоновані для використані при синтезу нових різновидів композиційних будівельних матеріалів спеціального призначення для стаціонарних захисних споруд та огорожень для екранування від рентгенівського і  $\gamma$ - випромінювання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Білявський Г. О. Основи екологічних знань. 2000. Київ: Либідь,. 336 с.
2. Шабанова Г.Н., Логвинков С.М., Корогодская А.Н, Христин Е.В., Иващенко М.Ю, Костыркин О.В. Барийсодержащие тугоплавкие материалы специального назначения: монография. Харьков, 2018. 292 с.
3. Романенко І. М., Голюк М. І., Носовський А. В. Дослідження нового композитного матеріалу на основі надважких бетонів і базальтової фібри для радіаційного захисту від гамма-випромінювання, Ядерна та радіаційна безпека. 2018. № 1(77). С. 52-28.
4. Калда Г. С. Захист від радіоактивного та електромагнітного випромінювання: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський, 2013. 448 с.
5. Шабанова Г.М. Корогодська А.М., Христин О.В. В'язучі матеріали: практикум, Харків: НТУ «ХП», 2014. 220 с.

## ЩОДО МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ БЕЗПЕЧНОГО ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ

Шахов С.М., к.т.н.

Національний університет цивільного захисту України

Протипожежний захист будь-якого об'єкту досягається комплексом способів, серед яких забезпечення своєчасної та безпечної евакуації людей у разі пожежі або НС є першочерговим завданням. Розрахунок часу евакуації з будівель та споруд проводиться згідно [1]. Зазначена методика враховує методи зі спрощеною аналітичною, індивідуально-поточною та імітаційно-стохастичною моделлю руху людських потоків. При використанні зазначених методів, у повному обсязі не можливо відтворити ситуацію, яка відбувається під час евакуації у разі пожежі. Незважаючи на відносно сучасну редакцію ДСТУ 8828:2019, загальні вхідні дані, що застосовуються у моделях при дослідженні безпечного часу евакуації є у певній мірі застарілими та не оновлювались з 2009 року. Отже вдосконалення зазначеного стандарту у частині цієї методики не викликає сумніву та є актуальним завданням у складовій протипожежного захисту.

Проведений аналіз нормативних документів [2-4] дозволив встановити, що у країнах ЄС та США методика розрахунку безпечного часу евакуації має суттєві відмінності із ДСТУ 8828:2019. Регулюючі нормативні та керівні документи застосовують підхід, яких охоплює врахування таких параметрів, як:

– часу до початку руху, який складається з часу виявлення, часу оповіщення, часу розпізнавання сигналу оповіщення, та часу відгуку на сигнал оповіщення (рис. 1);



Рис. 1. Складові для розрахунку часу евакуації

Час, необхідний для евакуації розраховують за формулою, що подано нижче:

$$t_{RSET} = \Delta t_{det} + \Delta t_a + (\Delta t_{pre} + \Delta t_{trav})$$

де, –  $t_{det}$  – час від займання до виявлення пожежі;

–  $t_a$  – час від виявлення до подання загального попередження про евакуацію людей, що перебувають у приміщенні;

–  $t_{pre}$  – час перед початком руху людей, які перебувають у будівлі; –  $t_{trav}$  – час слідування до безпечного місця.

– розрахунок часу до початку руху враховує такі складові, як тип будівлі, рівні менеджменту, час спрацювання системи оповіщення, та стан людей, що евакуюються з різноманітним варіюванням.

– застосування параметру ННР при виборі пожежі, який може бути отриманий експериментальним шляхом, та реалізований надалі у програмних продуктах, що відображає реальну картину розвитку пожежі;

– урахування відкритих чи закритих дверей у приміщеннях будівлі, що може бути реалізовано, за допомогою сучасного програмного забезпечення при моделюванні;

– для кожного конкретного сценарію евакуації пропонується складання індивідуальної матриці з урахуванням характеристик людей;

– застосування програмних продуктів з різними особливостями, зокрема моделей зі штучним інтелектом для поведінки люди.

За результатами аналізу можна дійти висновку, що сьогодні відсутня оптимізована та універсальна методологія, як єдиний підхід для дослідження безпечної евакуації людей шляхом моделювання.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Пожежна безпека. Загальні положення : ДСТУ 8828:2019 [Чинний з 2020-01-01]. Київ : УкрНДНЦ, 2018. 163 с

2. PD 7974-6:2004. The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings — Part 6: Human factors: Life safety strategies — Occupant evacuation, behaviour and condition (Sub-system 6)

3. Fire safety engineering concerning evacuation from buildings. CFPA-E Guideline No 19:2009 F.

4. Society of Fire Protection Engineers, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5 ed., M. J. Hurley, Ed., Gaithersburg, MD: Society

## З М І С Т

### **СЕКЦІЯ 1 «МОНІТОРИНГ ОПЕРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ ТА ПЕРШОЧЕРГОВІ ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ АБО ПОДІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВИЛИВОМ (ВИКИДОМ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ ТА РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН»**

<i>Белюченко Д. Ю.</i> Особливості організації професійної підготовки рятувальників-верхолазів для проведення аварійно-рятувальних робіт за різних умов	5
<i>Крицький О. І., Боярський В. Б., Масляк С. М.</i> Моніторинг оперативної обстановки та першочергові заходи реагування на надзвичайні ситуації або події, пов'язані з виливом (викидом) небезпечних хімічних та радіоактивних речовин	7
<i>Бурменко О. А.</i> Особливості попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів в Україні	11
<i>Гапон Ю. К., Бажанова К. В.</i> Використання потенціометричних досліджень для попередження виникнення аварій на атомних електростанціях	13
<i>Дорошенко Д. О., Ключка Ю. П.</i> Визначення оцінки утворення пожежовибухонебезпечної концентрації в приміщенні при витіканні природного газу	15
<i>Кіреєв О. О.</i> Вогнегасні засоби на основі легких сипких матеріалів для гасіння пожеж резервуарів з горючими рідинами	17
<i>Ковальов П. А.</i> Дослідження діяльності рятувальників	19
<i>Криворучко Є. М., Дубінін Д. П.</i> Застосування розбірної проміжної ємності під час забезпечення заходів з деконтамінації в сучасних умовах	21
<i>Кулаков О. В.</i> Тактика застосування безпілотних літальних апаратів для моніторингу хімічної обстановки в зоні надзвичайної ситуації	23
<i>Майборода А. О.</i> Аналіз процесу створення білкового піноутворювача для вогнегасіння	25
<i>Макаренко В. С., Кіреєв О. О.</i> Дослідження вогнегасних властивостей шарів сипучих матеріалів на гептані	27
<i>Абрамов Ю. О., Кривцова В. І., Михайлюк А. О.</i> Контроль технічного стану газогенератору системи зберігання та подачі водню як складова його пожежної профілактики	29
<i>Мінська Н. В., Кулик А. О., Козловський Ю. О.</i> Дослідження робочих характеристик газового сенсору на основі ZnO.	31
<i>Неклонський І. М., Гноєва М. В.</i> Мережева модель аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт при ліквідації наслідків хімічної аварії	34
<i>Остапов К. М.</i> Динаміка розвитку надзвичайних ситуацій пов'язаних з викидом небезпечних хімічних речовин	36
<i>Ковальов О. О., Рагімов С. Ю.</i> До питання організації моніторингу атмосферного повітря	38
<i>Скородумова О. Б., Чеботарьова О. М.</i> Шляхи підвищення вогнезахисту текстильних матеріалів	40
<i>Слепужніков Є. Д., Лимар Є. Д., Колтунов Д. Є.</i> Деконтамінаційна обробка відібраних проб небезпечних хімічних речовин	42
<i>Трегубов Д. Г., Кіреєв О. О., Дадашов І. Ф.</i> Коефіцієнт гальмування дифузії як головний параметр ізолюючих засобів пожежогасіння	44
<i>Трегубов Д. Г., Слепужніков Є. Д.</i> Радіаційна безпека обробки сільськогосподарської продукції іонізуючим випромінюванням	46
<i>Удовенко М. Ю., Нуянзін В. М.</i> Розвиток діджиталізації в ДСНС України	48
<i>Чиркіна М. А., Ганич С. О.</i> Міжнародна взаємодія при транскордонних надзвичайних ситуаціях на промислових підприємствах	50

<i>Шаршанов А. Я.</i> Математична модель поведінки ємності із скрапленим газом в умовах пожежі	52
<i>Щербак С. М.</i> Визначення величин втрат напору складових елементів пожежних кран-комплектів	54
<b>СЕКЦІЯ 2 «ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ТА НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ, ЩО ПОТРАПЛЯЮТЬ В ЗОНУ ПОСТІЙНИХ ОБСТРІЛІВ»</b>	
<i>Вовчук Т. С., Шевченко О. С., Шевченко Р. І.</i> Інформаційна підтримки дій з попередження надзвичайних ситуацій на об'єктах критичної інфраструктури	56
<i>Дівізінюк М. М., Шевченко О. С., Шевченко Р. І.</i> Характеристика об'єктів критичної інфраструктури держави.	59
<i>Дубінін Д. П., Грицина І. М., Гапоненко Ю. І.</i> Дослідження стану сталевих конструкції при розвитку пожежі	61
<i>Дубінін Д. П., Лісняк А. А., Аветісян В. Г.</i> Дослідження стану термічного розкладання твердих горючих матеріалів під час розвитку внутрішньої пожежі	63
<i>Коломієць В. С.</i> Організація гасіння пожеж у сільських населених пунктах та природних екосистемах в умовах бойових дій	65
<i>Мирошниченко А. О., Шевченко Р. І.</i> Попередження надзвичайних ситуацій та пожеж в тунелях	67
<i>Олійник В. В., Басманов О. Є.</i> Локалізація пожеж, пов'язаних з розливом нафтопродуктів	68
<i>Остапов К. М.</i> Особливості використання leader multi- search для пошукових робіт при руйнуванні будівель	70
<i>Петухова О. А.</i> Забезпечення можливості гасіння пожеж в населених пунктах, що потрапляють в зону постійних обстрілів	72
<i>Поліванов О. Г.</i> Експеримент щодо дискретної доставки вогнегасних речовин	74
<i>Сенчихін Ю. М., Гапоненко Ю. І.</i> Особливості розвитку пожеж у будівлях внаслідок зовнішнього впливу бойових засобів ураження - авіаційними фугасними бомбами (ФАБ)	76
<i>Сенчихін Ю. М., Дендаренко Ю. Ю.</i> Особливості реагування на надзвичайні ситуації на об'єктах критичної інфраструктури України під час російської агресії	78
<i>Черкашин О. В.</i> Забезпечення безпеки пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт на об'єктах критичної інфраструктури	80
<i>Щербак О. С., Нештор О. В., Шевченко Р. І.</i> До питання організації процедури виявлення осередкових ознак надзвичайної ситуації внаслідок пожежі на об'єктах критичної інфраструктури	82
<b>СЕКЦІЯ 3 «ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СЛУЖБИ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ В ДСНС»</b>	
<i>Бердник С. І.</i> Підвищення ефективності гасіння пожеж на автомобілях з електричною силовою установкою	84
<i>Бородич П. Ю., Грицай В. В.</i> Дослідження хімічного сорбенту, що використовується в сучасних апаратах на хімічно-зв'язаному кисні, які використовуються в Україні.	86
<i>Бородич П. Ю., Пономаренко Р. В., Грицай В. В.</i> Пропозиції щодо розрахунку часу захисної дії при виконанні робіт різного ступеня важкості в сучасних апаратах на хімічно-зв'язаному кисні, які використовуються в Україні	88
<i>Бородич П. Ю., Кононович В. Г., Грицай В. В.</i> Порівняльний аналіз сучасних апаратів на хімічно-зв'язаному кисні, які використовуються в Україні	90
<i>Буц Ю. В., Крайнюк О. В.</i> Базові принципи безпеки на автомобільному транспорті при організації робіт оперативно-рятувальних підрозділів	92
<i>Виноградов С. А.</i> До питання облікових документів транспортних засобів	94

<i>Гаспів С. Д., Поліщук Д. В.</i> Запровадження системи обміну досвідом між саперами різних країн	95
<i>Грицаєнко М. Г., Стрілець В. В.</i> Особливості попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, за кордоном	97
<i>Демент М. О.</i> Підвищення якості професійної діяльності курсанта ДСНС шляхом стимулювання ціннісного ставлення до професії	99
<i>Коваленко Р. І.</i> Математичний опис процесу виникнення пожеж під час воєнного стану	101
<i>Ковальов П. А.</i> Рятувальні роботи на об'єктах підвищеної поверховості	103
<i>Мелещенко Р. Г.</i> Дослідження ефективності вогнезахисного просочувального засобу для деревини різних порід	105
<i>Михайловська Ю. В.</i> Академічна культура як невід'ємна складова професійної компетентності особового складу ДСНС	107
<i>Назаренко С. Ю.</i> Планування експерименту на визначення механічних властивостей матеріалу пожежного рукава високого тиску	109
<i>Пуга О. О., Заїка М. Ю.</i> Фактори, що впливають на оперативність дій органів управління та сил цивільного захисту під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації воєнного характеру	111
<i>Савельєв І. В., Стрілець В. М.</i> Аналіз досліджень, пов'язаних з проведенням аварійно-рятувальних робіт особовим складом різних вікових груп	113
<i>Світлична Н. О.</i> Теоретичний аналіз проблеми готовності до екстремального виду діяльності рятувальника	115
<i>Степанчук С. О., Стрілець В. М.</i> Обґрунтування доцільності досліджень в галузі гуманітарного розмінування в радіаційно-забрудненій місцевості	117
<i>Сухарькова О. І.</i> Роль інноваційних технологій у пожежній та аварійно-рятувальній діяльності	119
<i>Чернуха А. А.</i> Удароміцність вогнезахисного покриття	121
<i>Шароватова О. П., Морозов А. І.</i> Ментальне здоров'я і психосоціальна підтримка працівників на робочому місці: об'єднання теорії та практики	123
<i>Шевченко С. М.</i> Застосування підкасника пожежними-рятувальниками, які працюють в засобах індивідуального захисту органів дихання і зору	125
<b>СЕКЦІЯ 4 «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ, ОСНАЩЕННЯ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ГРОМАДЯН УКРАЇНИ ТА ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС»</b>	
<i>Грищенко Д. В.</i> Розробка лабораторного зразку системи для дослідження впливу модифікувальних добавок на ефективність компресійної піни	127
<i>Закора О. В., Феценко А. Б., Борисова Л. В.</i> Визначення стану електромагнітної сумісності рез району надзвичайної ситуації	129
<i>Іщук В. М.</i> Організація експлуатації та контроль за зберіганням пожежних рукавів в пожежно-рятувальній частині	131
<i>Калиновський А. Я., Кривошей Б. І.</i> Експлуатація пожежної та аварійно-рятувальної техніки	133
<i>Кривошей Б. І., Калиновський А. Я.</i> Сервісне обслуговування як напрямок оптимізації системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів	135
<i>Карпов А. А.</i> Технічні засоби дистанційного розмінування	137
<i>Ковальов О. О.</i> Організація спостережень при надзвичайних ситуаціях за допомогою безпілотних літальних апаратів	139
<i>Корчагін П. О., Шевченко Р. І.</i> Аналіз факторів впливу на систему підготовки фахівців з експлуатації аварійно-рятувальної техніки	141

<i>Коханенко В. Б.</i> Вплив дефектів в шині на надійність експлуатації пожежних автоцистерн	143
<i>Лісняк А. А., Дубінін Д. П., Тугай А. М.</i> Дослідження та застосування інноваційної техніки та обладнання «Firexpress» для пожежогасіння	145
<i>Матухно В. В.</i> Підвищення безпеки сапера при обстеженні мінних полів	147
<i>Савченко О. В., Могильна А. С.</i> Аналіз можливості використання роботизованої техніки для формування протипожежного бар'єру при локалізації лісових пожеж	149
<i>М'ясоєдова А. В., Хмирова А. О., Шевченко Р. І.</i> До питання моделювання процесів виявлення малорозмірних безпілотних літальних апаратів	151
<i>Рудаков С. В.</i> Дослідження алгоритмів прийняття рішень посадовими особами під час вирішення завдань технічного забезпечення органів ДСНС України	153
<i>Савельєв Д. І.</i> Вдосконалення досліджень гелеутворюючої системи з фокусом на її вогнезахисні властивості	155
<i>Семків В. О., Калиновський А. Я.</i> Використання комбінованих пожежних автомобілів для ліквідації пожеж в екосистемах	157
<i>Смирнов О. М.</i> Коефіцієнти надійності щодо аварійно-рятувальної техніки та взаємозв'язок між ними	159
<i>Стативка Є. С.</i> Конструктивна особливість акустичної системи для орієнтування в середовищі з незадовільним візуальним контролем	160
<i>Степанчук С. О., Яцкевич Я. О.</i> Знищення вибухонебезпечних предметів за допомогою бпла та систем скиду	162
<i>Толкунов І. О.</i> Застосування сучасних методів та технічних засобів очищення акваторій України від вибухонебезпечних предметів	164
<i>Федоряка О. І., Кустов М. В.</i> Особливості математичної моделі просторового розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності на локальних територіях	166
<i>Фещенко А. Б., Загора О. В., Борисова Л. В.</i> Вимоги до надійності складових елементів системи оперативно-диспетчерського управління	168
<i>Христич О. В.</i> До питання створення композитних матеріалів для систем захисту від радіаційного випромінювання	170
<i>Шахов С. М.</i> Щодо методики розрахунку безпечного часу евакуації	172

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ КРУГЛОГО СТОЛУ

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

Відповідальний за випуск Є.Д. Слепужніков

Технічний редактор Н.В. Мінська

---

Підписано до друку 17.10.2023

Друк. арк. 8

Тир. 100

Ціна договірна

Формат А5

---

Типографія НУЦЗУ, 61023, Харків, вул. Чернишевська, 94