



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З  
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ



**МАТЕРІАЛИ  
КРУГЛОГО СТОЛУ  
(ВЕБІНАРУ)  
«ЗАПОБІГАННЯ  
НАДЗВИЧАЙНИМ  
СИТУАЦІЯМ  
ТА ЇХ ЛІКВІДАЦІЯ»**

(23 лютого 2022 р.)



ХАРКІВ



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ  
ФАКУЛЬТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**МАТЕРІАЛИ  
круглого столу (вебінару)  
«ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ  
ТА ЇХ ЛІКВІДАЦІЯ»**



23 лютого 2022 р.  
Харків

Запобігання надзвичайним ситуаціям та їх ліквідація. Матеріали круглого столу (вебінару). – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 23 лютого 2022. – 232 с.

У збірці розміщено матеріали круглого столу (вебінару) «Запобігання надзвичайним ситуаціям та їх ліквідація». У збірці представлено наукові доповіді з наступних напрямів:

– науково-практичні аспекти запобігання надзвичайним ситуаціям.

– науково-практичні аспекти ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

**Редакційна колегія:**

доктор технічних наук, професор Тютюник В.В.,  
кандидат наук з державного управління, доцент  
Ляшевська О.І.

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

Відповідальний за випуск Тютюник В.В.

## Шановні колеги!



Радий вітати учасників, гостей та організаторів з відкриттям круглого столу (вебінару) факультету цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України «Запобігання надзвичайним ситуаціям та їх ліквідація».

Вважаю, що це чудова нагода для спеціалістів і науковців, обмінятися досвідом, новими напрацюваннями, досягненнями, відкриттями. Сподіваюсь, що науково-практичний семінар стане вагомим внеском у розвиток питань запобігання надзвичайним ситуаціям та їх ліквідації.

Велике значення має обмін досвідом і сьогоднішня можливість для фахівців з різних міст України та зарубіжжя зібратись разом і обговорити актуальні питання сфери цивільного захисту.

Напрями наукових досліджень, що пропонуються до обговорення в ході роботи круглого столу, є актуальними. Країна йде

тернистим шляхом становлення та розвитку, зустрічаючись із всілякими загрозами, а технократичний напрямок розвитку наукового прогресу й соціальні протиріччя передбачають виникнення нових небезпек. Багато загроз і катастроф мають глобальний характер і є небезпечними для всього людства. Також останнім часом для нашого суспільства дуже актуальними є питання протидії новим загрозам соціального та військового характеру, що значно збільшує ризик виникнення надзвичайних ситуацій, а проблема безпеки стає все більш пріоритетною.

Приємно відзначити участь у круглому столі наших колег та науковців з різних куточків нашої Держави. Їх інтерес до проблем цивільного захисту свідчить про важливість і актуальність питань, які планується обговорити й вирішити на нашому заході. Упевнений, що круглий стол дасть можливість проявити себе як тим, хто робить зараз тільки перші кроки в науці, так і вже досвідченим науковцям. Наш захід безсумнівно відповідає викликам часу. Цей круглий стол повинен стати вагомим внеском у розробку нових методів попередження та ліквідації наслідків аварій і стихійних лих, а отже і в розбудову та становлення системи цивільного захисту нашої країни.

Бажаю всім учасникам круглого столу міцного здоров'я, невичерпної енергії на шляху здобуття нових наукових звершень, творчої наснаги та успіхів у професійній діяльності!

Проректор Національного університету  
цивільного захисту України з наукової роботи –  
начальник науково-дослідного центру  
полковник служби цивільного захисту,  
Заслужений діяч науки і техніки України,  
доктор технічних наук, професор

Володимир АНДРОНОВ



---

**Секція 1**  
**«НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАПОБІГАННЯ**  
**НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ»**

---

**УДК 355.6:614.8**

**ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ СКЛАДСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**  
**ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН ШЛЯХОМ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ**

*Альбоцій О.В., к. військ. н., доцент*  
*Національна академія Національної гвардії України*

*Присвячується великій людині та науковцю Олександру Соболю*

Як відомо, військові частини забезпечуються матеріальними засобами у відповідності до табелів належності, норм та інших нормуючих параметрів. За таких умов вони можуть бути повністю боездатними та боеготовими. Повнота забезпечення та якість матеріальних засобів є параметрами, які підлягають контролю та періодично перевіряються з боку командирів (начальників) та контролюючих (інспекційних) органів. Враховуючи характер завдань, що виконуються військовими частинами, у пунктах постійної дислокації військ (військових містечках) створена інфраструктура, необхідна для накопичення та зберігання встановлених запасів матеріальних і технічних засобів, їх обслуговування та доведення безпосередньо до військовослужбовців (підрозділів). Важливими об'єктами такої інфраструктури є склади різного призначення: озброєння, пально-мастильних матеріалів, продовольчий, речовий та інш. Специфіка засобів, які зберігаються на складах військової частини, їх значущість для виконання завдань за призначенням, підтримання боеготовності військ, обумовлюють високі вимоги до техногенної та пожежної безпеки даних об'єктів військового господарства.

Безпеці складів військових частин в наш час приділяється велика увага. Виходячи із загальних підходів до техногенної та пожежної безпеки об'єктів господарського призначення, заходи безпеки складських приміщень закладаються та реалізуються на етапах проектування, експлуатації, обслуговування та ремонту. В їх ряду присутні об'ємно-планувальні, технічні, та організаційні заходи. В той же час, приймаючи до уваги складність соціально-політичної обстановки, тенденції, що склалися в Україні у сферах пожежної та техногенної безпеки, кліматичні зміни, питання безпеки складського господарства військових частин потребує подальшого дослідження та удосконалення.

Сучасні підходи до забезпечення безпеки об'єктів і територій базуються на ризик орієнтованому погляді на процеси. Наприклад, в [3] пожежна безпека визначена як відсутність неприпустимого ризику виникнення і розвитку пожеж та пов'язаної з ними можливості завдання шкоди живим істотам, матеріальним цінностям і довкіллю. Ризик-орієнтований підхід до управління безпекою об'єктів дає можливість зробити акцент на профілактиці небезпечних подій, запобіганні виникнення надзвичайних ситуацій, які можуть бути наслідками прояву таких чинників. Саме наявність дієвих механізмів запобігання робить даний підхід до управління безпекою привабливим та ефективним. За певних умов він є єдино можливим методом впливу на випадкові процеси, що можуть зумовити неконтрольований розвиток подій та призвести до надзвичайної ситуації.

На практиці домінуючим методом управління безпекою складського господарства на об'єктах військового призначення залишається нормативний метод. Він полягає у нормативному визначенні вимог до пожежної та техногенної безпеки, безумовному виконанні даних вимог на кожному об'єкті, контролі за станом дотримання встановлених вимог та вжитті заходів у разі

невідповідності між встановленими вимогами та фактичним станом. Як свідчить практика, даний метод управління безпекою є недостатньо чутливим до ризиків, які мають місце на практиці, та носять ймовірнісний характер, тобто проявляються випадково.

Очевидно, що небезпечні події, зокрема пожежі, мають ймовірнісний характер. Статистика щодо надзвичайних ситуацій та пожеж, що ведеться в державі в цілому та в окремих відомствах, дозволяє виявити типові причини їх виникнення, зробити прогнози на плановий (прогнозний) період щодо кількісних показників небезпеки. Але встановлення конкретних причин таких негараздів на кожному об'єкті потребує відповідної аналітичної роботи. Така робота можлива при ризик-орієнтованому управлінні безпекою.

Ризик-орієнтований метод управління не слід розглядати як альтернативу нормативному методу управління безпекою об'єктів. Він, скоріш, доповнює нормативний метод шляхом використання науково-практичного інструментарію управління ризиками [2]. Оскільки даний метод передбачає забезпечення безпеки шляхом впливу на ризики [1], то він потребує виконання ряду специфічних операцій, основними з яких є ідентифікація ризиків, їх кількісне оцінювання, квантифікація, розробка заходів контролю, моніторинг стану безпеки. При цьому, процес управління здійснюється постійно. Отже, даний метод передбачає науково-практичне супроводження стану безпеки. Якщо, нормативний метод дозволяє забезпечити нормативні значення параметрів безпеки, то ризик-орієнтований метод дозволяє підвищити рівень безпеки понад нормативні значення.

В ході запровадження ризик-орієнтованого управління безпекою об'єктів складського господарства військових частин необхідно вирішити ряд завдань.

По-перше, необхідно методично визначити та практично організувати процеси ідентифікації, кількісного оцінювання та аналізу ризиків. Ідентифікація ризиків відіграє вкрай важливу роль у процесі управління, оскільки передбачає виявлення існуючих небезпек. Неповне чи неточне визначення ризиків призведе до відсутності реагування на фактично присутні але не виявлені небезпеки (загрози), або неадекватні заходи впливу. Проблемним залишаються питання: "хто має проводити ідентифікацію ризиків на кожному об'єкті?" та методики аналізу ризиків.

По-друге, необхідно встановити градацію кількісних оцінок для віднесення ризиків за їх величиною (балами) до відповідних рівнів. Це завдання пов'язане із встановленням ступеню небезпеки тих чи інших чинників, важливістю реагування на них та розумінням дій військової частин щодо усунення причин.

По-третє, необхідно розробити та реалізовувати заходи управління ризиками. Будь-який плановий захід має впливати на ризики, зумовлюючи їх локалізацію, зниження, чи ліквідацію.

По-четверте, необхідно організувати дієву систему моніторингу стану безпеки кожного об'єкту. Моніторинг буде відігравати функцію зворотного зв'язку та дозволить отримувати інформацію щодо результативності заходів управління ризиками, забезпечити циклічність процесу ризик-орієнтованого управління.

Ризик-орієнтований підхід до управління безпекою об'єктів складського господарства військової частини може бути запроваджений у рамках системи внутрішнього контролю військової частини, створення якої передбачено в [4].

Висновок: Запровадження ризик-орієнтованого управління безпекою військових складів дає можливість підвищити рівень техногенної та пожежної безпеки даних об'єктів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ISO 31000:2009 Международный Стандарт. Риск Менеджмент. Принципы и руководства. Режим доступа: [https://lib.kneu.edu.ua/ua/scientists/guidelines\\_dissert/](https://lib.kneu.edu.ua/ua/scientists/guidelines_dissert/). – Назва з екрану.

2. Альбошій О.В., Павленко С.О., Павлов Я.В., Писаревський С.В. Дослідження методичних аспектів підвищення надійності зберігання матеріальних засобів для

забезпечення військ шляхом управління ризиками. Щоквартальний науковий журнал «Честь і закон». Х.: НАНГУ, 2020. № 2(73). С.135-142

3. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. Офіційний вісник України. 2012. № 89.

4. Наказ Командувача НГУ від 26.06.2019 р. № 386 "Про затвердження з Інструкції організації внутрішнього контролю в Національній гвардії України".

## УДК 614.8

### **РОЗРОБКА АВТОНОМНОГО ДИМОВОГО ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО ПОЖЕЖНОГО СПОВІЩУВАЧА НА БАЗІ МОБІЛЬНОГО ТЕЛЕФОНУ**

*Антошкін О.А., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

У відповідність з інформацією, що наведена в [1], найбільша кількість пожеж за 11 місяців 2021 року виникла у будинках та спорудах житлового призначення – 33,9% від загальної кількості. При цьому загинуло 93,4% людей від загальної кількості. Причому, близько 70% смертей фіксується в результаті негативного впливу диму на організм людини. Одним з пояснень такої статистики може бути низький відсоток обладнання приватного житлового сектору системами пожежної сигналізації[2]. Бо саме пожежні сповіщувачі дозволяють на початковій стадії зафіксувати факт виникнення пожежі та сповістити про це шляхом вмикання системи керування евакуаційним. Це не стосується об'єктів для тимчасового розміщення – готелів, гуртожитків та ін., які переважно обладнані системами протипожежного захисту у відповідності з обов'язковими вимогами чинного законодавства з цього питання [3].

У США та Канаді відсоток обладнання житлових приміщень складає майже 100%, у Великобританії – близько 85%. В Україні ситуація значно гірша. Основними причинами такої ситуації в нашій державі можна вважати відсутність вимог до обов'язкового обладнання житлових приміщень в будівлях з умовною висотою до 26,5 м, необхідність відносно значних капіталовкладень для обладнання житла такими системами та їх технічне обслуговування.

Світовий досвід обладнання житлового фонду системами пожежної сигналізації вказує на ефективність використання автономних пожежних сповіщувачів. До їх переваг саме для використання у житлових приміщеннях можна віднести:

- простота монтажу;
- можливість зміни місця встановлення;
- відсутність необхідності підключення до пожежного приймально-контрольного приладу;
- бюджетність обладнання приміщень системою пожежної сигналізації.

Однак зміна місця встановлення автономного пожежного сповіщувача все ж таки потребує певних витрат часу та зусиль.

Світові тенденції розвитку техніки останніх років вказують на один зі способів забезпечення максимальної доступності обладнання житлового фонду системами пожежної сигналізації – універсалізація обладнання. Тобто, звичні прилади шляхом незначних технічних доповнень та переробок стають здатними виконувати додаткові, незвичні для них функції.

До найбільш поширених приладів, які є у переважній більшості людей сьогодні відноситься мобільний телефон. Саме його пропонується використовувати в якості базового приладу для будови мобільного пожежного сповіщувача.

За результатами проведення патентного пошуку було встановлено, що спроби розширення функціоналу мобільних телефонів у цьому напрямку вже були [4]. Але наявність



теплового датчика не дає можливостей виявлення пожеж, які супроводжуються виділенням диму. А саме такі пожежі спричиняють найбільш трагічні наслідки у житловому секторі.

Для того щоб за допомогою мобільного телефону можна було виявити появу диму, необхідно дообладнати його оптичною парою «випромінювач-приймач», яка працює в інфрачервоному діапазоні. Аналогічно тій, що використовується в оптико-електронних пожежних сповісвачах. Крім того, у складі телефону повинен бути мікропроцесор, який буде обробляти інформацію від оптичної пари.

Мобільний телефон майже завжди знаходиться поряд з власником і, за умови внесення вказаних вище технічних доповнень, зможе попередити людину про виникнення пожежі, розвиток якої супроводжується появою диму. Зрозуміло, що виконувати такі функції він зможе лише тоді, коли знаходиться на відкритій поверхні, а не в закритому чохла чи у кишені. Але і необхідність контролю щільності повітря в автоматичному режимі виникає лише під час відпочинку або короткочасних виходів з приміщення. Тому залишивши такий телефон на столі чи прикроватьній тумбі і увімкнувши режим контролю повітря, можна запобігти трагічних наслідків.

Можливий варіант функціональної схеми вдосконаленого мобільного телефону представлений на рис. 1.

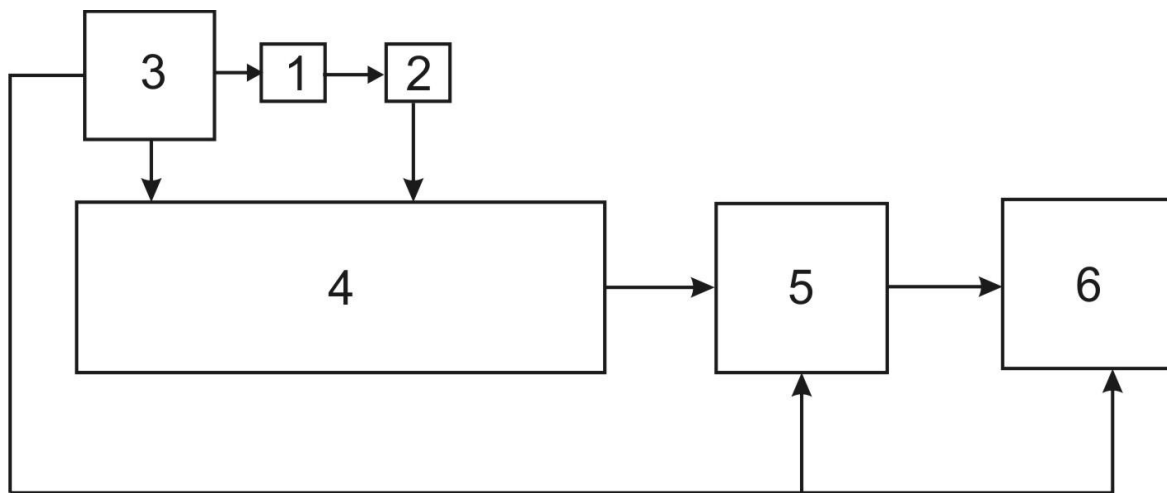


Рисунок 1 – Функціональна схема мобільного телефону з можливістю виявлення диму від пожежі

Складається прилад з наступних елементів: 1 – випромінювач інфрачервоного світла, 2 – фотоприймач, 3 – блок живлення, 4 – система обробки даних, 5 – пороговий пристрій, 6 – система оповіщення.

Використання такого мобільного пристрою для виявлення диму дозволяє відстежувати появу диму в довільному місці розташування пристрою, забезпечувати індивідуальний захист людини від негативного впливу задимлення за рахунок своєчасного інформування через систему оповіщення про пожежу без обладнання приміщення стаціонарною системою пожежної сигналізації. Це в цілому підвищує безпеку людини. Крім того, побудова пристрою на базі мобільного телефону дає можливість використовувати штатне джерело живлення. Це зменшує вартість такого пристрою, робить його мобільним засобом індивідуального захисту від пожежі, який постійно знаходиться поряд з людиною.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 11 місяців 2021 року [Електронний ресурс] – Режим доступу:

[https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2021/Ctatuctuka/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji\\_11.2021%20.pdf](https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2021/Ctatuctuka/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji_11.2021%20.pdf).

2. Дерев'янюко О.А., Бондаренко С.М., Христич В.В., Антошкін О.А. Системи пожежної та охоронної сигналізації. Текст лекцій. Харків, 2008. 149 с.

3. Системи протипожежного захисту: ДБН В.2.5–56–2014 [Чинний від 2015-07-01]. К.: ДП «Укрархбудінформ». 2014. 127 с.

4. Мобільний телефон: пат. 26438 Україна: МПК (2006) H04N 1/00 H01L 35/08 (2006.01). № u200703503; заявл. 30.03.2007 ;опубл. 25.09.2007, Бюл. № 15. 3 с.

**УДК 614.8**

## **АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Бабаєв Атабала, ад'юнкт НУЦЗ України  
Тарахно О.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України  
Скородумова О.Б., д.т.н., професор, НУЦЗ України*

Пожежна безпека є вагомою складовою національної безпеки будь-якої держави. Проте в Україні кількість пожеж не зменшується; крім того, спостерігається тенденція до збільшення кількості загиблих і постраждалих людей внаслідок отруєння токсичними продуктами горіння та термічного розкладання. Так, у 2021 році в Україні зареєстровано 1729 людей, які загинули у будинках і спорудах житлового призначення (93,3 % від загальної кількості загиблих унаслідок пожеж) [1]. Загибель людей, насамперед, зумовлена пожежною небезпекою текстильних матеріалів через те, що більшість хімічних волокон і текстильних матеріалів є легкозаймистими і горючими. Широке використання нових полімерних матеріалів за останні роки призвело до суттєвих змін якісних та кількісних характеристик процесів, що виникають під час пожежі: зросли швидкості газо- та димовиділення, збільшилися щільність диму та токсичність продуктів горіння. При згорянні текстильних матеріалів із хімічних волокон виділяються газоподібні сполуки, що несприятливо впливають на екологічну обстановку в цілому. Велику небезпеку представляє монооксид карбону, що виділяється в процесі горіння текстильних матеріалів. Частка загиблих під час пожежі, у яких у крові виявляють високий вміст карбогемоглобіну, продукту зв'язування гемоглобіну з СО, перевищує 60 %. У зв'язку з цим у більшості країн світу прийнято закони, що забороняють застосування горючих матеріалів у виробництві спеціального захисного одягу для роботи в умовах підвищених температур і бризок розплаву металу, одягу для літніх людей, постільної білизни в будинках для людей похилого віку, дитячих іграшок, в якості оббивних і оздоблювальних матеріалів у транспортних засобах, особливо літаках і пасажирських залізничних вагонах. До того ж вогнезахисні композиції для тканин, крім високої вогнестійкості й абсолютної безпечності для здоров'я людей, не повинні викликати ніяких функціональних змін у характеристиках оброблених матеріалів: зменшення еластичності, змінення фактури та кольору матеріалу.

Тому питання зниження горючості текстильних матеріалів шляхом створення нових речовин і композицій, що знижують горючість полімерних матеріалів і мають малу токсичність і низьку димоутворювальну здатність, є вкрай важливим і актуальним, а його вирішенням займаються науковці усіх розвинених країн [2, 3].

Проведено аналітичні дослідження сучасного стану вогнезахисту текстильних матеріалів різного походження, оцінено переваги та недоліки існуючих на цей час методів зниження горючості тканин. Принципово підвищити вогнезахисні властивості текстильних матеріалів можливо основними двома шляхами: створювати синтетичні матеріали із

термостійких волокон або обробляти текстильні матеріали або вироби із них спеціальними вогнезахисними складами, що зменшують їх пожежну небезпеку.

Існуючий нині асортимент термостійких волокон (фенілон, терлон, тверлана, русар, СВМ та інші) неспроможний задовольнити попит на вогнезахисні волокнисті матеріали. Область їх використання обмежується технічним сектором, так як виробництво таких волокон потребує великих капітальних вкладень і їхня вартість дуже велика.

Для надання вогнезахисних властивостей целюлозним матеріалам і тканинам із суміші целюлозних та синтетичних волокон використовують такі методи: просочування тканин розчинами сповільнювачів горіння (поверхнєве обробляння); хімічне модифікування волокон та виробів із них; введення уповільнювачів горіння в розплав або формувальний розчин полімеру. Хімічну модифікацію здійснюють за рахунок введення різних уповільнювачів горіння. Велика увага приділяється питанням екологічної безпеки засобів вогнезахисту. Якщо раніше серед використовуваних уповільнювачів горіння переважали галогеновмісні речовини, то на теперішній час зусилля дослідників спрямовані на розробку вогнезахисних систем, що не містять галогенів. Це пов'язано з тим, що галогеновмісні компоненти в більшості випадків надають несприятливий вплив на модифікований полімер, викликаючи його деструкцію, призводять до корозії обладнання, горіння модифікованих ними матеріалів супроводжується підвищеним виділенням диму і токсичних продуктів, зокрема, діоксинів та фуранів. Тому на міжнародному рівні прийнято рішення про обмеження галогеновмісних сполук як сповільнювачів горіння.

Останнім часом велика кількість досліджень присвячена створенню і застосуванню антипіренових композицій і захисних покриттів із використанням золь-гель методу. Основні процеси, які супроводжують золь-гель перехід, проходять при контакті вихідних компонентів (прекурсорів покриття) з поверхнею волокна або тканини. Основними недоліками таких технологій є тривалість процесу і складна будова синтетичних компонентів суміші, які зазнають гелірування. У роботах [4, 5] показано можливість застосування в якості просочувальних композицій попередньо одержаних гідролізатів кремнійорганічних сполук, а також вплив технологічних параметрів проведення золь-гель процесу на ефективність закріплення захисного покриття на волокнах тканини.

У роботах [6, 7] показано, що найбільший вогнезахисний ефект дають речовини, які уповільнюють масо-теплопередачу за рахунок ендотермічного розкладання у вузькому температурному інтервалі, що збігається з початком інтенсивного розкладання полімеру, що модифікується. Крім того, ефективними сповільнювачами горіння є речовини, що викликають пригнічення окисних процесів як у газовій, так і конденсованій фазах термолізу полімеру. Більшою мірою цим вимогам задовольняють фосфоровмісні сповільнювачі горіння, які за рахунок фосфорилування полімеру забезпечують посилення структурування та коксування під час термообробки, зменшення теплоти згоряння та швидкості виділення теплоти. Фосфоровмісні сполуки, що мають зв'язки С-Р і Р-Н, забезпечують більш високу термостабільність полімеру, причому наявність фосфорамідної групи може сприяти прояву фосфор-азотного синергізму - посилювати процес дегідратації та карбонізації полімеру.

Таким чином, видається перспективним розробити новий підхід до вогнезахисту тканин, який дозволив би у разі використання традиційного золь-гель переходу, що відбувається у силіказолях на основі рідкого скла, та фосфоровмісних сполук підвищити вогнестійкість текстильних матеріалів за одночасного збереження їх функціональних властивостей, природної еластичності й зовнішнього вигляду.

## ЛІТЕРАТУРА

1. <https://idundcz.dsns.gov.ua/ua/Analitichni-materiali.html>

2. Wakelyn P.J. Environmentally friendly flameresistant textiles. Advances in fire retardant materials woodhead publishing series in textiles. 2008. P. 188–212.
3. Drisko G.L., Sanchez C., Inorg Eur. J. Hybridization in materials science. Evolution, current state and future aspirations Chem. 2012. No. 32(2012). P. 5097–5105.
4. Скородумова О.Б., Тарахно О.В., Крадожон В.А., Тополь М.Е., Плетюк В.Е. Вогнезахисні покриття по текстильних матеріалах на основі гібридних силіко-фосфатних гелів. Проблеми пожежної безпеки. 2018. Вып. 44. С. 130-136.
5. Скородумова О.Б., Тарахно О.В., Тополь М.Е., Плетюк В.Е. Силіко-фосфатні покриття на основі бінарних композицій золь тетраетоксисилану – антипірени. Проблеми пожежної безпеки. 2019. Вып. 45. С. 154-160.
6. Халтуринский Н.А., Попова Т.В., Берлин А.А. Горение полимеров и механизм действия антипиренов. Успехи химии, 1984. т. 53, № 2/ С. 326-346.
7. Parvinzadeh M., Gashti E., Pakde I.F., Alimohammadi Nanotechnology-based coating techniques for smart textiles. Active coatings for smart textiles woodhead publishing series in textiles. 2016. P. 243–268.

**УДК 614.8**

## **АСПЕКТИ ЗДІЙСНЕННЯ ЗАХОДІВ З ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІ ПОЖЕЖ В ЕКОСИСТЕМАХ**

*Безугла Ю.С., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Управління лісовою пожежею неможливо здійснити без розуміння основних механізмів його виникнення та поведінки. Таким чином, перш, ніж виступити в ролі об'єкта управління, лісова пожежа виступає в ролі об'єкта дослідження.

При дослідженні лісових пожеж зазвичай виділяють три основних напрямки:

- 1) вивчення виникнення пожежі;
- 2) вивчення поведінки пожежі;
- 3) вивчення наслідків пожежі.

Мета дослідження виникнення пожежі – опис місця, часу та причин початку пожежі. Цей напрямок бере до уваги не тільки фізичні причини виникнення пожежі, але також і соціально-економічні фактори, які викликають загоряння, такі, як навмисний підпал або халатність. Об'єктом дослідження поведінки пожежі є фізичні процеси горіння та взаємодії між горінням і навколишнім середовищем. І, нарешті, третій напрямок має справу з вивченням наслідків пожежі, які відображаються на навколишньому середовищі.

Управління лісовими пожежами включає в себе широкий спектр дій. Маючи хоча б найменше уявлення про складність лісової пожежі як природного явища, можна зробити висновок, що цей спектр не обмежений тільки реактивними заходами, такими, як гасіння пожежі. Управління лісовими пожежами починається значно раніше і включає такі дії, як навмисне випалювання з метою попередження лісової пожежі, освіта і підвищення обізнаності громадськості в питаннях пожежної безпеки і т.д. Управління лісовими пожежами повинно розглядатися як частина комплексної стратегії екологічного управління, метою якого є раціональне використання природних ресурсів для поліпшення якості людського життя. Адже управління лісовими пожежами включає всю необхідну діяльність з охорони лісів та інших рослинних ресурсів від пожеж і з використання вогню, що відповідає цілям і завданням землекористування.

Згідно з визначенням, управління лісовими пожежами - це сукупність дій, спрямованих на зменшення впливу лісових пожеж на природні ресурси, екосистеми, а також навколишнє середовище відповідно до цілей організації, що здійснює управління. Управління лісовими пожежами включає в себе традиційні дії з контролю за

пожежонебезпечною обстановкою (виявлення, ліквідація вогню і т.д.), а також більш складні дії (випалювання, управління ЛГМ і т.д.).

Управління лісовими пожежами передбачає знання ймовірних наслідків пожеж, визначення цінностей, що знаходяться під загрозою, визначення необхідного рівня охорони лісів, матеріальних витрат на пожежну діяльність, прийняття рішень і повсякденну діяльність, спрямовану на досягнення встановлених завдань з управління ресурсами. Успішне управління залежить від ефективної пожежної профілактики, своєчасного виявлення пожеж, а також підготовчих робіт, що надають можливість успішної ліквідації пожежі.

Дії, пов'язані з управлінням лісовими пожежами, можуть здійснюватися до, під час або після пожежі. Залежно від цього їх поділяють на такі три групи:

- 1) попередження;
- 2) гасіння;
- 3) запобігання наслідків.

Попередження (профілактика) пожеж включає в себе сукупність заходів, спрямованих на попередження виникнення пожеж і на створення умов для їх оперативного гасіння.

Профілактичні протипожежні заходи поділяються на дві основні групи:

- 1) заходи щодо попередження виникнення лісових пожеж та контролю за дотриманням правил пожежної безпеки в лісах;
- 2) заходи, спрямовані на попередження поширення лісових пожеж.

Перша група заходів пов'язана з попередженням незапланованих займань, яке залежить від чіткої ідентифікації причин і обставин. Причини можуть бути природні або антропогенні. Природні причини, на відміну від антропогенних, є важкоконтрольованими. Антропогенні причини займань можуть бути частково усунені за допомогою інформування населення, яке здійснюється шляхом роз'яснення правил пожежної безпеки (лекції, плакати, публікації, виступи по радіо і телебаченню), а також прийняття відповідних законів, спрямованих на збереження лісів. Інформування є спробою підвищити обізнаність і знання населення, особливо окремих груп, безпосередньо пов'язаних з лісовим господарством (наприклад, фермерів). Поведінка громадян можна регулювати також за допомогою відповідного законодавства.

Друга група заходів пов'язана із запобіганням поширенню пожежі, яке може бути здійснено шляхом управління ЛГМ. Управління ЛГМ являє собою набір дій, спрямованих на регулювання займистості природних ГМ допомогою механічних, хімічних, біологічних і ручних засобів, а також за допомогою навмисне випалювання для забезпечення завдань землекористування. Запобігання надмірного накопичення палива (зменшення його кількості) може бути здійснене за допомогою фізичного видалення палива шляхом трудомісткою ручної роботи або за допомогою випалювання. Ще одним додатковим інструментом боротьби з вогнем є створення розривів палива, які являють собою смуги, що не містять палива або містять його в дуже малих кількостях. Ширина таких смуг залежить від типу палива і очікуваної поведінки пожежі. Розриви палива служать для обмеження поширення вогню по площі і прискорення гасіння

Гасіння пожеж - це вся діяльність, пов'язана з ліквідацією пожежі після його виявлення. В даний час, незважаючи на модернізацію вогнегасної техніки і розвиток нових методів боротьби з вогнем, гасіння пожежі все ще залишається трудомістким завданням, що вимагає великої кількості ручної роботи.

Успішне гасіння пожежі безпосередньо пов'язане з своєчасним його виявленням і ефективним початковим гасінням, що дозволяє локалізувати пожежу раніше, ніж він стане неконтрольованим. Своєчасне виявлення пожеж досягається шляхом посилення спостереження, яке в самому найпростішому вигляді являє собою патрулювання. Після виявлення пожежі вирішальне значення має швидке розгортання початкової атаки.

Застосовують в основному два тактичних прийоми гасіння пожеж: фронтальну і флангову атаки. У гірських умовах пожежу прагнуть зупинити біля підніжжя або на гребені вододілу. Опорні лінії відпалу здійснюють у найбільш пологих ділянках або до рідколісся, оскільки зупинити пожежу вгору по схилу складно. Використовують річки, ключі, позбавлені рослинності гребені гір, створюють опорні лінії під гребенем на протилежній стороні від пожежі.

Запобігання наслідків лісових пожеж в основному відбувається за рахунок економічної підтримки держави, приватних осіб, а також різних громад та компаній. Якщо наслідки незначні, то на допомогу можуть прийти приватні особи. У разі більш серйозних наслідків, як правило, використовуються державні фонди. Одним з основних заходів щодо запобігання наслідків лісових пожеж є лісовідновлення, під яким розуміють вирощування лісів на територіях, що зазнали пожежам. Лісовідновлення застосовується для створення нових лісів або поліпшення складу деревних порід у вже існуючих.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України від 27.12.2004р. № 278 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України» (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25 березня 2005 р. за № 328/10608).

УДК 621.03.09

### АНАЛІЗ ОПЕРАТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ ТА ЗАСОБІВ У ПРОВІДНИХ КРАЇНАХ СВІТУ

*Белюченко Д.Ю., к.т.н., НУЦЗ України*

Принципи організації та структура функціонування екстрених і рятувальних служб США визначена у документі «Національна система реагування» (National Response Framework) [1]. Кожен штат регламентує організацію та діяльність пожежної-рятувальної служби, але з дотриманням вимог стандартів та нормативних документів [2], які визначають необхідну кількість аварійно-рятувальної техніки та відповідний результат професійної підготовки пожежних. При забезпеченні АРТ пожежних станцій в США враховуються місцеві особливості (поверховість, щільність забудови, наявність потенційно небезпечних об'єктів тощо). Кожна міська пожежна станція комплектується АРТ з розрахунку забезпечення оперативної роботи, мінімум на один виклик з гасіння пожеж та на два виклики для екстреної рятувальної місії людей та інших оперативних дій.

Згідно [3] в США пожежно-рятувальні автомобілі (ПРА) класифікуються за типом і застосуванням. Пожежні машини 1 типу автодрабини (aerials), 2 типу це є автонасоси (pumpers) та автоцистерни (tankers). Пожежні автомобілі 3 і 4 типу (wildlands) застосовуються у передмістях, територіальних громад, сільській місцевості. Найбільша різниця між ними полягає в їх кількості оперативного розрахунку та збільшення ємності баку для води. Пожежні машини 5, 6 типу є автомобілями першої допомоги ("First-Out" Attack), 7 типу рятувальні автомобілі (rescues), а в пожежних станціях, що охороняють великі промислові об'єкти – промислові автомобілі (industrials). Автопомпи та автоцистерни, звісно, безпосередньо виконують функції пожежогасіння [4]. Відповідно для кожного ПРА розроблені свої типові варіанти оперативного розгортання (ОР), які враховують специфіку як конкретного ПРА, так і особового складу (штатні рятувальники чи добровольці), який буде її застосовувати [5].

За оцінками NFPA [6], в Канаді створено 3672 пожежних-рятувальних підрозділів. Усі професійні пожежні підрозділи складають 17,8% підрозділів та захищають 40,9% населення.



І навпаки, всі добровільні пожежні підрозділи становлять 82,2% підрозділів та захищають 17,7% населення. В результаті канадські пожежні підрозділи мають суттєво більший відсоток пожежно-рятувальних підрозділів, віднесених до категорії всі добровольці або переважно добровольці, внаслідок чого в більшості випадків використовуються пожежно-рятувальні автомобілі трьох класів на базі автоцистерн (АЦ) та пожежних автонасосів (ПАН).

У США та Канаді вимоги, які висуваються до ПРА усіх типів, це простота і надійність що вважають надзвичайно важливим фактором [7]. Ефективність при проведенні оперативної роботи, на думку американських фахівців, можна забезпечити застосуванням ПРА, які в Європі класифікуються як "важкі". Повна маса таких ПРА становить близько 18 т (двовісні) або 26 т (тривісні автомобілі) забезпечуються потужними насосами, а необхідна ступінь диспергування води забезпечується досконалим ручним пожежним стволом і з регульованим розпилом. Таке поєднання потужних насосів і універсальним ручних пожежних стволів робить ліквідацію НС ефективнішою. При цьому спеціальні шасі, комплектуючі деталі, вузлів і агрегатів, виготовлені великими спеціалізованими компаніями найбільш широко застосовують при створенні ПРА в США. Цим пояснюється принциповими відмінностями американських автомобілів від європейських.

Багато пожежних підрозділів у США рухаються напрямком придбання легкого класу ПРА [8], При цьому намагаються скомпонувати все обладнання з традиційного пожежного автонасоса та автоцистерни в менший ПРА та використовувати як аварійно-рятувальних автомобіль (MVA) при реагуванні на НП, пов'язанні з ДТП, а також НС в приміській і сільській місцевості, або для роботи у якості служби швидкої медичної допомоги (EMS) .

Важливість професійної підготовки до оперативних дій з реагування на НС професійних (кар'єрних) та добровільних (волонтерських) пожежних служб США відмічається в [9], де визначено що вони повинні володіти широкими професійніми навиками. Вони вважаються пожежними-випробувальними до тих пір, поки не закінчать перший рік роботи та не подолають нормативні тестові показники, у тому разі типові оперативні розгортання. Для випробувальних-пожежних окрім тренінгу, існують іспитові випробування, які проводяться за нормативними показниками для 4, 7 та 10 місяців першого року, основу яких складають різноманітні оперативні розгортання.

В країнах Європейського Союзу (ЄС) вся АРТ об'єднана за категоріями щодо середовища використання (міські, сільські, позашляхова) та типу. Базовим стандартом є стандарт, який, серед іншого, поділяє пожежні автомобілі на три масових класи (легкий, середній та супер), з урахуванням чого, а також місцевих умов відбувається підготовка пожежного екіпажу (три пожежних) або пожежної «ескадрильї» (шість пожежних) [10].

## ЛІТЕРАТУРА

1. National Response Framework. Homeland Security. URL: [https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1914-25045-1246/final\\_national\\_response\\_framework\\_20130501.pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1914-25045-1246/final_national_response_framework_20130501.pdf).
2. Regulations, Policies, Redcords, And Rules. URL: <https://www.firehouse.com/home/article/10540064/regulations-policies-redcords-and-rules>.
3. NFPA 1901, Standard for Automotive Fire Apparatus. URL: <https://www.nfpa.org/assets/files/AboutTheCodes/1901/1901-A2003-rop.PDF>.
4. Efficient fire fighting with Bronto F22RL aerial platform. URL: <https://brontoskylift.com/efficient-fire-fighting-with-bronto-f22rl/>.
5. NFPA 1906, Standard for Wildland Fire Apparatus. URL: [https://niordc.ir/uploads/nfpa\\_1906\\_-\\_2006.pdf](https://niordc.ir/uploads/nfpa_1906_-_2006.pdf).
6. Canadian Fire Department Profile - NFPA report. URL: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools/Emergency-Responders/Canada-Fire-Department-Profile>.
7. Fire Apparatus – United States vs. Europe URL:

<https://www.fireapparatusmagazine.com/2016/06/07/fire-apparatus-united-states-vs-europe/#gref>.

8. More Departments Choose Smaller Fire Apparatus to Handle Typical Runs. URL: <https://www.fireapparatusmagazine.com/2017/12/20/more-departments-choose-smaller-fire-apparatus-to-handle-typical-runs/#gref>

9. Minimum Standards for Firefighting Personnel. URL: <http://www.dhSES.ny.gov/ofpc/documents/standards/Part426LawBook.pdf>.

10. BS EN 1846-2:2009+A1:2013 Firefighting and rescue service vehicles. Common requirements. Safety and performance. URL: <https://doi.org/10.3403/30233210>.

**УДК 351:614:8**

## **ПРІОРИТЕТНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЩОДО РЕФОРМУВАННЯ СФЕРИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

*Борисова Л.В., к.ю.н., доцент., НУЦЗ України*

Підсумковим документом Саміту «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року», який відбувся у вересні 2015 року в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку, затверджено 17 Цілей Сталого Розвитку та 169 завдань. Для встановлення стратегічних рамок національного розвитку України на період до 2030 року на засадах принципу «Нікого не залишити осторонь» було започатковано інклюзивний процес адаптації Цілей сталого розвитку.

Основні принципи побудови такої системи містить Сендайська рамкова програма зменшення ризиків надзвичайних ситуацій (надалі – СРП). Згідно документу «Тлумачення Сендайської Рамкової Програми зі зменшення ризиків НС» ризиками НС та цивільного захисту. Програма найсучасніші ідеї та моделі управління ризиками та системами цивільного захисту, передбачає багаторівневе людського життя та збереження навколишнього природного середовища як управління ризиками. Євроатлантичний центр координації реагування на катастрофи (EADRCC) координує допомогу у разі катастрофи в країні – члені РСАП і несе відповідальність за постійне утримання організації та процедур EADRCC в цілковитій готовності відреагувати на надзвичайну ситуацію. Співпрацю з підготовки і реагування на катастрофи в НАТО називають Цивільним плануванням на випадок надзвичайних ситуацій. Ефективне реагування на катастрофи в рамках Партнерства заради миру передбачає координацію транспортних служб, медичних ресурсів, зв'язку, засобів додання наслідків катастроф та інших цивільних ресурсів.

Розробляючи плани дій на різні випадки, відповідні процедури і необхідне обладнання, а також спільно тренуючись і навчаючись, країни – члени НАТО і партнери отримали можливість ефективно координувати через EADRCC допомогу з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Результатом цієї угоди став пілотний проект із запобігання повеням та ліквідації їх наслідків у карпатському регіоні, широкомасштабні польові навчання EADRCC в Україні. Комітет з цивільного планування на випадок надзвичайних ситуацій (SCEPC) приділяє увагу тим аспектам науково-технічного розвитку, які пов'язані з безпекою у сферах, визначених як важливі для спільної безпеки міжнародного співтовариства. З 1995 року на основі Інтернету діє Клірингова система CCMS, що сприяє доступу до екологічних баз даних та дає учасникам можливість отримувати, організовувати, зберігати і розповсюджувати екологічну інформацію, яка цікавить усіх. Технічні звіти про пілотні дослідження і проекти CCMS публікуються, а інформація, пов'язана з діяльністю CCMS, розповсюджується через відповідну веб-сторінку [1].

Ряд систем інформації та зв'язку (CIS) взаємодіє з національними фіксованими і мобільними мережами, покриваючи всю територію НАТО, і забезпечує зв'язок між штаб-

квартирою НАТО в Брюсселі, усіма штабами інтегрованої військової командної структури, столиць держав і національних військових командувань. Служба інформаційних систем штаб-квартири НАТО (ISMS) забезпечує інформаційні системи Північноатлантичної ради, Комітету оборонного планування і Військового комітету.

Протягом 2018-2019 років на офіційному сайті Державної служби з надзвичайних ситуацій України з'явилися проекти двох документів – проект Порядку функціонування системи моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій та проект Регламенту взаємодії суб'єктів моніторингу, спостереження, лабораторного контролю і прогнозування надзвичайних ситуацій. Розглянувши проекти зазначених нормативних актів через призму першого пріоритету Сендайської рамкової програми, актуально:

1. При реформуванні організаційно-правової структури у цивільному захисті України та відповідності цих змін міжнародним стандартам важливо уникати понятійних неузгодженостей і поступового приведення української термінологічної бази у відповідність до міжнародної термінології. Наприклад, КЦЗУ дає базову термінологію поняття ризиків, розділення ризиків на природні та ризики техногенних катастроф, оперує поняттями «надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру» та «реагування на надзвичайні ситуації». Міжнародні документи, ECHO Factsheet – Disaster Risk Reduction, IOM in Disaster Risk Reduction and Resilience Natural Hazards, UnNatural Disasters, СРП оперують поняттями «катастрофа».

2. Підрозділи з питань цивільного захисту, що утворюються при об'єднанні територіальних громад та на відповідних старостинських округах, при реформуванні системи цивільного захисту в умовах децентралізації потребують окремої уваги: значна кількість повноважень має перейти на рівень найменшої адміністративно-територіальної одиниці – об'єднаної територіальної громади. Для забезпечення належного функціонування цієї ланки системи ЦЗ необхідно здійснити нормативне закріплення функцій та повноважень та порядку взаємодії між ДСНС та добровільними пожежними формуваннями, що створюються на рівні ОТГ.

3. У розумінні СРП інвестування включає в себе: фінансові ресурси для збільшення стійкості потенціалу, розробку стратегій, планів, нормативних актів у відповідних секторах з урахуванням чинників, які впливають на потенціал громади та держави. Затверджена Державна цільова екологічна програма матеріально-технічного переоснащення національної гідрометеорологічної служби на період 2022 – 2024 роки (постанова КМУ від 12.05.21 № 465) дозволить здійснити поетапне технічне оснащення державної системи гідрометеорологічних спостережень та радіаційного моніторингу, спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища.

4. Навчання в сфері цивільного захисту має формувати комплекс знань у сфері ЦЗ, моніторингу НС та оцінки отриманої інформації, розуміння системи управління ризиками природних та техногенних катастроф та подальше використання цих знань для підвищення рівня готовності до НС. На території України 37 працівників пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення місцевої пожежної охорони пройшли відповідну підготовку на базі навчальних підрозділів ДСНС [3].

Підготовка у сфері цивільного захисту за сучасною системою навчання «тренери для тренерів». Така система передбачає реалізацію національної навчальної програми для інструкторів (тренерів) з цивільного захисту на усіх рівнях ЄДСЦЗ, які отримують знання у сфері цивільного захисту у відповідності до найновіших методів та тем у сфері цивільного захисту. Після проходження навчання ці тренери навчають тренерів районного рівня, які у подальшому реалізують програми навчання на рівні району, та, у подальшому, тренування населення ОТГ.

Важливим чинником подальшого забезпечення комплексної протидії НС та мінімізації їх наслідків є: підвищення готовності до надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, що повинно забезпечуватися розвитком державного центру

управління в надзвичайних ситуаціях ДСНС; технічне переоснащення сучасною технікою, аварійно-рятувальними засобами та спеціальним обладнанням сил цивільного захисту, що входять до складу системи ДСНС; участь фахівців та команд ДСНС у міжнародних навчаннях, семінарах, тренінгах та інших навчально-практичних заходах у рамках співробітництва з НАТО, ЄС, ООН та іншими міжнародними організаціями. результативність чіткого розподілу функцій у галузі цивільної оборони між органами державної влади і органами місцевого самоврядування.

**УДК 621.03.09**

## **СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСОБЛИВОСТІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ ОПЕРАТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ**

*Бурменко О.А., к.т.н., НУЦЗ України*

Завдання з дослідження та розрахунку ефективності залучення оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів – одне з найскладніших, що вирішуються менеджерами підприємств та працівниками управління територіальними підрозділами реагування на надзвичайні ситуації. Науковим підґрунтям для розробки окремих рекомендацій з цього напрямку у провідних країнах світу слід вважати низку фундаментальних робіт з моделювання оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів.

У роботі [1], на базі підходу «витрати-вигоди», визначені домінуючі причини, які впливають на ефективність дій підрозділів під час протипожежних заходів на об'єктах житлового комплексу.

Натомість у країнах Європи, що розвиваються, увага приділена питанням вивчення ефективності моніторингового та інформаційного забезпечення оперативного потенціалу та синтезу рекомендацій з їх покращення. Окремо в цих країнах розглядаються питання ефективності залучення волонтерів, як додаткового резерву оперативного потенціалу.

У країнах тихоокеанського басейну актуальним також є питання землеустрою під час розгортання інфраструктурних об'єктів аварійно-рятувальної служби.

Підсумовуючи наведене, слід зазначити про відсутність єдиних підходів до оцінки оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів навіть у межах однієї країни.

Таким чином, підходи до оцінки потенційних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів та територіального рівня небезпеки у країнах-партнерах з розбудови системи цивільного захисту свідчать, що незважаючи на широке коло розглянутих питань, на сьогодні не існує ефективної методики оцінки оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів та їх оперативної здатності, яка б у повній мірі враховувала складний комплекс чинників складових безпеки та небезпеки умови ефективної протидії надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру.

Вітчизняна школа з оцінки небезпеки території також представлена низкою інноваційних досліджень як в області техногенної, так і природної небезпеки територій. Так, автори роботи [2] узагальнили статистику небезпек останніх років та визначили основні її особливості на території держави. У рамках інтегрального підходу оцінку небезпеки життєдіяльності населення наведено у роботі [3]. Об'єктовий рівень оцінки небезпеки досліджено у роботі [4]. Питання оцінки індивідуальної небезпеки населення регіонів України в умовах надзвичайних ситуацій досліджено у роботі [5]. Питання забезпечення територіального управління запобіганням та ліквідації надзвичайних ситуацій розглянуті у роботі [6, 7].

У роботах [8, 9] 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, наведено у роботі [10]. Окрема низка робіт присвячена вивченню та оцінці механізмів цепного розвитку процесу розповсюдження нестабільності у сейсмічно небезпечних регіонах планети.

На базі останніх обґрунтовано ризик функціонування природно-техногенно-соціальної системи при сезонних коливаннях сейсмічної активності. Роботами з оцінки територіальної небезпеки України є роботи з оцінки техногенної та 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.

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. Jaldell H. Kostnadsnyttoanalyser och evidens av brandskydd i bostäder. Brandvarnare och handbrandsläckare. 2011. MSB 309-11. ISBN 978-91-7383-159.

2. Андронов В.А., Rogozin A.C., Sobol' O.M., Tyutyunik V.V., Шевченко Р.І. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2011. 264 с.

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

4. Кондратьев В.Д., Толстых А.В., Уандыков Б.К., Щепкин А.В. Комплексная оценка уровня риска опасного объекта. Системы управления информац. технологий. 2004. №3(15). С. 53-57.

5. Tyutyunik V.V., Шевченко Р.І., Tyutyunik O.B. Оцінка індивідуальної небезпеки населення регіонів України в умовах надзвичайних ситуацій. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: 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). Автореф. дис... канд. наук з держ. управління: 25.00.02; Національна академія державного управління при Президенті України, Харківський регіональний інститут, 2003. 19 с.

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

8. Tyutyunik V.V., Черногор Л.Ф., Калугін В.Д. Системний підхід до оцінки небезпеки життєдіяльності при територіально-часовому розподілі енергії джерел надзвичайних ситуацій.

Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: Національний університет цивільного захисту України. 2011. Вип. 14. С. 171-194.

9. Калугін В.Д., Тютюнник В.В., Черногор Л.Ф., Шевченко Р.І. Системний підхід до оцінки ризиків надзвичайних ситуацій в Україні. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2012. 1/6 (55). С. 59-70.

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

## УДК 614.8

### ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОЖЕЖОСХОВИЩ ДЛЯ ПОРЯТКУ ЛЮДЕЙ В АДМІНІСТРАТИВНИХ ВИСОТНИХ БУДІВЛЯХ

*Васильченко О.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України,  
Максимов Д.В., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Для висотних будівель характерно перебування в них великої кількості людей, евакуація яких у випадку пожежі повинна бути своєчасною. Однак, для висотних будівель характерні швидкий розвиток пожежі по вертикалі та велика складність забезпечення евакуації та рятувальних робіт. Продукти горіння заповнюють евакуаційні виходи, ліфтові шахти, сходові клітки. Швидкість розповсюдження диму та отруйних газів по вертикалі може досягати кількох десятків метрів за хвилину. Дуже швидко будівля виявляється повністю задимленою, що створює загрозу життю людей, які перебувають у ньому і ускладнює їх евакуацію.

Аналіз проектних рішень та розрахунок процесу евакуації людей з висотних будівель [1] виявляє, що:

– при евакуації по сходових клітках внаслідок скупчення людей, що виходять з поверхів і спускаються сходами, утворюються потоки такої величини, що пропускної спроможності сходів виявляється недостатньо для забезпечення безперешкодного руху. У цьому випадку можливе виникнення тисняви – тривале накопичення людей високої щільності (7-8 чол/м<sup>2</sup>);

– у зв'язку з підвищеною щільністю потоку і, внаслідок цього, низькою швидкістю руху час евакуації людей збільшується та може становити у висотних будівлях заввишки 75 м 30 хвилин та більше;

– пожежні підрозділи не в змозі допомогти евакуації людей з верхніх поверхів.

Тобто, практика показує, що з одного боку – при евакуації з висотного будинку часто складається ситуація, коли з різних причин не всі можуть вчасно покинути будівлю [1, 2], а з іншого боку – технічні засоби пожежних підрозділів не дозволяють організувати порятунок людей в висотних будівлях з висот більше 50 м.

В "ДБН В.2.2-24:2009. Проектування висотних житлових і громадських будівель" для укриття і порятунку людей, які не встигли скористатися основними шляхами евакуації, рекомендується проектувати пожежобезпечні зони, розташовані по висоті через кожні 15...25 поверхів (45...75 м).

У висотних будівлях логічно влаштовувати пожежосховища в проміжних технічних поверхах, які служать одночасно межами пожежних відсіків.

Місткість пожежосховища має бути обумовлена:

– максимальною кількістю людей, здатних дістатися до нього із проміжних поверхів;

– наявністю всередині нього відносного комфорту та безпеки.



З огляду на найбільш небезпечні сценарії розвитку пожежної ситуації при блокуванні шляхів евакуації [1, 2], можна припустити, що заповнення пожежосховищ відбуватиметься, в основному, з верхніх поверхів і, можливо, з декількох нижчих поверхів.

Час заповнення пожежосховища, оціночно може становити від 20 до 40 хв. При цьому досягнення критичних значень небезпечних чинників пожежі (по задимленню і токсичним продуктам горіння) в сходовій клітці при негативному сценарії може відбуватися за 4...15 хв [1].

Для забезпечення відносного комфорту і безпеки людей пожежосховище необхідно обладнати місцями для сидіння, системою подачі повітря, укомплектувати засобами першої медичної допомоги, пристроями колективного та індивідуального порятунку, пристроями захисту органів дихання тощо. Прості розрахунки показують [2], що для організації пожежосховища в об'ємі технічного поверху навряд чи вистачить місця, і буде потрібний додатковий поверх.

З точки зору розрахунків та здорового глузду [2], якщо слідувати початковій концепції, то:

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

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

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

Натомість можна запропонувати систему безпеки висотних будівель, в якій:

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

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

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

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

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

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

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

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

Таким чином, запропонована система рятування дає змогу людям при пожежі у висотній будівлі та неможливості використання основних шляхів евакуації покинути будівлю

з будь-якого поверху самостійно, використовуючи технічні засоби рятування і не очікуючи рятувальників.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильченко А.В., Стец Н.Н. Расчет фактического времени спасения людей из высотного здания с помощью технических средств. Проблемы пожарной безопасности. Харьков: УГЗУ. 2009. Вып. 25. С. 34-37.

2. Васильченко А.В., Стец Н.Н. Анализ эффективности пожароубежищ высотных зданий. Проблемы пожарной безопасности. Харьков: НУГЗУ. 2012. Вып.31. С. 38-43.

**УДК 614.8**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ФАРБУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ПІДПРИЄМСТВАХ**

*Ворона Д.В., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України  
Дубінін Д.П., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Фарбування, лакування, емалювання виробів, миття та знежирення деталей із застосуванням покриттів на нітро-основі, бензині та інших ЛЗР здійснюють в окремих приміщеннях або на відокремлених виробничих ділянках, забезпечених відповідно засобами пожежогасіння. Розпилюють лаки та фарби тільки в закритих і напівзакритих камерах, що виключають можливість попадання парів горючих розчинників у приміщення. Не застосовують лако-фарбні матеріали (далі – ЛФМ), розчинники, миючі та знежирювальні рідини невідомого складу. Ємності з ЛФМ, що знаходяться безпосередньо біля робочих місць, закривають кришками, подають фарбу до фарборозпилювачів тільки по трубах або шлангах. Для подачі ЛФМ під тиском передбачають застосування стисненого інертного газу (азоту, оксиду вуглецю тощо), використовувати стиснене повітря можна лише для розпилення ЛФМ шляхом пульверизації.

Фарбувальні роботи, промивання та знежирення деталей проводять тільки при діючій припливній та витяжній вентиляції з місцевими відсмоктувачами від шаф для фарбування, ванни, камер і кабін. Вентиляційна система забезпечує швидкість руху повітря через робочі отвори камер у бік витяжки не нижче 1 м/с. Доцільне встановлення в камерах або повітроводах газоаналізаторів, зблокованих з роботою вентиляторів та фарбоподачею. За відсутності газоаналізаторів передбачають блокування, що забезпечує припинення подачі фарби при зупинці вентилятора, а фарбувальних камерах електростатичним полем також і зняття напруги з установки утворення електростатичного поля [1, 2].

При конвеєрному зануренні витяжна вентиляція блокується з конвеєром. Фарбувальні камери, що працюють з частковою рециркуляцією, обладнують автоматичними газоаналізаторами з виконавчим механізмом, що відкриває дросель-клапани на вихлопному повітроводі рециркуляційної системи. Фарбування великогабаритних виробів як виняток допускається на місцях складання без пристрою спеціальної вентиляції за умови провітрювання приміщення за рахунок включення витяжних вентиляційних установок та відкривання фрамуг.

Для зменшення можливості утворення небезпечних концентрацій замість пневматичного розпилення застосовують небезпечний метод безповітряного розпилення, а при неможливості його використання, для зменшення утворення «фарбного туману» - безтуманні розпилювачі. При застосуванні ЛФМ, що полімеризуються здійснюють автоматичне дозування їх складових (лаку, затверджувача пластифікатора тощо). Прагнуть до зменшення або повного виключення горючих розчинників з ЛФМ, застосовуючи

водорозчинні лаки, порошкові фарби, лакофарбові системи, що полімеризуються безпосередньо на поверхні, що захищається.

Виробляють систематичне очищення фарбувальних камер, повітроводів витяжної та рециркуляційної систем вентиляції, обладнання, будівельних конструкцій та вентиляторів від відкладень ЛФМ та наприкінці кожної робочої зміни прибирають із цехів промаслені матеріали. Відходи нітрофарб своєчасно видаляють із фарбувальних цехів.

Натягування транспортерів та приводних ременів контролюють, не допускаючи їх пробуксування. Здійснюють контроль за температурою поверхні підшипників вентиляторів, двигунів та інших механізмів, що швидко обертаються, металеві конструкції корпусів кабін, фарбопроводів, обладнання та повітроводів заземлюють. Не застосовують у цехах (відділеннях, установках) фарбування сталеві інструменти, що утворюють іскри. Скребки для очищення металевих поверхонь від лаків, що засохли, виготовляють з кольорового металу. Підлоги в приміщеннях, де роблять приготування ЛФМ і фарбування, виконують з негорючих матеріалів, що не утворюють іскор при ударі. Випалювання відкладень ЛФМ у повітроводах та фарбувальних кабінах проводять на спеціально відведених майданчиках поза фарбувальними цехами (після їх демонтажу)[1, 2].

Робочі склади ЛФМ, розчинники, розріджувачі перекачують із тари насосами у вибухобезпечному виконанні. Вентилятори, що відсмоктують горючі пари, виконують іскробезпечного виконання. Основними заходами, спрямованими на запобігання розповсюдженню пожежі під час фарбування виробу, є; обмеження кількості горючих матеріалів та речовин, що одночасно перебувають у фарбувальних цехах; своєчасне очищення обладнання від відходів ЛФМ; запобігання розливу ЛФМ, розчинників та розріджувачів; захист комунікацій від поширення полум'я та від руйнування при можливому вибуху. Фарбувальні камери та інше обладнання виготовляють із негорючих матеріалів.

Для миття та знежирення виробів та деталей застосовують негорючі склади, пасти, розчинники та емульсії, а також ультразвукові та інші безпечні установки. Тільки в тих випадках, коли негорючі склади не забезпечують необхідної за технологією чистоти обробки виробів, використовують ЛЗР або ГР при дотриманні правил пожежної безпеки. ЛФМ надходять на робочі місця у готовому виді. Складання та розведення всіх видів лаків та фарб проводять у спеціально виділеному, ізольованому приміщенні або на відкритому майданчику, подачу ЛФМ на робочі місця проводять трубопроводами[1, 2].

При застосуванні за зміну не більше 200 кг фару доставляють до робочого місця в безпечній щільно закритій тарі. У коморах при підготовчих відділеннях допускається зберігання ЛФМ у кількості, що не перевищує добову потребу фарбувального цеху, а в лакоприготувальних приміщеннях – не перевищує його змінну потребу. Ємності для лаків, фарб, емалей щільно закривають кришками.

Ванни для занурення, внутрішні поверхні стін, стель і підлоги фарбувальних камер, ємності, а також шланги, що підводять повітря і робочі склади ЛФМ до розпилювачів, регулярно очищають від осілих ЛФМ в кінці кожної робочої зміни, а повітропроводи вентиляційних систем - не рідше одного разу два місяці. Фарбувальні кабінки, шафи, камери обладнують гідрофільтрами або іншими ефективними пристроями для уловлювання частинок горючих фарб та лаків. На витяжних повітроводах влаштовують люки, що щільно закриваються, для зручності очищення їх внутрішньої поверхні.

При нанесенні ЛФМ методом занурення ванни місткістю до 0,5 м<sup>3</sup> обладнують кришками з матеріалу, що не дає іскор, які щільно прилягають до ванни, і бортовими відсмоктувачами, а ванни місткістю понад 0,5 м<sup>3</sup> - укриття з вбудованим місцевим відсмоктуванням. Пролиті на підлогу ЛФМ та розчинники прибирають за допомогою тирси, води. Для ЛФМ, що знаходяться в ємностях і трубопроводах установок централізованої подачі, в установках для обробки методом занурення та в інших технологічних ємностях з об'ємом заповнення понад 1 м<sup>3</sup>, на випадок пожежі або аварії передбачають аварійний злив у підземну аварійну ємність. Для запобігання поширенню полум'я трубопроводами,

звільненими від ЛФМ, установки централізованої подачі після їх спорожнення заповнюють інертним газом, а аварійні ємності – продувають інертним газом[1–3].

Фарбувальні камери обладнують системами автоматичного пожежогасіння та забезпечують первинними засобами пожежогасіння.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Клубань В.С., Петров А.П., Рябиков В.С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса. М: Стройиздат. 1987. 477 с.

2. Правила пожежної безпеки в Україні: НАПБ А.01.001-14. Х.: Видавництво "Форт". 2016. 124 с.

3. Довідник керівника гасіння пожежі. За заг. ред. Крапивницького В.С. К.: ТОВ "Літера-Друк". 2016. 320 с.

УДК 14.841.12:539.377

### ОЦІНКА ЙМОВІРНОСТІ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ У РЕЗЕРВУАРНИХ ПАРКАХ

*Говаленков С.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України;  
Карпенко В.С., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій - комплекс правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання техногенної та природної безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків [1].

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій (НС) у всіх країнах світу, в тому числі й Україні, проводяться інтенсивні дослідження по розробці та здійсненню широкого комплексу мір з метою попередження НС у резервуарних парках (РП) [2].

Метою роботи є оцінка можливості виникнення НС у РП шляхом розрахунку ймовірності її виникнення для забезпечення безпеки особового складу, що приймає участь у ліквідації пожежі.

Однією з найбільш важливих задач в області прогнозування НС є оцінка ймовірності того або іншого сценарію його розвитку [3].

Для того, щоб усередині резервуара утворилася вибухонебезпечна концентрація газу, необхідно, щоб усередину резервуару потрапила деяка кількість повітря, у результаті чого концентрація газу буде належати інтервалові між нижнім і верхнім концентраційними межами поширення полум'я для даної речовини.

Розглянемо випадок аварійної розгерметизації ємності. Нехай у результаті відмов устаткування можливо  $N$  випадків аварійної розгерметизації ємності протягом періоду  $t$ . У результаті розгерметизації можливі:

- а). утворення вибухонебезпечної пароповітряної суміші усередині ємності;
- б). утворення хмари вибухонебезпечної пароповітряної суміші безпосередньо біля ємності (у даному випадку варто враховувати, що утворення хмари можливо тільки у випадку штилю, надалі будемо використовувати поняття середнього значення часу штилю, віднесеного до періоду  $t$ );

в). розлив рідини;

г). як результат розгерметизації – можливість горіння рідини усередині ємності.

В усіх випадках а)÷г) потрапляння джерела запалювання навіть невеликої інтенсивності усередину ємності (ситуації а, г) або в зону, безпосередньо до неї що прилягає, (ситуації б, в) може спричинити пожежу або вибух. Відзначимо, що відмова різних конструктивних елементів можуть привести до тих або інших ситуацій.

Звідси оцінка для ймовірності виникнення пожежі або вибуху протягом часу  $t$  буде дорівнювати:

$$P \cong \{1 - \exp(-nt^*)\} \cdot \{\lambda_1 + \lambda_2\} \frac{t^*}{t} + N_M P_{\text{відм.}} \frac{t^*}{t}, \quad (1)$$

де  $n$  - середня кількість джерел, що з'являються в зоні ємності, запалювання (фрикційних іскор, паління, багать тощо);  $N_M$  – середня кількість ударів блискавок у поверхню землі за період  $t$  за даними метеорологічних спостережень;  $P_{\text{відм.}}$  – імовірність відмови захисту від електричних розрядів (блискавок),  $\lambda_1$  - частка часу, протягом якого можливе утворення усередині ємності пожежо- або вибухонебезпечного середовища;  $\lambda_2$  – частка часу, протягом якого можливе загорання.

Нехай задано функції  $T(x,y)$ ,  $q(x,y)$ , що задають значення температури і щільності потоку енергії випромінювання в залежності від напрямку вітру (обумовленого кутом  $\varphi$ ), і координат на площині  $(X,Y)$ . Відзначимо, що щільність потоку енергії випромінювання мало залежить від напрямку і сили вітру.

Розу вітрів задамо у виді щільності ймовірності того, що напрямок вітру знаходиться в інтервалі  $(\varphi, \varphi+d\varphi)$ :

$$dP_w = f(\varphi) d\varphi. \quad (2)$$

Будемо вважати, що точка  $(X,Y)$  знаходиться досить далеко від джерела пожежі. Таке твердження справедливе, якщо:

$$\sqrt{X^2 + Y^2} \gg D, \quad (3)$$

де  $D$  – характерний поперечний розмір області підвищеної температури.

Тоді ймовірність того, що в точці  $(X,Y)$ , що належить куту  $(\varphi; \varphi+\Delta\varphi)$  протягом часу  $t$  будуть мати місце надкритичні значення небезпечних факторів пожежі (НФП), апроксимується формулою:

$$P_0 = \left[ \{1 - \exp(-nt^*)\} \{\lambda_1 + \lambda_2\} \frac{t^*}{t} + N_M P_{\text{відм.}} \frac{t^*}{t} \right] f(\varphi) \Delta\varphi, \quad (4)$$

якщо

$$T(\varphi, x, y) > T_{\text{кр}} \quad \text{або} \quad q(\varphi, x, y) > q_{\text{кр}}. \quad (5)$$

Індексом "кр" позначені критичні значення НФП, тобто мінімальні значення, що можуть бути небезпечними для здоров'я людей. Очевидно, якщо співвідношення (3) не виконується, то  $P_0 = 0$ .

Однак формули (3)÷(5) не можна безпосередньо використовувати для визначення індивідуального ризику в точці (X,Y), тому необхідно ввести додаткові припущення про особливості розвитку пожежі. Це дозволить визначити значення індивідуального ризику осіб, що приймають участь у ліквідації пожежі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України. Київ: 2012, № 5403-VI.
2. Чернецький В.В. Вплив теплових факторів пожежі на цілісність вертикальних сталевих резервуарів з нафтопродуктами. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. 2015. 121 с.
3. Говаленков С.В., Семків О.М., Карпець К.М., Безугла Ю.С. Ідентифікація параметрів моделі ізолюючої поверхні полум'я при горінні нафтопродуктів в резервуарі. Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: Національний університет цивільного захисту України. 2019. Вип 30. С. 27-41.

УДК 621.357

### ПОЖЕЖО- ТА ВИБУХОНЕБЕЗПЕКА ГАЛЬВАНІЧНИХ ЛІНІЙ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ

*Гапон Ю.К., к.т.н., НУЦЗ України*

Підвищення рівня пожежної безпеки у промисловості залишається актуальною задачею, яка потребує індивідуальних підходів для різних видів виробництв. Значним рівнем пожежо- та вибухонебезпеки відзначаються електрохімічні технології, зокрема процес нанесення катодних гальванічних покриттів та анодного оксидування. Такий стан визначається використанням у процесі виробництва небезпечних хімічних речовин, наприклад: солей металів (нікелю, міді, заліза, хрому, цинку, кадмію та інших), поверхнево-активні речовин, розчинів лугів, кислот, різноманітних органічних сполук та інших небезпечних речовини [1].

Процес катодного нанесення гальванічних покриттів відбувається за рахунок електролітичного осадження металу на поверхню деталі-основи, що проводиться зазвичай в спеціальних ваннах, конструкція та матеріал яких визначається складом робочих розчинів, температурними режимами, видом покриттів, геометричною формою і розмірами деталей. Комплект обладнання для виконання технологічних операцій з підготовки поверхні деталей, нанесення покриттів або оксидування та фінішної обробки носить назву гальванічна лінія. Широке застосування гальванічних покриттів породжує велику різноманітність гальванічних цехів як за видами обробки деталей, так і за продуктивністю обладнання. Відповідно до обсягів виробництва використовується обладнання з різним ступенем автоматизації та механізації.

Поряд з хімічними небезпечними і шкідливими факторами технологічний процес нанесення гальванопокриттів характеризується і додатковими фізичними факторами, а саме: шумом, вібрацією, підвищеною температурою та ін. Перелік фізичних та хімічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для повного циклу всіх технологічних операцій нанесенням катодних гальванічних покриттів та анодного оксидування наведено в таблиці 1.



## Небезпечні фактори підготовчих технологічних операцій

Назва операцій	Небезпечні фактори			Інші фізичні та хімічні небезпечні та шкідливі фактори	Вибухонебезпека	Пожежонебезпека
	Підвищений рівень вібрацій та шуму	Небезпечний рівень	Підвищена температура			
1	2	3	4	5	6	7
Хімічне та електрохімічне знежирення	-	-	+	Підвищена загазованість парами лужних розчинів, бризки лугів	+	+
Хімічне та електрохімічне травлення	-	+	+	Підвищена загазованість парами лужних розчинів та суміші кислот. Бризки лугів та кислот.	+	-
Хімічне та електрохімічне полірування	-	-	+	Підвищена загазованість парами хромового ангідриду, сірчаної і ортофосфорної кислот, оксидами азоту	-	-
Катодне нанесення покриттів	-	+	+	Підвищена загазованість парами лугів та кислот, сполуки важких металів	+	-
Анодне оксидування	+	+	+	Підвищена загазованість парами сульфатної, нітратної, ортофосфатної кислот, біхроматів, амоніаку та ін.	-	+

Умовні позначення: "+" - фактор існує, "-" - фактор відсутній.

Методи та способи з підвищення пожежної безпеки гальванічних ліній можуть бути як організаційними, так й у межах технічних рішень або удосконалення технології. Серед типових рішень можна відмітити: капсулізацію та герметизацію обладнання, застосування часткових укриттів, поплавків, пін, місцевої вентиляції, робота на мінімальній густині струму, застосування систем вентилявання приміщення та відкачки газової фази [2].

Під час аварійного витікання водню в приміщення, за умов витікання вертикально вгору, та за відсутності газообміну у роботі [3] показано, що під час виконання технологічного процесу, через 15 хв. більша частина приміщення буде заповнена вибухонебезпечною концентрацією водню (> 4%). З огляду на можливість утворення вибухонебезпечних сумішей водню на електрохімічному виробництві, згідно з НПА ОП 28.0-1.34-14, повинно здійснюватися постійний моніторинг газового середовища робочої зони з використанням газових сповіщувачів різного типу та можливість продувки обладнання азотом [4].

Таким чином, цеха металопокриттів відносяться до категорії шкідливих виробництв, оскільки в процесах обробки поверхні деталей та нанесення покриттів у повітря виробничих приміщень виділяється велика кількість шкідливих речовин, небезпечних для людського організму. Для видалення шкідливих речовин та створення нормальних умов праці в цехах з використанням електрохімічних технологій обов'язково повинні буди оснащені

вентиляційними системами, серед яких: витяжні шафи, зонти, панелі та бортова відкачка. Гігієнічне призначення вентиляції у тому, щоб видаляти шкідливі виділення у місцях утворення (місцева вентиляція) або в усього об'ємі приміщення (загальна обмінна вентиляція) та подавати в приміщення чисте повітря. Крім видалення шкідливих речовин, система вентиляції служить для видалення зайвої вологості, нормалізації температурного режиму, та навіть забезпечення пожежо- та вибухобезпеки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Hapon Yu., Tregubov D., Tarakhno O., Deineka V. Technology of safe galvanicochemical process of strong platings forming using ternary alloy. Materials Science Forum. 2020. Vol. 1006. P. 233–238.

2. Кривцова В.И., Ключка Ю.П. Определение времени до возникновения пожаро-взрывоопасных концентраций в помещении при истечении водорода из системы его хранения. Проблемы пожарной безопасности. 2012. № 32. С. 119–124.

3. Кривцова В.И., Ключка Ю.П., Борисенко В.Г. Пожаровзрывобезопасность систем хранения водорода в форме обратимых гидридов интерметаллидов. Харків: НУГЗУ. 2014. 108 с.

4. Якименко Г.Я., Артеменко В.М. Технічна електрохімія. Гальванічні виробництва. Харків: НТУ «ХПІ». 2006. № 3. С. 272.

**УДК 622.692.2**

## **ОЦІНКА РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ**

*Гарбуз С.В., к.т.н., НУЦЗ України*

Щорічно Україна споживає більше 20 млн. тонн нафти та продуктів її переробки, що передбачає експлуатацію досить великого резервуарного парку країни. Встановлено, на 1 тону нафти, що добувається або переробляється, обсяг, необхідний для зберігання, повинен становити 0,4 – 0,5 м<sup>3</sup>. Дослідження та аналіз джерел екологічного та пожежонебезпечного впливу при експлуатації резервуарів указують, що резервуари вертикальні сталеві (РВС), призначені для зберігання нафтопродуктів, навіть при штатній експлуатації відносяться до пожежонебезпечних об'єктів.

Об'єкти нафтогазового комплексу (НГК) України, зокрема резервуари для зберігання нафтопродуктів, становлять підвищену екологічну небезпеку для навколишнього природного середовища (НПС). Ємності, наповнені нафтопродуктами, навіть за штатної експлуатації, відносяться до джерел неконтрольованих викидів парогазоповітряних сумішей та проливів нафтопродуктів із подальшим виникненням пожеж і вибухів. Актуальною проблемою на сьогодні є зниження негативного впливу на довкілля та мінімізація ризику для населення під час роботи з такими екологічно небезпечними джерелами техногенного навантаження на довкілля.

Особливої уваги заслуговує питання забезпечення захисту людей і територій від впливу небезпечних факторів, які можуть виникнути при надзвичайних ситуаціях на складах нафти та нафтопродуктів. Задача підвищення пожежної та екологічної безпеки при очищенні й ремонті резервуарів актуальна не тільки для нафтової, нафтопереробної й нафтохімічної промисловості, а й для інших галузей, що споживають нафтопродукти та мають резервуари для їхнього зберігання.

Таким чином, зниження техногенного навантаження на довкілля є першочерговою задачею підвищення рівня безпеки під час експлуатації резервуарів з

нафтопродуктами. Проведення регламентних робіт із забезпеченням екологічної та вибухопожежної безпеки є одним із базових завдань управління екологічною безпекою резервуарних парків.

Дослідження та аналіз джерел пожежного та екологічного впливу при експлуатації резервуарів (рис. 1) указують, що резервуари вертикальні сталі (РВС), призначені для зберігання нафтопродуктів, навіть при штатній експлуатації відносяться до екологічно небезпечних об'єктів.

Пожежі й вибухи на резервуарах з-під горючих речовин (ГР) і легкозаймистих рідин (ЛЗР) часто відбуваються при очищенні й підготовці їх до ремонту, та при виконанні безпосередньо ремонтних робіт.

Другий спосіб підготовки резервуарів до ремонту (переважно до вогневих робіт): включає дегазацію резервуарів шляхом примусової вентиляції повітрям горючих газів, що перебувають усередині резервуара. Його особливість полягає в тому, що з метою підвищення продуктивності виконуваних робіт подачу повітря здійснюють зустрічними потоками. При цьому утворюються так звані площини зіткнення. Їх переміщують усередині простору горючих газів шляхом зміни тиску в зустрічних потоках. Площини зіткнення зустрічних потоків переміщують по заданій програмі залежно від щільності й концентрації горючих газів для кожного конкретного випадку.

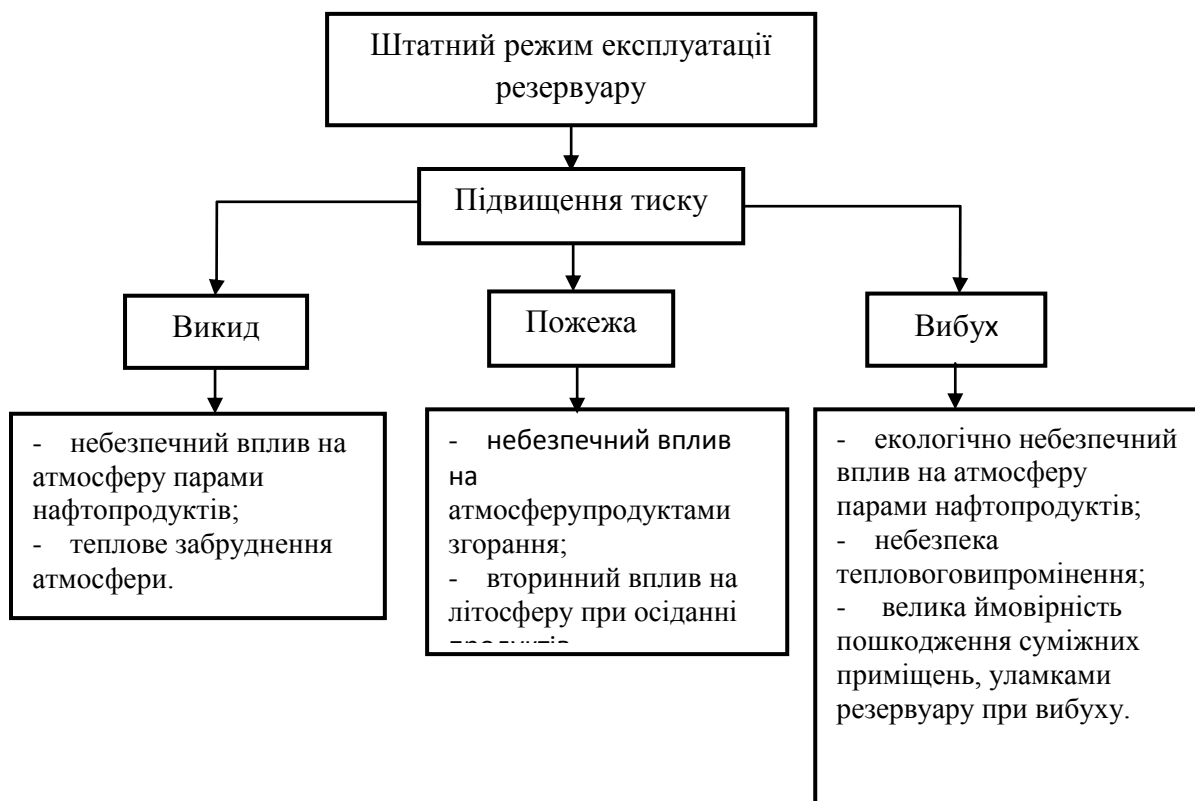


Рисунок 1 – Джерела пожежного та екологічного впливу за штатного режиму експлуатації резервуарів

Підготовка резервуарів з нафтопродуктами до проведення вогневих ремонтних робіт є складною й пожежонебезпечною технологічною операцією. Зараз нафтова й нафтопереробна промисловість переходить на резервуари все більшого й більшого об'єму. І традиційні методи забезпечення пожежної безпеки підготовчих (перед ремонтних) робіт уже застаріли, а, отже, потрібно приведення їх у відповідність із вимогами пожежної безпеки. А впровадження у практику нових методів підготовки резервуарів до ремонту вимагає наукового обґрунтування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України.
2. Наказ Міністерства палива та енергетики України від 24.12.2008 р. № 658 «Правила пожежної безпеки для об'єктів зберігання, транспортування та реалізації нафтопродуктів»
3. Роянов О.М., Гарбуз С.В. Визначення впливу характеристик резервуарів на інтенсивність випаровування світлих нафтопродуктів під час проведення в них примусової вентиляції. Проблемы пожарной безопасности. Харьков: Национальный университет гражданской защиты Украины, 2017. Вып. 42. С. 110–114.
4. Khalmuradov B.D., Harbuz S.V., Ablieieva I.Y. Analysis of the technogenic load on the environment during forced ventilation of tanks. Technology audit and production reserves. 2018. № 1/3(39). P. 45–52.
5. Гарбуз С.В., Ковалёв А.А., Титаренко А.В. Оценка экологической опасности выбросов паров нефтепродуктов при эксплуатации резервуаров хранения светлых нефтепродуктов. Вісник НТУ «ХПІ». 2015. №52(1161). С. 146–152.
6. ДСТУ 4454-2005. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання

УДК 331

### СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ – УМОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

*Гончарова Т.А., викладач, НУЦЗ України*

Система управління організаціями, що є складовими єдиної державної системи цивільного захисту, повинна забезпечувати:

- 1) формування спільної цілі діяльності разом з визначенням загальних напрямів розвитку;
- 2) правильний відбір стратегій розвитку;
- 3) чіткий відбір напрямків розвитку та відповідного розподілу ресурсів;
- 4) пошук комбінацій можливостей, що надаються зовнішнім середовищем та внутрішнім потенціалом;
- 5) ефективне використання ресурсів, які є в розпорядженні організації ;
- 6) управління зовнішніми відносинами.

Стратегічне управління серед цих складових займає провідне місце та, натепер, має відокремлені моделі.

Модель ієрархічного аналізу, планування, виконання та контролювання, що була запропонована Ф. Котлером, використовується більшістю організацій, та є характерною для складових елементів системи цивільного захисту.

Головне в моделі є використання стратегічного потенціалу організації: фінансових, технічних, технологічних кадрових, організаційних, управлінських (сукупність теорій, знань та вмінь, що забезпечують взаємодію різних ресурсів для збільшення потенціалу організації) ресурсів.

У літературних джерелах сутність стратегічного управління розглядають як:

- 1) сукупність елементів, взаємодія між якими забезпечує формування і досягнення цілей під час реалізації стратегії розвитку організації;
- 2) цикл розроблення та впровадження стратегії, націлений на досягнення стратегічної відповідності між організацією та зовнішнім середовищем;
- 3) галузь наукових знань про прийоми та інструменти, методологію прийняття стратегічних рішень і способи їх практичної реалізації.

Автор першої наукової праці з стратегічного управління будь якою організацією, І. Ансофф, так визначає зміст стратегічного управління: "Діяльність, пов'язана з постановкою цілей і завдань організації та підтриманням взаємовідносин між організацією й оточенням, які дають змогу їй досягти своїх цілей, відповідають її внутрішнім можливостям і забезпечують її пристосованість до зовнішніх умов". Діяльність включає три основні компоненти: аналітичне формулювання стратегії організації, розвиток управлінських здібностей та управління змінами.

За Г. Мінцбергом стратегічне управління – це комбінації п'яти "П": план дій; прикриття (сукупність дій щодо факторів зовнішнього середовища); порядок дій (впорядкована сукупність певних заходів); позиція (місце щодо свого оточення); перспектива (передбачення стану, до якого потрібно прагнути).

Ці та інші теоретичні положення є основою для формування стратегій по забезпеченню цивільної безпеки в Україні.

Прикладом може бути розроблена та схвалена стратегія реформування системи Державної служби з надзвичайних ситуацій у січні 2017.

Були визначені підстави для розробки такої стратегії, кожна з яких ґрунтувалася на аналітичному аналізі стану забезпечення цивільної безпеки підсистемами єдиної державної системи цивільного захисту.

Стратегія визначала :

1. Мету – реформування системи ДСНС та підвищення її спроможності щодо забезпечення виконання у взаємодії з іншими складовими сектору безпеки і оборони завдань з протидії загрозам національній безпеці у сфері цивільного захисту.

3. Шляхи і способи розв'язання проблеми, строк реалізації і

3. Очікувані результати

4. Механізм реалізації

5. Фінансове забезпечення реалізації

Отже, стратегія мала за основу стан ресурсів, їх потенціал, переваги елементів системи цивільного захисту країни. впорядкована сукупність певних заходів. Водночас, визначала сукупність необхідних упорядкованих дій, стан системи до якого повинно дійти.

Але, проблемою стратегічного управління у забезпеченні цивільної безпеки країни є втілення стратегій, що стосується і проаналізованої: 1) важко досягти взаємодії сукупності елементів, що забезпечувало б досягнення цілей єдиної державної системи цивільного захисту; 2) важко забезпечити досягнення стратегічної відповідності між елементами системи та зовнішнім середовищем.

Тож, для успішного виконання завдань цивільного захисту із забезпечення цивільної безпеки, перш за все, необхідна добре сформована стратегія, що повинна інтегрувати основні цілі організації, норми та дії в єдине ціле, допомогти спрямовувати та розмістити ресурси так, щоб досягти внутрішніх результатів і врахувати очікувані зміни в оточенні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ансофф І. Стратегическое управление. Науч. ред. и авт. предислов. Л.И. Евенко. М.: Экономика. 1989. 519 с.

2. Томпсон А.А., Стрикленд А.Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии. Под ред. Л.Г. Зайцева, М.И. Соколовой. М: Банки и биржи, ЮНИТИ. 1998. С. 204-371.

3. Про схвалення Стратегії реформування системи державної служби України з надзвичайних ситуацій . Розпорядження КМУ від 25 січня 2017р № 61р Київ.

4. Андрієнко М.В., Борис О.П. Реформування Державної служби з надзвичайних ситуацій України. Науковий вісник: Державне управління. 2020. № 1(3).

## ОСНОВНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ

*Григоренко Н.В., к.н. з держ. упр., НУЦЗ України*

Розширення повноважень органів місцевого самоврядування та децентралізація у сфері безпеки життєдіяльності населення стали важливими рішеннями держави. Проте, на сьогоднішній день, потребують більш детального дослідження основні аспекти реалізації державної політики у сфері безпеки життєдіяльності територіальних громад та розроблення перспективних шляхів вирішення цієї проблеми. Одним із завдань, які постали перед об'єднаними територіальними громадами (ОТГ) – це побудова нової, якісної та ефективної системи цивільного захисту на визначеній території.

Територіальна громада, що визначена Конституцією України, як первинний суб'єкт місцевого самоврядування, є вираженням самоорганізації громадян на найнижчому рівні публічного управління. Територіальна громада має певні функції – основні напрями та види муніципальної діяльності, які виражають волю та інтереси місцевих жителів та забезпечують здійснення ними відносин з державою, її органами.

Формування об'єднаних територіальних громад призводить до потреби в зміні системи управління на рівні районів, а новий розподіл фінансових, матеріальних та управлінських ресурсів – до зміни системи управління територіями.

Так, реалізація основних заходів у сфері цивільного захисту здійснюється на рівні міст обласного значення, районних центрів. Основною метою нормативно-правових актів, на сьогоднішній день, є визначення послуг шляхом створення у кожному центрі територіальної громади відповідних органів управління та сил цивільного захисту (місцевих пожежних частин, комунальних та добровільних рятувальних формувань), їх належного забезпечення для надання допомоги населенню. Рамковими критеріями розподілу повноважень тут можуть бути: дотримання принципу субсидіарності; прийнятна якість надання послуг; спроможність виконати функції із забезпечення розвитку громади; доцільність забезпечення послуг саме на цьому рівні управління; дотримання безпечності та визначеного рівня якості життя громадян. Адміністративні та соціальні послуги, розміщення різних служб, пожежних частин та рятувальних підрозділів здійснюватимуться у кожному центрі громади шляхом створення відповідних органів управління та сил цивільного захисту (місцевих пожежних частин, комунальних та добровільних рятувальних формувань) та їх належного забезпечення.

Програма створення і використання матеріальних резервів для запобігання, ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та їх наслідків на території ОТГ повинна бути розроблена відповідно до Кодексу цивільного захисту України. В основу реалізації програми покладається принцип об'єднання зусиль державних і недержавних органів усіх рівнів для розв'язання проблеми створення і використання матеріальних резервів для запобігання, ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, з метою екстреного використання їх у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Матеріальними резервами є будівельні матеріали, паливо, медикаменти, продовольство, техніка, технічні засоби та інші матеріальні цінності, призначені для проведення невідкладних відновлювальних робіт і заходів, спрямованих на запобігання, ліквідацію надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та їх наслідків. Матеріальні резерви, що використовуються для запобігання, ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та їх наслідків створюються селищною радою для виконання заходів, спрямованих на запобігання, ліквідацію надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та їх наслідків, і надання термінової допомоги постраждалому населенню.

Резерви створюються виходячи з максимальної прогнозованої надзвичайної ситуації,

характерної для селищ, галузі, об'єкта, а також передбаченого обсягу робіт з ліквідації її наслідків. Матеріальні цінності, що поставляються до резерву, повинні мати сертифікат відповідності на весь нормативний термін їх зберігання. Резерв розміщується на об'єктах, призначених або пристосованих для їх зберігання, а також на складах і базах підприємств, визначених селищною радою, з урахуванням їх оперативної доставки до можливих зон надзвичайних ситуацій. Накопичення, зберігання та облік резерву здійснюється за встановленими нормами та відповідно до річних графіків, затверджених головою селищної ради. Резерв використовується тільки для: здійснення запобіжних заходів у разі загрози виникнення надзвичайних ситуацій; проведення аварійно-рятувальних та невідкладних відновлювальних робіт; ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та їх наслідків; ліквідації наслідків надзвичайних подій з метою попередження переростання у надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру. У разі недостатньої наявності резерву чи повного його використання, керівництво селищної ради звертається до районної державної адміністрації з проханням щодо залучення резервів вищого рівня. Відпуск матеріально-технічних цінностей з резерву здійснюється за розпорядженням селищного голови. Відповідальність за створення та накопичення резерву, контроль за його наявністю, станом та використанням покладається на керівників підприємств, установ та організацій, визначених селищною радою.

Загальний рівень безпеки життєдіяльності населення залежить не лише від кількості підрозділів місцевої пожежної охорони, а й від рівня обізнаності суспільства. Активність членів громад, яка базується на їх локальній ідентичності, стає ресурсом та справжнім соціальним капіталом в процесі становлення об'єднаних територіальних громад. Метою навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях є: забезпечення на всіх рівнях безперервного, послідовного, обов'язкового вивчення основних способів та методів захисту у надзвичайних ситуаціях, а також придбання та освоєння населенням практичних навичок дій у надзвичайних ситуаціях. Створення у кожному населеному пункті ОТГ консультативного пункту з цивільного захисту для організації проведення навчання серед непрацюючого населення є одним із інформаційних заходів безпеки.

Організація реагування на різні небезпечні події та надзвичайні ситуації, створення захисних споруд на територіях громад, забезпечення оповіщення населення, створення автоматизованого робочого місця для дистанційного централізованого включення сигнально-гучномовних пристроїв потребує створення організаційних структур та підготовку відповідних працівників. Рішенням цієї задачі для ОТГ може бути спільне утворення, фінансування (утримання) таких інфраструктурних об'єктів.

Висновок: Побудова нової, якісної та ефективної системи цивільного захисту ОТГ дає можливість підвищити рівень цивільної безпеки країни.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. Офіційний вісник України. 2012. № 89.
2. Про місцеве самоврядування в Україні. Закон України від 21 травня 1997 р. №280/97-ВР.
3. Про схвалення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 1 квітня 2014 р. №333.
4. Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 січня 2014 р. №37.

## НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ У ІТ СФЕРІ

*Демидов З.Г., Колмик О.О.*

*Харківський національний університет внутрішніх справ*

З того часу, як у наше життя щільно увійшла ІТ сфера, надзвичайні ситуації все більше і більше виникають у цьому середовищі. Усі сфери життя тісно переплітаються з віддаленим керуванням. Немає, мабуть, жодного підприємства, де відсутні комп'ютери. І один злом бази даних серйозної організації може завдати більше людських та фінансових жертв, ніж землетрус або пожежа.

У 2021 році фахівці Kaspersky ICS CERT виявили кілька кампаній із застосуванням шпигунського ПЗ, націлених на промислові підприємства[1].

Оператори цих кампаній полюють на облікові дані до корпоративних облікових записів з метою здійснення фінансових махінацій чи продажу. Цілеспрямовані розсилки зі шкідливими вкладеннями здійснюються зі зламаних корпоративних поштових ящиків за адресами їх списків контактів.

Зловмисники використовують стандартні шпигунські програми, обмежуючи охоплення та час життя кожного зразка до мінімуму. Незаконно використовуються SMTP-сервіси промислових підприємств не лише для цілеспрямованих розсилок фішингових листів, але й для збору даних, вкрадених шпигунським ПЗ (як сервери збору даних з односторонньою зв'язком).

На початковому етапі вкрадені дані використовуються зловмисниками в першу чергу для поширення атаки в локальній мережі організації (за допомогою фішингових листів) та для атаки на інші організації з метою збору додаткових облікових даних. Корпоративні поштові скриньки, зламани в ході попередніх атак використовуються, як сервери збору даних у нових атаках. Серед подібних атак виявилася велика кількість кампаній, у яких шкідливе ПЗ поширюється від одного промислового підприємства до іншого через фішингові листи, замасковані під кореспонденцію організацій-жертв. При цьому зловмисники використовували корпоративні поштові системи цих організацій для здійснення атак за списками контактів, вкраденими зі зламаних поштових ящиків.

Цікаво, що корпоративні рішення для боротьби зі спамом допомагають зловмисникам уникнути виявлення під час виведення крадених облікових даних із заражених машин, дозволяючи цим даними загубитися серед сміттєвих листів у папках для спаму.

Більшість атак організують чинні незалежно окремі зловмисники з низьким рівнем кваліфікації або невеликі групи. Атаки в основному націлені безпосередньо на скоєння фінансових злочинів, проте деякі зловмисники полюють на облікові дані для доступу до корпоративних мережесервісів (SMTP, SSH, RDP, VPN тощо) для їхнього подальшого продажу на торгових майданчиках в інтернеті.

У ході дослідження було виявлено понад 25 різних торгових майданчиків, на яких продавалися дані, вкрадені під час розслідуваних кампаній зі збору облікових даних промислових підприємств. На цих торгових майданчиках різні продавці пропонують тисячі акаунтів RDP, SMTP, SSH, cPanel та облікових записів електронної пошти, а також шкідливі програми, шахрайські схеми та зразки електронних листів та веб-сторінок для застосування соціальної інженерії.

Рекомендується прийняти наступні заходи для забезпечення належної захисту промислового підприємства, його партнерської мережі та бізнесу в цілому:

- Розгляньте можливість впровадження двофакторної аутентифікації для доступу до корпоративної електронної пошти та іншим інтернет-сервісам (включаючи RDP, шлюзи



VPN-SSL та інше), які могли б використовуватися зловмисниками для отримання доступу до внутрішньої інфраструктури компанії, критично важливим даним та системам.

- Переконайтеся, що всі пристрої в офісній та технологічній мережах захищені сучасним рішенням для забезпечення безпеки кінцевих пристроїв, яке коректно настроєно та регулярно оновлюється.

- Регулярно проводіть навчання співробітників безпечній роботі з вхідною електронною поштою та захистом від шкідливих програм, які можуть утримуватися у вкладеннях в електронних листах

- Регулярно перевіряйте папки зі спамом, а не просто очищайте їх.
- Регулярно перевіряйте, чи не продаються облікові записи вашої організації.
- Розгляньте можливість використання технології sandbox для автоматичної перевірки вкладень у вхідних електронних листах. Переконайтеся, що вона настроєна так, щоб не пропускати повідомлення з «довірених» джерел, включаючи компанії-партнери та організації з списку контактів. Ніхто не захищений від злому на 100%.

- Перевіряйте також вкладення у вихідних повідомленнях електронної пошти. Це може допомогти визначити, чи не скомпрометовані облікові записи ваших співробітників.

## ЛІТЕРАТУРА

1. [https://ics-cert.kaspersky.ru/publications/reports/2022/1/19/campaigns-abusing-corporate-trusted-infrastructure-hunt-for-corporate-credentials-on-ics-networks/?utm\\_source=securelist&utm\\_medium%20=referer&utm\\_campaign=abusing-corporate-trusted-infrastructure](https://ics-cert.kaspersky.ru/publications/reports/2022/1/19/campaigns-abusing-corporate-trusted-infrastructure-hunt-for-corporate-credentials-on-ics-networks/?utm_source=securelist&utm_medium%20=referer&utm_campaign=abusing-corporate-trusted-infrastructure)

УДК 541.182. 183.546.134 551.510

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СЕНСОРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНО АКТИВНИХ ГАЗОВИХ СУМІШІВ У ПОВІТРЯНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*Дейнеко Н.В., д.т.н., доцент, НУЦЗ України*

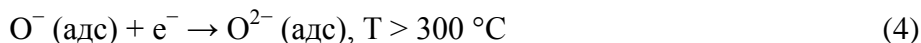
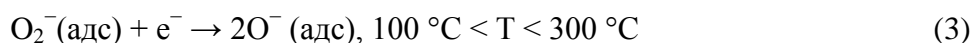
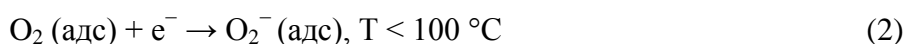
Однією із проблем широкого використання напівпровідникових сенсорів – низька селективність. Проте істотні переваги – висока чутливість, швидкодія, мініатюрність, невелика вартість при масовому виробництві – роблять ці сенсори дуже привабливими для використання як датчики газоаналітичних приладів. Що ж до селективності напівпровідникових сенсорів, то з метою її підвищення ведуться активні дослідження [1].

Перспективними областями застосування приладів на основі напівпровідникових сенсорів є визначення в атмосфері, у тому числі тривалий моніторинг, хімічно активних малих газових домішок на станціях спостереження фонового складу атмосфери (без антропогенних викидів), а також контроль якості повітря в районах розміщення промислових підприємств та у житлових зонах. В останні роки поширення набувають мобільні станції контролю якості атмосферного повітря, для оснащення яких необхідні недорогі портативні газоаналізатори.

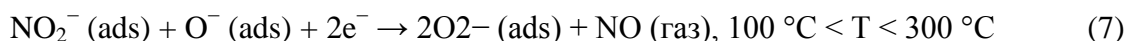
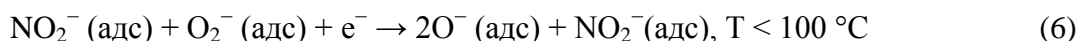
Протягом десятиліть металооксидні напівпровідники ZnO, домінують в області виявлення токсичних газів (включаючи виявлення NO<sub>2</sub>) через їх низьку вартість, нетоксичність та доступність. Широка заборонена зона, велика енергія зв'язку ексітону, висока рухливість електронів провідності, фізична та хімічна стабільність все це зумовило чимало досліджень сенсорів на основі ZnO [2]. Останнім часом широко повідомляється про газові сенсори на основі ZnO з різними наноструктурами (нанодропи, наностержні, нанолісти, квантові точки тощо) [3-5]. Хоча покращені методи підготовки та модифікована морфологія, значно покращили характеристики виявлення газу датчиками на основі ZnO, однак всі вони працювали

за високих температур, що обмежує їх практичне застосування. Для ефективної роботи сенсорів на основі ZnO зазвичай необхідно нагрівати чутливий шар до високих температур (300–500 °C), що призводить до високого енергоспоживання та змін у мікроструктурі наноматеріалу. Обмеження високотемпературного зондування також знаходить своє відображення у виявленні легкозаймистих та вибухонебезпечних газів із ризиком вибуху [6]. Крім того, було виявлено, що зменшення кількості іонів кисню, адсорбованих на поверхні газочутливих матеріалів, призведе до зниження значення відгуку сенсорів за надто високої робочої температури. З міркувань безпеки та стабільності датчики, які можуть працювати при нижчих температурах, стають дедалі більш бажаними. Виконання цієї вимоги може не лише знизити енергоспоживання та вартість, а й підвищити точність результатів виявлення.

Таким чином, систематичне розуміння стратегій підготовки низькотемпературних датчиків NO<sub>2</sub> на основі ZnO та відповідних механізмів сприйняття має важливе значення для розробки нових низькотемпературних датчиків NO<sub>2</sub> на основі ZnO. Що стосується найпоширеніших газових датчиків, датчиків типу хімічного опору, їх механізм визначення газу безпосередньо пов'язаний з електронним обміном, що виникає в результаті окисно-відновної реакції між поверхневими електронами матеріалу та цільовим газом. Зокрема, в атмосфері повітря молекули кисню як акцептора електронів хімічно адсорбуються на поверхні матеріалів ZnO (рівняння (1)). Захоплюючи електрони із зони провідності ZnO, молекули кисню іонізуються на поверхні матеріалу з утворенням іонів кисню. Тому на поверхні ZnO з'являється збіднений електронами шар просторового заряду, а внаслідок зменшення електронної густини утворюється потенційний бар'єр, що призводить до зменшення електронної провідності ZnO та збільшення опору. Тип адсорбованих форм кисню (O<sub>2</sub><sup>-</sup>, O<sup>-</sup>, O<sup>2-</sup>) залежить від робочої температури, що можна спостерігати на реакції в рівняннях (2)–(4).



Коли датчик піддається впливу окисного газу, такого як NO<sub>2</sub>, молекули газу не тільки захоплюватимуть електрони в зоні провідності ZnO, а й взаємодіятимуть з формами кисню, адсорбованими на поверхні ZnO, що призведе до збільшення ширини електронного збідненого шару та потенційних бар'єрів переходу, що підвищить опір датчика та сформує чутливу реакцію (рівняння (5)–(7)). 59–61 Коли датчик знову піддається впливу повітря, NO<sub>2</sub> – реагує з дірками і вивільняє електрони назад у зону провідності, викликаючи NO<sub>2</sub> вивільнитися в повітря спостерігається зменшення опору (рівняння (8)).



Наведені вище реакції є сутністю газочутливого сигналу. Те, як знизити робочу температуру та покращити продуктивність визначення газу, зазвичай пов'язано зі швидкістю та складністю вищезгаданих реакцій.

Загалом ZnO має переваги широкої забороненої зони, високої електропровідності, стабільних фізико-хімічних властивостей, легкого приготування та може бути налаштований на різні морфологічні властивості, що, безумовно, доводить, що ZnO має потенціал для створення газочутливих матеріалів. Тим не менш, реалізація газових датчиків на основі ZnO для моніторингу NO<sub>2</sub> при низьких температурах залишається проблемою. Для вирішення зазначеної проблеми необхідне вдосконалення морфології та структури базового матеріалу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Обвинцева Л.А. Полупроводниковые металлооксидные сенсоры для определения химически активных газовых примесей в воздушной среде. Российский химический журнал. 2008. Т. 52. №. 2. С. 113-121.
2. Dey A., Roy S., Sarkar S.K. Synthesis, Fabrication and Characterization of ZnO-Based Thin Films Prepared by Sol–Gel Process and H<sub>2</sub> Gas Sensing Performance. Journal of Materials Engineering and Performance. 2018. Т. 27. №. 6. С. 2701-2707.
3. Pauporté T. et al. Al-Doped ZnO nanowires by electrochemical deposition for selective VOC nanosensor and nanophotodetector. Physica status solidi (a). 2018. Т. 215. №. 16. С. 1700824.
4. Zhu L., Zeng W., Li Y. New insight into gas sensing property of ZnO nanorods and nanosheets. Materials Letters. 2018. Т. 228. С. 331-333.
5. Patil V.L. et al. Farming of maize-like zinc oxide via a modified SILAR technique as a selective and sensitive nitrogen dioxide gas sensor. RSC advances. 2016. Т.6. №.93. С. 90916-90922.
6. Li Z. et al. Advances in designs and mechanisms of semiconducting metal oxide nanostructures for high-precision gas sensors operated at room temperature. Materials Horizons. 2019. Т.6. №.3. С. 470-506.

**УДК 614.8**

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРИРОДНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ПОПАРНОГО ВРАХУВАННЯ АРГУМЕНТІВ**

*Іванець Г.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

*Іванець М.Г., к.т.н., старший науковий співробітник наукового центру Харківського Національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.*

Ефективність планування та реалізації заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям природного характеру визначається якістю прогнозування загроз їх виникнення. Запобігання надзвичайним ситуаціям ґрунтується на аналізі та точності прогнозуванні можливості виникнення подібних надзвичайних ситуацій.

Наявність в Україні значних територій з несприятливим природним впливом та схильністю до проявів небезпечних природних явищ підсилює гостроту проблеми забезпечення національної безпеки держави з метою сталого розвитку країни. Наприклад, тільки за останні п'ять років в Україні виникло 418 надзвичайних ситуацій природного характеру, серед яких спостерігається тенденція зростання кількості метеорологічних надзвичайних ситуацій, надзвичайних ситуацій унаслідок лісових пожеж та медико-біологічних надзвичайних ситуацій. Рівень природної безпеки визначається чинниками природного походження, які виникають на території України. В природній сфері негативна дія цих чинників підсилюється природними особливостями території України, несприятливими наслідками глобальних змін клімату, не виконанням норм та правил безпечного проведення господарської діяльності на небезпечних природних територіях.

В умовах часткової невизначеності зв'язків між досліджуваними параметрами протікання негативних процесів та факторів, що впливають на них, виникає проблема вибору структури моделі і методів прогнозування. Вони повинні найбільш точніше описувати та пояснювати процеси на основі статистичних даних моніторингу з наступним аналізом для прийняття адекватних і обґрунтованих рішень. Будь-яке дослідження завжди об'єднує математичні моделі та статистичні дані.

Статистичні дані є чисельними характеристиками можливості виникнення або протікання надзвичайних ситуацій. Вони формуються під впливом багатьох факторів, які не завжди можна проконтролювати ззовні. Не контрольовані фактори можуть приймати випадкові значення і тим самим обумовлювати випадковість даних. В цих умовах дуже важливо вибрати такі методи прогнозування, які найбільш точніше могли описати залежність результуючих змінних від множини контрольованих факторів, що впливають на них.

Для прогнозування надзвичайних ситуацій природного характеру за узагальненими параметрами необхідно знати залежність їх від дії негативних дестабілізуючих факторів. До узагальненого параметру висуваються наступні вимоги: вибраний показник повинен відображати основні закономірності виникнення надзвичайних ситуацій і відповідати меті дослідження; повинен характеризувати процес виникнення надзвичайних ситуацій як єдине ціле; повинен забезпечувати можливість одержання кількісної оцінки з необхідною точністю. В якості узагальненого параметру процесу виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру можна розглядати їх кількість за деякий проміжок часу (наприклад за рік). Із врахуванням дії всіх дестабілізуючих факторів цей процес доцільно представити у вигляді адитивної суміші систематичної складової, яка характеризує незворотні процеси дрейфу параметрів, періодичної і випадкової складових. Така модель дозволить найбільш повно врахувати вплив всіх дестабілізуючих факторів на процес зміни надзвичайних ситуацій природного характеру.

Систематичну складову (тренд) можна описати лінією регресії у вигляді степеневого поліному. Ступінь поліному вибирається таким чином, щоб кількість заданих точок була в п'ять разів вище ступеня полінома. Коефіцієнти полінома можна знайти методом найменших квадратів. Після оцінки і вилучення її з реалізації процесу зміни природних надзвичайних ситуацій вирішується задача виявлення та оцінки періоду і значень періодичної складової.

Задача виявлення та оцінки періодичної складової зводиться до задачі перевірки статистичних гіпотез про наявність або відсутність у випадковому процесі періодичної складової. Для цього знаходиться логарифм відношення правдоподібності. Якщо статистичне значення логарифма відношення правдоподібності перевищує критичне значення (поріг), тоді приймається рішення про наявність періодичної складової. Після цього оцінюються параметри періодичної складової.

Випадкова складова процесу зміни узагальненого параметру після вилучення періодичної складової уявляє собою стаціонарний випадковий процес з математичним очікуванням рівним нулю. В такому випадку для прогнозу випадкової складової можна використати метод групового врахування аргументів, зокрема метод попарного врахування аргументів. Метод попарного врахування аргументів полягає в рекурентному вирішенні кількох систем нормальних рівнянь, складених для кожної пари аргументів і для нових допоміжних змінних. Вибір структури і параметрів моделі випадкової складової здійснюється на основі інформації короткої вибірки статистичних даних про надзвичайні ситуації в державі на протязі деякого періоду моніторингу. Максимальна можлива точність прогнозу досягається за допомогою ряду підрахунків при різних значеннях коефіцієнтів відбору даних, тобто оптимального виставлення порогів. Перший відбір даних (за довжиною врахованої передісторії) проводиться за кількістю вхідних даних за останні п'ять років. Другий відбір даних (за коефіцієнтами взаємної кореляції попарних ознак) виконується на підставі підрахунку коефіцієнтів кореляції випадкової складової і всіх ознак, що пройшли

перший відбір. Третій відбір даних проводиться за коефіцієнтами кореляції проміжних змінних. Кореляційна, тобто синфазна, зміна якої-небудь з ознак при короткій вибірці даних може бути випадковим збігом. У таких випадках маємо так звану хибну кореляцію. Для зменшення імовірності врахування ознак, фізично не зв'язаних з передбачуваною величиною, необхідно провести ще один відбір корисних ознак за коефіцієнтами кореляції проміжних змінних. Для цього визначається кореляцію випадкової величини з проміжними змінними, щоб надалі врахувати найбільш корельовані (тобто такі, що синфазно змінюються) із нею.

Оцінка всіх трьох складових процесу зміни надзвичайних ситуацій природного характеру дозволить не тільки здійснити прогнозування по кожній із них, але й глибше проаналізувати причини виникнення подібних надзвичайних ситуацій та значно підвищити точність прогнозування надзвичайних ситуацій природного характеру.

Це дозволяє обґрунтовано підходити до планування та проведення організаційно-технічних заходів, спрямованих на запобігання та ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру як в масштабах держави, так і її регіонів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Іванець Г.В., Толкунов І.О., Стецюк Є.І. Модель процесу зміни узагальнених параметрів надзвичайних ситуацій природного характеру. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: Національний університет цивільного захисту України. 2016. Вип. 23. С. 46-52.

2. Іванець Г.В. Один из методов оценивания периодической составляющей любой формы случайного процесса при произвольной длине реализации измеряемого параметра. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Харків. Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. 2017. Вип. 1(50). С. 38-41.

**УДК 351.743: 614.8**

## РЕГІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД У СИСТЕМІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ І ПОДОЛАННЯ ЇХ ЕКОНОМІЧНИХ НАСЛІДКІВ

*Карпеко Н.М., к.н. з держ. упр., НУЦЗ України*

Однією з найбільш видних особливостей сучасного соціально-економічного розвитку служить перехід від концепції зростання виробництва й споживання до концепції сталого розвитку. В економічну теорію й практичну міцно ввійшли й стали визначальними категорії небезпеки й погрози. У цьому світлі з особливою актуальністю встає концепція забезпечення попередження НС і подолання їх наслідків. Дана концепція в останні роки одержала комплексний теоретичний розвиток і своє втілення в практичній діяльності.

Згідно з даною концепцією поняття попередження НС і подолання їх наслідків може бути визначене як сукупність офіційно прийнятих поглядів на меті й державну стратегію в області здійснення діяльності контролю над розвитком потенційно небезпечних процесів і функціонування потенційно небезпечних об'єктів, захисту населення, суспільства, економіки й держави від погроз політичного, економічного, соціального, техногенного, екологічного, інформаційного й іншого характеру з урахуванням наявних ресурсів і можливостей. Вона відбиває найбільш важливі принципи й напрямку державної політики.

Виходячи із цього, стратегія формування й функціонування регіонального економічного механізму забезпечення попередження НС і подолання їх наслідків будується на основі розв'язку трьох завдань:

- запобігання причин виникнення НС;
- запобігання самих екстремальних ситуацій;

- зм'якшення, максимальне ослаблення наслідків НС.

При цьому функціонування регіонального економічного механізму забезпечення попередження НС і подолання їх наслідків підрозділяється на два етапи:

- превентивний;
- етап протидії екстремальним явищам і ліквідації їх наслідків.

Крім цього, стосовно до регіонального економічного механізму забезпечення попередження НС і подолання їх наслідків можна виділити наступні фази його функціонування:

- оцінка й управління ризиком;
- зменшення ризику й ослаблення наслідків потенційної НС;
- підготовка до НС та протидія НС (вражаючим факторам);
- ліквідація наслідків НС;
- економічна реабілітація постраждалих об'єктів [2].

З метою реалізації такого великого й складного комплексу завдань як забезпечення попередження НС і подолання їх наслідків в країні спеціально була створена Єдина державна система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру (ЄДСЗР). У цьому зв'язку перед ЄДСЗР ставляться наступні питання: - проведення на території країни єдиної державної політики, що передбачає комплекс економічних і правових заходів щодо захисту життя й здоров'я людей, природного середовища при НС, розробка й здійснення в цих цілях міждержавних і державних довгострокових цільових програм;

- забезпечення надійного функціонування державної системи спостереження й контролю над станом природного середовища й потенційно небезпечних об'єктів, прогнозування виникнення різного роду нещасть, завчасне виявлення потенційне небезпечних об'єктів (районів);

- вживання необхідних заходів по зниженню збитку й скороченню втрат населення, реконструкції або закриттю виробництв, що не відповідають вимогам безпеки їх роботи;

- створення спеціальних резервів матеріально-технічних засобів, медичного й продовольчого забезпечення й ін.;

- швидке реагування, включаючи оцінку характеру, масштабів і можливих наслідків подій, оперативне оповіщення відповідних органів влади про погрозу виникнення НС [3].

На принципах пріоритетності запобігання НС, ладнає роботу регіональний економічний механізм забезпечення попередження НС і подолання їх наслідків. Це має глибокий сенс, тому що тільки представивши наслідки НС можна організувати діяльність по підготовці до них. Тому умовно подібне реагування можна підрозділити на оперативне й системне.

а) оперативне реагування:

- проведення економічної оцінки наслідків НС;
- матеріально-технічне забезпечення проведення оперативних заходів;
- первинне життєзабезпечення населення;

б) системне реагування:

- розробка проектів економічної реабілітації постраждалих районів і об'єктів;
- реалізація заходів для повного відновлення постраждалих районів і об'єктів;
- економічна реабілітація постраждалих територій.

Зрозуміло, що основною особливістю реагування регіонального економічного механізму забезпечення попередження НС і подолання їх наслідків є необхідність у самі стислі строки зосередження величезних матеріальних і фінансових ресурсів [1].

Концептуальною особливістю діючого регіонального економічного механізму забезпечення попередження НС і подолання їх наслідків у цей час служить реалізація наступних аспектів діяльності:

- раціональне розміщення економічних об'єктів з погляду їх природної безпеки;

- створення й забезпечення ефективної роботи вбудованих механізмів запобігання НС;
- формування системи централізованих і децентралізованих резервів матеріальних і фінансових коштів для ліквідації наслідків НС;
- ліцензування видів діяльності та оцінка потенційної небезпеки;
- державна експертиза в області захисту населення й територій від НС;
- державний нагляд і контроль в області захисту населення й територій від НС.

У цілому, за підсумками можна відзначити, що попередження НС і подолання їх наслідків будується на основі запобігання причин їх виникнення, запобігання самих нещасть, максимального ослаблення й подолання наслідків НС. ЄДСЗР є комплексною багаторівневою системою, що включає державний рівень, а також більш низькі рівні. Організація ефективної роботи настільки складного комплексу даних органів по всьому колу різноманітних заходів забезпечення попередження НС і подолання їх наслідків можливо лише в тому випадку якщо в її основу покладена адекватна теорія, що дозволяє уявити загальну модель економічного механізму.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Белоусов А.В. Роль сучасної держави в запобіганні і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Інвестиції: практика та досвід. 2019. №20, С. 153–156.
2. Кузиляк В.Й., Пелешко М.З., Корнійчук В.В. Підвищення ефективності державного управління у сфері пожежної та техногенної безпеки. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ub.gd.lviv.ua>
3. Шевчук Р.Б. Проблеми формування та становлення економічного механізму державного регулювання. Інвестиції: практика та досвід. 2019. №19. С. 85–88.

**УДК 351.862**

## АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ АКТІВ УКРАЇНИ ЩОДО УПРАВЛІННЯ ЦИВІЛЬНИМ ЗАХИСТОМ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Ковальов О.С., к. військ. н., доцент, ІДУНДЦЗ*  
*Мазуренко В.І., к. військ. н., доцент, ІДУНДЦЗ*  
*Славецький В.І., ІДУНДЦЗ*

Головним завданням координації в діяльності органів управління єдиної державної системи цивільного захисту (далі ЄДСЦЗ) є процес узгодження дій усіх підсистем для досягнення поставлених цілей. Саме у статті 71 Кодексу цивільного захисту України (далі Кодекс) «Організація робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій» вказано, що для координації дій органів державної влади та органів місцевого самоврядування, органів управління та сил цивільного захисту, а також організованого та планового виконання комплексу заходів та робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій:

- 1) використовуються пункти управління та центри управління в надзвичайних ситуаціях;
- 2) утворюються спеціальні комісії з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- 3) призначаються керівники робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- 4) утворюються штаби з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій [1];
- 5) визначається потреба у силах цивільного захисту;
- 6) залучаються сили цивільного захисту до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації [1].

До утворення цих органів управління організацію заходів з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій здійснюють постійно діючі комісії з питань техногенно – екологічної

безпеки та надзвичайних ситуацій (далікомісії ТЕБ та НС) на відповідних рівнях управління системами цивільного захисту (далі ЦЗ).

У вище названій статті Кодексу не визначено, що створення Спеціальної комісії з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (далі Комісія) здійснюється із одночасним призначення керівника робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, або утворюється тільки один із перелічених органів управління.

Більш детально про Спеціальну комісію з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій зазначається в Постанові Кабінету Міністрів України від 14 червня 2002р. №843 [2].

Відповідно до покладених завдань Комісія координує діяльність центральних і місцевих органів виконавчої влади, що пов'язана з виконанням комплексу робіт з ліквідації наслідків НС, забезпечення життєдіяльності постраждалого населення, функціонування об'єктів соціальної, комунально-побутової, промислової та аграрної сфери, проведення аварійно-рятувальних та відбудовних робіт та інші.

Роботою Комісії керує її голова, а у разі відсутності голови – його перший заступник або один із заступників. Голова Комісії, його заступники та персональний склад Комісії затверджується рішенням відповідного місцевого органу виконавчої влади, органу місцевого самоврядування, керівником підприємства, установи та організації з урахуванням рівня НС [2].

За 19 років після введення в дію Постанови Кабінету Міністрів України № 843 змінилася деяка термінологія, змінилися технічні засоби ліквідації наслідків НС, підходи до організації управління силами та засобами, тощо. Аналізуючи зміст постанови, можна зробити висновок, що Голова комісії, його заступники та персональний склад затверджується рішенням Кабінету Міністрів відповідного місцевого органу виконавчої влади, органу місцевого самоврядування, керівником підприємства, установи та організації з урахуванням рівня НС.

Отже, Головою Комісії може бути призначено керівника органу виконавчої влади або одного із його заступників, щоб рішення Комісії, прийняті в межах її повноважень, були обов'язковими для виконання центральними і місцевими органами виконавчої влади відповідного рівня.

Розглядаючи права та обов'язки органів управління в умовах НС. Саме у статті 75 Кодексу цивільного захисту України вказано, що «Керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації призначається для безпосереднього управління аварійно-рятувальними та іншими невідкладними роботами (далі АРІНР) під час виникнення будь-якої надзвичайної ситуації». Ліквідовуючи наслідки надзвичайної ситуації в підпорядкуванні Керівника робіт з ліквідації наслідків НС усі аварійно-рятувальні служби залучаються до ліквідації наслідків НС.

Проаналізувавши можемо зауважити, що в даній статті Кодексу не вказано, що Керівник робіт з ліквідації наслідків НС приймає рішення на проведення АРІНР.

Дані положення ми знаходимо в Статуті дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (далі ОРС ЦЗ) та Статуті дій органів управління та підрозділів ОРС ЦЗ під час гасіння пожеж, затвердженого Наказом МВС України від 26.04.2018р. №340[4]. Ав статті 3 розділу «Організація управління та взаємодії» Статуту вказано: «Для безпосереднього управління АРІНР у разі виникнення будь-якої НС призначається Керівник робіт із НС. Порядок призначення, повноваження та функції Керівника робіт із НС визначено статтею 75 Кодексу цивільного захисту України.» [4].

У статті 10 даного нормативно-правового акту вказано, що під час ліквідації наслідків НС Керівник робіт із НС приймає рішення на проведення АРІНР, яке оформлюється розпорядженням.



Повертаємось до положень статті 75 пункт 2 Кодексу ЦЗ, де зазначено, що залежно від рівня надзвичайної ситуації керівником робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації призначається відповідним органом виконавчої влади[1].

Тобто, Керівник робіт з ліквідації НС, згідно даних положень, не має відношення до оперативно-рятувальної служби ЦЗ.

У наказі ДСНС МВС України від 16.03.2015р. №149 вказано, що метою забезпечення безпосередньої організації і координації АРiНР з ліквідації наслідків НС та у разі прийняття рішення щодо призначення керівником робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації посадову особу з числа керівного складу ДСНС МВС України затверджено організаційну структуру штабу з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації [3], [5].

Аналіз даних положень щодо прав та повноважень Керівника робіт дозволяє нам зробити припущення, що обов'язки даної посадової особи повинна виконувати тільки особа начальницького складу служби цивільного захисту. Але, в такому разі, це знову суперечить пункту 2 статті 75 Кодексу цивільного захисту України.

У нормативно-правових документах не визначено порядок створення спеціальної комісії з ліквідації наслідків НС та призначення Керівника робіт з ліквідації наслідків НС.

Не зрозуміло в яких випадках утворюються обидва (або один з них) органи управління з ліквідації наслідків НС, порядок їх підпорядкування або взаємодії.

До складу Комісії та штабу можливо будуть входити одні й ті ж працівники ЦОВВ, керівники аварійно-рятувальних служб, що беруть участь у ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, представники або експерти відповідних центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, установ та організацій.

Для вирішення даних протиріч необхідно внести зміни в нормативно-правові акти, що дозволить структурувати систему управління ліквідації наслідків НС та підвищити ефективність роботи органів управління.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України від 2.10.12 № 5403 УІ "Кодекс цивільного захисту України".
2. Постанова КМУ від 14.06.2002 № 843 "Про затвердження Загального положення про спеціальну Урядову комісію з ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і Загального положення про спеціальну комісію з ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру регіонального, місцевого та об'єктового рівня".
3. Наказ МВС України від 26.12.2014 № 1406 "Про затвердження Положення про штаб з ліквідації надзвичайних ситуацій та Видів оперативно-технічної і звітної документації штабу з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації".
4. Наказ МВС України від 10.07.2018 № 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".
5. Наказ ДСНС України від 16.03.2015 № 149 (з основної діяльності) "Про організацію роботи штабу з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації та забезпечення його готовності".

## MONITORING ATMOSPHERIC COMPOSITION IN EMERGENCY SITUATIONS

*Kovalev Alexander, Ph.D., assistant professor, NUCDU*

*Rybak Maria, student, NUCDU*

The elimination of the consequences of natural and man-made emergencies is an important state function, and its relevance is due to both natural and man-made factors. The risk of a catastrophe with the emission of pollutants is associated with the functioning of any enterprises whose technological process is associated with high temperatures, pressures, various types of explosive chemicals, production, storage, transportation and use of fuels and lubricants, heat power engineering and a lot more different factors.

The scale, nature and composition of air pollutant emissions can be different, both insignificant, local in nature, and global, with disastrous consequences. The ability of various layers of atmospheric air to move at high speeds in different directions leads to the risk of contamination of vast areas with harmful and toxic substances, requires operational tropospheric control to determine the conditions for emergency response and the need to evacuate the population from the infected area.

The analysis of the methods of sample-free determination of substances in an open atmosphere has established that today, among all remote control systems, the following systems based on optical techniques for monitoring the composition of the atmosphere occupy a leading position [1-7]:

1. LIDAR's (LIDAR - Light Detection and Ranging) are optical systems of location and spectral analysis and are based on the effects of inelastic scattering and absorption [4]. From a constructive point of view, LIDAR's, depending on the specifics of the task, are divided by the type of laser used. So, in [1, 3] the main types of lasers used are given, their technical characteristics, and the source [2] describes the main types of LIDAR systems, among which it should be noted: topographic LIDAR's; backscatter LIDAR's; fluorescent LIDAR's; differential absorption LIDAR's.

2. Spectral acousto-optic gas analyzers (acousto-optic filters) are based on the principle of diffraction of light by ultrasonic waves, which makes it possible to isolate a narrow wavelength range from the wide spectrum of optical radiation that satisfies the Wulf-Bragg condition. By changing the frequency of sound waves, it is possible to move the allocated portion of wavelengths over the spectrum in a fairly wide range. Today, acousto-optic collinear interaction filters can compete with classical spectrometers and have already found application in devices for remote monitoring of the atmospheric composition of the active type [4, 6] (for example, SAGA, manufactured by the Russian Federation [www.sigma-optic.ru](http://www.sigma-optic.ru)).

3. Correlation spectrometers — they work according to a differential scheme, that is, using two filters (or two spectral lines of laser or LED radiation), two spectral lines are recorded, one of which is tuned to the maximum absorption band and the other to the maximum bandwidth of the substance. By changing the difference and the ratio of signals, one judges the presence of a substance and its concentration. This filtration method has the least selectivity for interfering components, and it is most reasonable to apply it in the analysis of gases having spectra with wide absorption bands. Currently, instead of single optical filters, optical masks are used to significantly increase the difference signal due to the formation of the transmission spectrum of the device, which correlates with the structure of vibrational-rotational or electronic absorption bands of the studied component of the gas mixture [5].

4. Tunable interference light filters (UIF) are used as a monochromatic element, which allows to increase the aperture ratio, simplify the design and increase the scanning speed in comparison with classical monochromators. When using a UIF, it is possible to control the aperture and spectral

resolution. On the basis of the UIF, a sampling IR analyzer was built [6], designed for the operational control of hazardous impurities of toxic gases of more than 100 species, such as ammonia, benzene, phosgene, etc.

5. The Fabry-Perot Interferometer (IFP) is a multi-beam spectral device with two-dimensional dispersion and high resolution. Aperture IFP 10-100 times higher than that of classical spectrographs. In the works [7], the design scheme of the IFP, the principles of operation, physical and technical indicators, and applications are considered. Currently, the IFP is considered one of the promising areas for creating imaging spectrometer, which allows to identify a cloud of pollutants and restore the distribution of integral concentrations in space. A significant drawback of both the Fabry-Perot interferometer and tunable interference light filters for remote monitoring of substances in an open atmosphere is the need for external illumination, which is extremely difficult to implement in emergency situations.

6. Fourier spectral radiometers – modulation spectral instruments in which, in order to obtain a spectrum, it is necessary to perform the inverse Fourier transform of an experimentally recorded signal. The widespread use of this method was determined by the development of computer technology. Fourier spectral radiometers provided a sharp increase in spectral resolution, information content and the speed of obtaining information in comparison with other optical spectrometers. Fourier transform spectroscopic complexes are especially popular as passive signal systems of fast remote detection of substances, in which case such complexes are called Fourier spectral radiometer (FSR). FSR is most effective in the IR spectral region, which accounts for the maximum spectral brightness of the energy luminosity of the observed objects. FSR complexes are capable of measuring only the integral concentration, and as a result, the coordinates of the cloud of pollutants are limited only by elevation and elevation angles. The maximum range of modern FSR is 5-6 km with a minimum detectable integral concentration of up to ppm units (Particle Per Million is the concentration of molecules expressed in the number of molecules of a given substance per million molecules of a mixture) per square meter. Characteristic features of FSR complexes are: simplicity of design, a high degree of automation of measurements, low weight, low power consumption (tens of watts), as well as low cost. A significant drawback of FSR systems is the need to have a clean observation path spectrum in advance (without the presence of pollutants), for subsequent on-line comparison and detection of polluting and / or toxic substances in the atmosphere, which is not always possible, especially in emergency situations.

A study of optical spectral methods of sampling analysis showed that the most effective methods for monitoring the composition of the atmosphere in real time are lidar complexes and FSR systems, which are especially popular as passive systems.

## REFERENCES

1. Aurelio Oriana, Julien Réhault, Fabrizio Preda, Dario Polli, and Giulio Cerullo. Scanning Fourier transform spectrometer in the visible range based on birefringent wedges. *Journal of the Optical Society of America A*. 2016. Vol. 33. Issue 7. pp. 1415-1420.
2. Editorial for the Special Issue “Optical and Laser Remote Sensing of the Atmosphere”/Dennis K. Killinger, Robert T. Menzies / *Remote Sens*. 2019, 11(7), 742
3. Tijian Wang, Taichang Gao, Hongsheng Zhang, Maofa Ge, Hengchi Lei, Peichang Zhang, Peng Zhang, Chunsong Lu, Chao Liu, Hua Zhang, Qiang Zhang, Hong Liao, Haidong Kan, Zhaozhong Feng, Yijun Zhang, XiushuQie, Xuhui Cai, Mengmeng Li, Lei Liu & Shengrui Tong. Review of Chinese atmospheric science research over the past 70 years: Atmospheric physics and atmospheric environment. *Science China Earth Sciences*. 2019. Vol. 62. pp. 1903–1945.
4. Joan Miquel Galve, César Coll, Juan Manuel Sánchez, Enric Valor, Raquel Niclòs, Lluís Pérez-Planells, Carolina Doña, Vicente Caselles. Single band atmospheric correction tool for thermal infrared data: application to Landsat 7 ETM+ 1Univ. de València (Spain) 2Univ. de

Castilla-La Mancha (Spain). Proceedings Volume 10004, Image and Signal Processing for Remote Sensing XXII; 1000405 (2016) <https://doi.org/10.1117/12.2241425>

5. Mario C.M. Souza M., Andrew Grieco, Newton C. Frateschi & Yeshaiahu Fainman. Fourier transform spectrometer on silicon with thermo-optic non-linearity and dispersion correction. Nature Communications. 2018. Vol. 9. Article number: 665.

УДК 614.841.332

## ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЗДАТНОСТІ ПОКРИТТІВ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

*Ковальов А.І., к.т.н., с.н.с., НУЦЗ України  
Отрош Ю.А., д.т.н., професор, НУЦЗ України  
Семків О.М., д.т.н., професор, НУЦЗ України*

Не дивлячись на технічний прогрес у будівництві та технологіях протидії пожежам, останні не стали менш небезпечними. Пожежі забирають тисячі життів, а також призводять до мільярдних збитків. Близько 51 % всіх пожеж в країнах світу виникають у будівлях і спорудах та на транспорті. При цьому в приміщеннях гине 90 % від всіх жертв на пожежах. Наведені чинники створюють потребу в захисті людини від впливу окреслених загроз. При цьому одним з найбільш небезпечних чинників є пожежі в приміщеннях будівель та споруд. Забезпечення безпеки людей і матеріальних цінностей необхідно виконувати з урахуванням усіх стадій життєвого циклу об'єктів, таких як науковий супровід та моніторинг, проектування, будівництво, експлуатація, а також виключати виникнення пожеж. Запобігти виникненню пожежі дозволяють технічні засоби та організаційні заходи, за яких ймовірність виникнення та розвитку пожежі не перевищує унормованого допустимого значення. Умовою зниження незворотних наслідків пожеж на об'єктах різного призначення є збереження несучої здатності будівельних, конструкцій технологічних споруд і комунікацій. Умовою зниження незворотних наслідків пожеж на об'єктах різного призначення є збереження несучої здатності будівельних, конструкцій технологічних споруд і комунікацій.

Така статистика свідчить про те, що до будівельних конструкцій будівель та споруд повинні висуватися підвищені вимоги щодо їх вогнестійкості. Адже це, в свою чергу, призведе до стійкості будівель і споруд і дасть змогу безпечно евакуюватися людям та ефективно проводити оперативні дії рятувальним підрозділам. Цього можливо досягти, використовуючи в будівлях та спорудах вогнезахисних будівельних конструкцій з науково обґрунтованими параметрами систем вогнезахисту.

Зазначені вимоги стійкості забезпечуються комплексом заходів, що передбачаються як технологією виробництва, так і застосуванням ефективних вогнезахисних покриттів для вогнезахисту будівельних конструкцій [1].

Тому в умовах глобалізації та збільшення загроз для людини перше місце відіграє саме збереження стійкості будівель та споруд в умовах пожеж та інших стихійних лих, а також збереження їх функціонального призначення після таких впливів.

На сьогоднішній день невирішеною частиною проблеми є відсутність ефективних методів щодо оцінювання вогнестійкості вогнезахисних сталевих будівельних конструкцій з науково обґрунтованими параметрами систем вогнезахисту у вигляді як реактивних, так і пасивних вогнезахисних покриттів. Розв'язання даної проблеми призведе до підвищення точності оцінювання вогнезахисних сталевих конструкцій з достатньою для інженерних розрахунків точністю з використанням результатів випробувань на вогнестійкість, що повністю корелюють з результатами чисельного моделювання в сучасних програмних комплексах [2].

В результаті проведеної роботи було розроблено розрахунково-експериментальний метод оцінювання вогнестійкості вогнезахисних сталевих конструкцій, який засновано на використанні зразків зменшених розмірів, що полегшує процедуру визначення нормованих значень межі вогнестійкості. Структурно-логічна схема реалізації розробленого методу передбачає 9 блоків розташованих на 5 рівнях, пов'язаних логічними зв'язками, та включає експериментальну і розрахункову частини [3].

При цьому експериментальна частина методу передбачає дослідження температури вогнезахисних сталевих пластин в умовах вогневого впливу за заданими режимами пожежі (стандартний, зовнішньої, вуглеводневої, тунельної, реальної пожежі) та врахування факторів кліматичного впливу на покриття [4].

Розрахункова частина включає побудову математичної, фізичної, геометричної, комп'ютерної моделей процесів, що відбуваються у досліджуваній вогнезахисній сталевій конструкції, ідентифікацію теплофізичних характеристик вогнезахисного покриття (коефіцієнт теплопровідності, питома об'ємна теплоємність) шляхом розв'язання обернених задач теплопровідності та визначення характеристики вогнезахисної здатності вогнезахисного покриття шляхом розв'язання прямих задач теплопровідності.

Особливістю оцінювання вогнестійкості вогнезахисних сталевих конструкцій є те, що задаються теплофізичні характеристики поверхні, що захищається (в нашому випадку сталь) та вогнезахисного покриття, що залежать від температури. Це дозволяє з більшою точністю підходити до оцінювання вогнестійкості вогнезахисних сталевих конструкцій за результатами одного або декількох випробувань на вогнестійкість та за допомогою розроблених математичної, комп'ютерної, чисельної моделей теплових процесів у досліджуваних конструкціях. За допомогою розробленого методу можливо оцінювати вогнестійкість і інших вогнезахисних будівельних конструкцій. При цьому необхідно задавати теплофізичні характеристики тих будівельних матеріалів, з яких виконано будівельні конструкції.

Встановлено, що для точності оцінювання вогнестійкості вогнезахисних сталевих конструкцій необхідно застосовувати усереднені значення температур двох вогнезахисних сталевих колон. При цьому спостерігається найкраща збіжність результатів експериментального та розрахункового визначення температури прогріву вогнезахисних сталевих колон, що складає не більше 10% від допустимої області відхилення. Підтверджена працездатність запропонованого розрахунково-експериментального методу оцінювання вогнестійкості вогнезахисних сталевих конструкцій та доведено його адекватність реальним процесам при нестационарному прогріву вогнезахисних сталевих колон в умовах стандартного температурного режиму пожежі.

Перспективним напрямком даного дослідження є розширення діапазону оцінювання вогнестійкості не тільки вогнезахисних сталевих конструкцій, а і інших конструкцій, виготовлених з залізобетону, бетону, дерева, сталезалізобетону шляхом врахування умов випробування, теплофізичних характеристик матеріалів, з яких виготовлено конструкцію.

Розвиток даного дослідження може полягати у розробці універсального методу, який би враховував можливість оцінювання вогнестійкості всіх вогнезахисних будівельних конструкцій. При цьому можливо зіткнутися з труднощами математичного характеру щодо формування початкових та граничних умов при побудові математичної моделі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kovalov A., Slovinskyi V., Udianskyi M., Ponomarenko I., Anszczak M. Research of fireproof capability of coating for metal constructions using calculation-experimental method. Materials Science Forum. 2020. Vol. 1006 MSF. P. 3–10.

2. Kovalov A., Otrosh Y., Chernenko O., Zhuravskij M., & Anszczak M. Modeling of non-stationary heating of steel plates with fire-protective coatings in ansys under the conditions of

hydrocarbon fire temperature mode. Materials Science Forum. 2021. Vol. 1038 MSF. pp. 514–523. Trans Tech Publications Ltd.

3. Sadkovyi V., Andronov V., Semkiv O., Kovalov A., Rybka E., Otrosh Y., Udianskyi M., Koloskov V., Danilin A., Kovalov P. Fire resistance of reinforced concrete and steel structures: monograph. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2021. 180 p.

4. Guzii S., Otrosh Y., Guzii O., Kovalov A., & Sotiriadis K. Determination of the fire-retardant efficiency of magnesite thermal insulating materials to protect metal structures from fire. Materials Science Forum, 2021. 1038. 524–530.

**УДК504.06:623.094:004**

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ОПЕРАТИВНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ПОЖЕЖАМ НА ТОРФОВИЩАХ**

*Качур Т.В., к.т.н., НУЦЗ України*

Екологічна безпека виступає як один із головних факторів сталого розвитку регіону. Загрозу їй можуть становити такі чинники, як забрудненість довкілля, техногенна небезпека, антропогенне навантаження та природні стихійні лиха. Усе це зумовлює потребу в зборі, систематизації та аналізі інформації в повній мірі для оцінки поточного стану довкілля, прогнозування розвитку надзвичайних ситуацій і розроблення відповідних управлінських заходів. Одним із найнебезпечніших факторів впливу на природнесередовище регіону Полісся України є процес горіння покладів торфу з подальшою надмірною забрудненістю навколишнього середовища саме продуктами горіння. Виникнення пожеж на торф'яних полях негативно впливає на навколишнє середовище та здоров'я людей, а під час їх гасіння зумовлює значну небезпеку для особового складу ОРС ЦЗ. У зв'язку з цим надзвичайно важливим є систематичний оперативний контроль температурного стану торфовищ і прогнозування напрямку поширення пожежі для прийняття відповідних оперативних управлінських рішень. Перспективними засобами такого контролю виступають безпілотні літальні апарати (БПЛА).

Наразі питання застосування БПЛА щодо збереження навколишнього середовища та забезпечення екологічної безпеки ще не досить висвітлюються в літературі. Інформація щодо використання БПЛА як засобів оперативного спостереження за станом основних факторів довкілля також обмежена. Тому наразі метою сучасних досліджень є встановлення можливості застосування БПЛА для вирішення завдань контролю за температурним режимом торфовищ із метою підвищення екологічної та протипожежної безпеки у визначеному районі у реальному часі. Завдання будуть полягати в наступному: проаналізувати із подальшою характеристикою причини виникнення пожеж на торфовищах та їхні наслідки; обрати сучасний клас БПЛА та клас інфрачервоних датчиків для контролю температурного режиму торфовищ; обґрунтувати параметри візуалізації даних моніторингу; розробити необхідні умовні позначення для візуалізації інформації; розробити основні методики використання ГС-технологій під час застосування БПЛА для контролю температурного режиму торфовищ. Заходи щодо запобігання пожежам на торфовищах детально розглянуті у роботах таких авторів, В. Конішук і Н. Мельник [1].

Найбільше безпечні торф'яні пожежі виникають на осушених торфовищах. Особлива небезпека полягає в тому, що торф не горить відкритим вогнем – він тліє, виділяючи велику кількість продуктів горіння. Пожежі на торфовищах відрізняються від решти пожеж тривалістю їхньої ліквідації та потенційною можливістю до збільшення масштабів. Складність гасіння таких пожеж полягає ще й у тому, що горять і більш глибокі шари торфу.

Доволі часто ґрунтові торф'яні пожежі є причиною низової лісової пожежі [1]. Торф'яні пожежі охоплюють великі площі й важко піддаються гасінню, коли горить шар торфу значної товщини. Торф'яні пожежі рухаються повільно, по декілька метрів на добу.

Причому торф може горіти в усіх напрямках, незалежно від напрямку й сили вітру, а під ґрунтом він горить навіть під час помірного дощу й снігопаду. Вони небезпечні раптовими проривами вогню-підземлітим, що їхні й крайне завжди помітний. Температура в середині товщі торфу, охопленого пожежею, досягає понад сотень градусів.

Наприклад, доволі спекотне літо має досить негативні наслідки для природи, зокрема й торфовищ, оскільки викликає їх самозаймання. Підвищений рівень задимленості атмосферного повітря внаслідок горіння торф'яників негативно впливає на людей через отруєння продуктами горіння, хвороби шкіри та алергічні прояви, загострення серцево-судинних, легених та інших хронічних захворювань. Дим від великих торф'яних пожеж, може поширюватися на відстань до кількох сотень кілометрів.

Своєчасно виявити торф'яну пожежу дуже складно – набагато важче, ніж лісову, що пов'язано з відсутністю відкритого вогню. Тому вирішальну роль уранньому виявленні торф'яних пожеж відіграє регулярне обстеження особливо небезпечних територій.

Основною особливістю БпЛА є відсутність людини на борту апарата. Це дає змогу зменшити ризик втрати льотної складу, зняти обмеження присутності літального апарату в зонах, які мають численні фактори шкідливого впливу на людину. Головною особливістю БпЛА є те, що майже всі апарати виконують свої завдання в автоматичному режимі. Візуальна інформація з БпЛА може бути отримана в режимі реального часу або після доставки та обробки у день здійснення польоту (спостереження).

Організація спостереження за температурним станом торфовищ і процесами, що відбуваються у них, передбачає планування маршрутів польоту літального апарату з використанням картографічної інформації, зокрема цифрових карт, на яких можливо графічними засобами програмного забезпечення наносити райони спостереження торфовищ, райони заборони польоту БпЛА, прокладати маршрути польоту та іншу необхідну графічну інформацію [3]. Для проведення польотів на кожному льотному зміні складається планова таблиця польотів відповідно до Правил виконання польотів Державної авіації України. Вона може складатися в декількох варіантах залежно від завдань, які вирішуються, площі району спостережень, очікуваних метеорологічних умов тощо. У таблиці обов'язково вказуються маршрути польоту.

Інформаційне забезпечення системи контролю за станом торфовищ має містити певні тематичні пласти інформації [2]. Одним із найважливіших елементів системи контролю є планування застосування технічних засобів контролю (БпЛА) відповідно до чинного законодавства України та дані про об'єктивний стан об'єкта контролю.

Для створення візуального банку даних було б доцільно обрати програмний продукт «Digitals для Windows» розроблений ТОВ «Аналітика» (м. Вінниця), оскільки ця програма дає змогу робити збір векторної інформації з растрових зображень. Технологія виводу даних ГІС «Digitals для Windows» дає змогу оперативно одержувати візуальне представлення картографічної інформації з різним змістом і наповненням, переходити від одного масштабу до іншого, представляти атрибутивні дані в табличній, текстовій або графічній формі.

На цифрову карту в активному режимі оператор (група планування) може наносити специфічну інформацію відповідно до його вимог, дотримуючись правил використання повітряного простору та забезпечення безпеки польоту БпЛА [2; 3]. Далі повинен бути складений перелік елементів (об'єктів та явищ), які будуть додатково відображатися на цифровій карті: район контролю, поле торфорозробки, зона заборони польоту БпЛА, злітно-посадковий майданчик, маршрут польоту БпЛА, напрям польоту тощо. Далі визначаються категорії конкретних елементів і відповідних їм умовних позначень у ГІС «Digitals». Визначається перелік необхідних параметрів та їхню розмірність для категорії елементів, які будуть занесені в базу даних: для району контролю та ділянки торфорозробки – назва родовища, температура торфу, дата останнього контролю; для зони заборони польоту БпЛА – час заборони польоту; для злітно-посадкового майданчику – назва, довжина та ширина ЗПМ, метеоумови, напрям і швидкість вітру; для маршруту польоту БпЛА – висота й час відкритого простору.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Коніщук В.В., Мельник Н.М. Пожежі на торф'яних полях і заходи їх упередження. Біологічні дослідження : зб. наук. пр. Житомир. 2018. С. 358–359.
2. Багмет А.П., Ковальчук С.В. Геоинформационное обеспечение мониторинга экогеосистем в районах разработки природных ресурсов. Сучасні проблеми збалансованого природокористування: зб. наук. праць. Спецвипуск: матеріали VII наук.-практ. конф. Кам'янець-Подільський, 27 листопада 2012р. С.117–118.
3. Климчик О.М., Ковальчук С.В. Можливості застосування безпілотних літальних апаратів для забезпечення екологічної без-пеки регіону. Наука. Освіта. Практика: матеріали наук.-практ. конф., 12 жовтня 2017 р. Житомир, 2017. 368с. С.192–196.

**УДК 351:614:8**

### ЩОДО СИСТЕМИ ТА МЕХАНІЗМІВ УПРАВЛІННЯ ЦИВІЛЬНИМ ЗАХИСТОМ

*Кулешов М.М., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Протягом усього історичного періоду розвитку системи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій (НС) техногенного, природного та воєнного характеру особлива увага приділялась побудові ефективної системи цивільного захисту (ЦЗ) та її органам управління, які були б спроможні адекватно реагувати на усі види загроз. Особливо важливим є даний період розвитку держави, коли Україна опинилася перед багатьма викликами та загрозами, у тому числі новими, які характеризуються наступними факторами:

- функціонування великої кількості об'єктів підвищеної небезпеки та потенційно – небезпечних об'єктів з низьким ступенем надійності систем управління технологічними процесами виробництва та систем забезпечення пожежної і техногенної безпеки, а також застарілими основними виробничими фондами;

- зростання ризиків виникнення крупно масштабних надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, аварій, катастроф, вибухів на об'єктах економіки, систем життєзабезпечення, комунікаціях, які мають важливе економічне, стратегічне і оборонне значення для держави;

- збільшення у майбутньому розмірів можливих збитків від НС а також збільшення обсягів робіт з захисту населення і територій від техногенних, природних і воєнних загроз;

- загроза активізації осередків збройних конфліктів та їх ескалації;

- зростаюча загроза проявів екстримізму та терористичної діяльності;

- поява та реалізація нових прийомів і способів ведення нетрадиційних війн ;

- виникнення епідемій, у тому числі, які викликані новими, раніш не відомими збудниками інфекційних захворювань;

- викиди, скиди, та відходи промислового виробництва, які призводять до хімічного, радіоактивного, теплового забруднення оточуючого середовища.

Аналіз стану сучасної обстановки, яка характеризується наведеними вище загрозами, показує необхідність перегляду існуючих підходів к забезпеченню безпеки населення, територій та об'єктів економіки України, а існуюча система управління цивільного захисту, у зв'язку з появою нових видів загроз, потребує структурного та функціонального удосконалення, а також дослідження механізмів управління нею.

Найбільш суттєві системні заходи щодо модернізації та вдосконалення системи управління цивільним захистом в Україні почали відбуватися з 2003 року, які у 2012 році закінчилися прийняттям Кодексу цивільного захисту де визначені повноваження суб'єктів забезпечення ЦЗ державного, регіонального і місцевого рівнів, та які одночасно реалізують функції постійних органів управління єдиної державної системи цивільного захисту



(ЄДСЦЗ), та затвердженням положення про єдину державну систему цивільного захисту. Саме у 2012 році було здійснено інтеграцію державної системи запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру і системи цивільної оборони в єдину державну систему цивільного захисту. Протягом наступних років було реалізовано ряд організаційних заходів, щодо удосконалення структури та складу органів управління та сил ЦЗ з метою створення державної системи спроможної оперативно та адекватно реагувати на усі види загроз природного, техногенного і воєнного характеру. Формувалися та удосконалювалися механізми управління сферою ЦЗ.

Загальний аналіз ієрархічної структури та складу органів управління ЄДСЦЗ, їх правового статусу, положень про діяльність окремих органів, та ряду наукових публікацій надає можливість зазначити наступне:

1. Постійні ризики виникнення надзвичайних ситуацій визначають необхідність вироблення нових підходів до розвитку і вдосконалення єдиної державної системи цивільного захисту, а також підвищення готовності її органів управління і сил.

2. Механізм управління ЄДСЦЗ являє собою систему науково-теоретичної, нормативно-правової, організаційної, кадрової та технологічної діяльності суб'єктів управління, що здійснюється через управлінський процес.

3. Структурно механізм управління - це багаторівневе явище, що включає в себе, як мінімум, чотири рівні:

Верхній рівень механізму управління займає концепція управління ЄДСЦЗ, що представляє собою систему теоретичних положень, ідей і принципів регулювання діяльності ЄДСЦЗ.

Другий рівень – це існуюча нормативно-правова база, що регулює систему управління ЦЗ.

Третій рівень є структурно-організаційним, тобто це реально діючі в системі державної влади спеціальні органи управління ЄДСЦЗ і особи, які заміщують керівні посади в цих органах. Це центральна ланка в механізмі управління, яка призводить сам механізм в рух.

Четвертий, найнижчий, але найбільш широкий рівень в механізмі управління ЄДСЦЗ – технологічний. Він являє собою процеси, форми і методи управління ЄДСЦЗ і її силами та засобами. Чим досконаліші технології і сучасніші методи управління, тим ефективніше діяльність системи цивільного захисту держави.

4. На концептуальному рівні управління ЄДСЦЗ розробляється цілісна концепція. Нормативно-правова база визначає, як повинна регулюватися діяльність ЄДСЦЗ і в цілому діяльність в сфері ЦЗ в правовому відношенні, який її правовий статус. На організаційному рівні визначається, які структури повинні управляти державною системою ЦЗ і які їх повноваження. На технологічному рівні визначається, яким чином, якими шляхами, формами і методами слід впливати на апарат управління, керувати ним. Всі елементи цієї моделі повинні бути взаємопов'язані і взаємозумовлені, оскільки це системна модель.

Висновки:

1. Тільки в комплексі та єдності названих ланок може ефективно працювати такий складний механізм, як система управління цивільним захистом, яка з урахуванням появи нових загроз потребує постійного удосконалення.

2. Побудова принципово нової системи ЦЗ, або удосконалення чи розбудова існуючої повинно відбуватися на базі визначених державою стратегічних цілей. Безумовно що загальною (осовною) ціллю системи цивільного захисту є забезпечення необхідного рівня захищеності населення, територій, матеріальних і культурних цінностей від загроз які виникають під час НС та воєнних конфліктів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про національну безпеку України» від 21 червня 2018 р. №2469. Київ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19>
2. Кодекс цивільного захисту України від 2.10.2012 р. №5403-VI. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, №34-35, ст.458.
3. Кулешов М.М. Щодо побудови та удосконалення діяльності державної системи цивільного захисту України. Вісник НУЦЗУ. Серія Державне управління. 2017. Вип. 2(8). С. 433–440.
4. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту: Постанова Кабінету Міністрів України від 16.01.2014 №11. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text>

УДК 343.76

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДПАЛІВ

*Кульченко Є.Р., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України  
Данілін О.М., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Упродовж 11 місяців 2021 року основними причинами виникнення пожеж є: необережне поводження з вогнем – 51 233 випадки; порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок – 10 595 випадків; порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації печей теплогенеруючих агрегатів та установок – 5 107 випадків; підпали – 2 521 випадок; порушення технологій виробництва та правил експлуатації транспортних засобів – 2 588 випадків; пустощі дітей з вогнем – 411 випадків; несправність виробничого обладнання, порушення технологічного процесу виробництва – 155 випадків [1].

Підпали та інші злочини, пов'язані з виникненням пожеж, спричиняють збитки господарству, майну, життю та здоров'ю громадян. Основним завданням при розслідуванні цих злочинів є дослідження всіх обставин, пов'язаних із пожежею, встановленням причин, виявленням винних у її виникненні. Кримінальне законодавство України [2] передбачає відповідальність за умисне знищення або пошкодження майна (ст.194), знищення або пошкодження об'єктів рослинного світу (ст.245), терористичний акт (ст.258), порушення правил поводження з вибуховими, легкозаймистими та їдкими речовинами або радіоактивними матеріалами (ст.267), незаконне перевезення на повітряному судні вибухових або легкозаймистих речовин (ст.269), порушення встановлених законодавством вимог пожежної або техногенної безпеки (ст.270), порушення правил безпеки на вибухонебезпечних підприємствах або у вибухонебезпечних цехах (ст.273), порушення правил ядерної або радіаційної безпеки (ст.274).

Криміналістична характеристика [3] цього виду злочинів включає:

- а) способи вчинення злочину;
- б) способи приховування;
- в) сукупність найбільш типових слідів;
- г) дані про особу злочинця;
- г) дані про особу потерпілого.

Можна виділити пожежі та підпали:

- а) від легкозаймистих речовин;
- б) з використанням спеціальних пристроїв;
- в) при створенні умов, що сприяють самозайманню;
- г) при порушенні правил пожежної безпеки.



Підпал вантажного автомобіля



Підпал офісного приміщення

Перевірка версій щодо причин виникнення пожежі є основною і найбільш трудомісткою складовою пожежно-технічної експертизи. Практика дослідження пожеж показує, що при розробці версій про причини виникнення пожежі необхідно виходити з максимально можливої їх кількості, не нехтуючи й малоймовірними. Висунення та дослідження версії виникнення пожежі внаслідок дії іскор різного походження здійснюється за умов, що у первинному місці виникнення горіння існували джерела іскроутворення, які можна поділити на декілька груп: іскри механічного походження; іскри, що утворюються під час температурної обробки металів; іскри, що утворюються під час горіння речовин і матеріалів; іскри короткого замикання.

Порушення встановлених законодавством вимог безпеки трапляються у разі:

- а) експлуатації опалювальних, освітлювальних, інших приладів;
- б) використання приладів, установок, устаткування, не обладнаного протипожежним захистом;
- в) ведення робіт з відкритим вогнем;
- г) порушення правил зберігання, перевезення, виготовлення різних легкозаймистих речовин та матеріалів.

До основних способів приховування підпалів належать знищення слідів злочину, знарядь і засобів підпалу, інсценування обстановки, що вказує на випадкове виникнення пожежі.

Способи приховування пожежі внаслідок порушення встановлених законодавством вимог пожежної безпеки такі: маскування слідів (знищення приладу, внесення змін в обстановку, фальсифікація документів, що підтверджують справність обладнання та наявність протипожежного захисту тощо), іноді інсценування підпалу [3].

Найбільш типовими слідами, пов'язаними із вчиненням названих злочинів, є сліди дії полум'я (попіл, залишки матеріалів, що не згоріли, сліди плавлення і палих речовин), а також дії окремих осіб (сліди взуття, рук, знарядь злочину, транспортних засобів тощо) [4].

Злочинця слід шукати серед осіб, інтереси яких пов'язані зі знищенням даного об'єкта чи майна. Відомості про особу потерпілого можуть орієнтувати слідчі органи та органи дізнання щодо характеру події, її мотивів, особи злочинця, причин та умов, що сприяли вчиненню злочину. У разі порушення встановлених законодавством вимог пожежної безпеки коло осіб, які притягаються до відповідальності, обмежене суб'єктами, що мають відношення до діяльності та дій, які спричинили подібні порушення.

Основними джерелами відомостей про обставини злочину і особу злочинця можуть бути першочергові слідчі та оперативно-розшукові дії: огляд місця події, виявлення та допит свідків, призначення і проведення окремих видів експертиз [4].

Так, у справах про підпали необхідно з'ясувати:

- 1) спосіб вчинення і використані засоби;
- 2) об'єкти;
- 3) винну особу;
- 4) співучасників;

- 5) мотиви і мету злочину;
- 6) чи не було вчинено якого-небудь іншого злочину;
- 7) наслідки;
- 8) матеріальну шкоду;
- 9) причини та умови, що сприяли вчиненню цього злочину.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 11 місяців 2021 року ([https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2021/Ctatuctuka/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji\\_11.2021%20.pdf](https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2021/Ctatuctuka/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji_11.2021%20.pdf))
2. Кримінальний кодекс України.
3. Когутич І.І. Криміналістика: особливості методики розслідування окремих видів злочинів. Текст лекцій. Львів: Тріада плюс. 2006. 456 с.
4. Маркусь В.О. Криміналістика. Навчальний посібник. К.: Кондор. 2007. 558 с.

**УДК 622.822.4: 534.6**

### **РАННЄ ВИЯВЛЕННЯ ОСЕРЕДКУ ЗАГОРЯННЯ В ЗОНАХ ЗБЕРІГАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ ПО АКУСТИЧНОМУ ВИПРОМІНЮВАННЮ**

*Левтеров О.А., д.т.н., с.н.с., НУЦЗ України  
Васильєв М.В., к.т.н., 5-й ДПРЗ ГУ ДСНС у Харківській області*

Об'єкти, як нафтобази, склади пального, резервуарні парки нафти та нафтопродуктів – предмет особливої уваги як щодо забезпечення заходів безпеки, так і з точки зору охорони навколишнього середовища.

Пожежі в паливних та нафтових резервуарах супроводжуються забрудненням навколишнього середовища продуктами горіння: газоподібними, рідкими та твердими речовинами. Гарячі компоненти димових газів піднімаються та поширюються в атмосфері на величезні відстані, низькотемпературні компоненти зависають на невеликій висоті над землею і в міру охолодження розсіюються, випадають униз та забруднюють значні території продуктами згорання.

З точки зору розміру втрат і заподіяння шкоди навколишньому середовищу при пожежах у місцях зберігання та транспортування нафтопродуктів запобігання пожежонебезпечній ситуації (раннє виявлення займання) є вкрай важливим і потребує залучення сучасних технічних рішень, заснованих на впровадженні автоматизованих систем.

Найважливішим завданням для запобігання пожежі є фіксація початку пожежної ситуації за мінімальний час від початку процесу, який у реальних умовах прагне нуля. Для цього в даний час використовуються пожежні сповіщувачі різного призначення та принципів дії, зокрема «резервуарні» теплові сповіщувачі [1], налаштовані на порогову температуру. Відомі теплові лінійні та нелінійні сповіщувачі контактного, оптичного та електронного принципу дії [2]. Сучасні, часто застарілі системи виявлення пожежі можуть відрізнятися некоректністю, помилковими спрацьовуваннями, низькою чутливістю. У основі вони використовують алгоритми, засновані на статистичних параметрах [3].

Розглянемо можливість реалізації методу виявлення загорання за випромінюванням акустичного сигналу із осередку горіння нафти чи нафтопродуктів. Встановлено [4], що горіння кожної речовини супроводжується випромінюванням акустичного спектра, характерного лише йому. Наприклад, типова форма спектру випромінювання, амплітудно-часовий ряд та амплітудно-частотна характеристика акустичного сигналу, що реєструється в процесі горіння метанолу, наведені на рисунку.

Досліджуючи процес горіння отримано акустичні спектри та фрактальні розмірності нафтопродуктів. Встановлено залежність показника Херста  $H$  від природи речовини та отримано його числові значення.

Проведені дослідження показали можливість використання показника Херста при автоматизованій обробці звукової інформації з потенційно небезпечної зони займання рідких легкозаймистих речовин та нафтопродуктів. Акустичний метод, володіючи рядом переваг (висока чутливість, легкість реєстрації в режимі реального часу, широка область покриття, можливість отримання швидкої реакції у відповідь, класифікація ступеня небезпеки), розширює коло відомих методів раннього виявлення осередку займання й може бути використаний у поєднанні з ними.

При зберіганні різних типів нафтопродуктів, як світлих (гас, бензин, дизельне паливо), так і темних (мазут, нафта), виникає необхідність створення спеціальної бази еталонних даних фрактальних властивостей речовин, що зберігаються у тій чи іншій потенційно небезпечній зоні. Ця процедура потребує додаткових експериментальних досліджень.

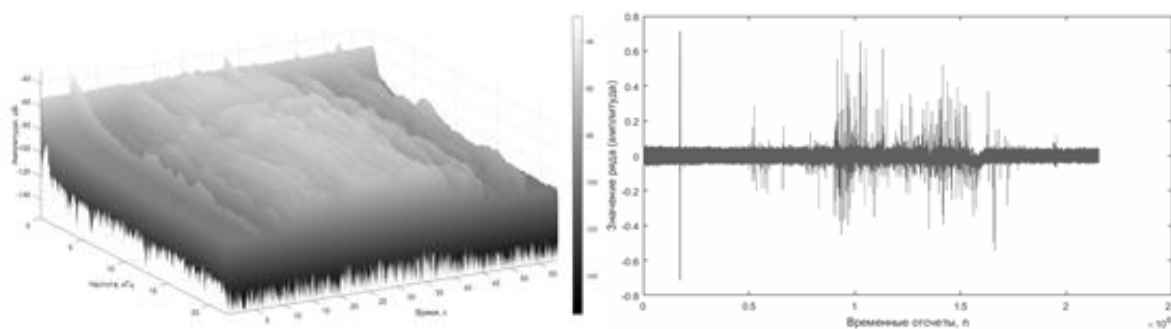


Рисунок – Спектрограма випромінювання, амплітудно-часовий ряд та амплітудно-частотна характеристика акустичного сигналу

Таким чином, при створенні спеціального сповіщувача, що реєструє звуковий сигнал із зони горіння, супутнього спеціального обладнання та незалежно від конструкції та розміщення резервуарів можна забезпечити можливість використання у зоні зберігання та переміщення нафтопродуктів організацію автоматичної системи реєстрації звукового сигналу із зони зберігання нафтопродуктів, поряд зі сповіщувачами іншого типу.

Завдання навіть великого резервуарного парку (від 1 до  $N$  резервуарів) спрощується, оскільки кожен резервуар забезпечується індивідуальною системою реєстрації сигналу, тому якість реєстрації залежить від кількості резервуарів. Крім того, прилади, що реєструють акустичний сигнал, можуть розташовуватися і на допоміжних об'єктах парку (насосні станції, місця переміщення нафтопродуктів, місця розташування обслуговуючого персоналу, пульти управління). Оптимальна кількість пристроїв реєстрації сигналу розраховується з урахуванням контрольованої площі. Зареєстрований акустичний сигнал обробляється за заданою схемою, кінцевим етапом якої є прийняття рішення.

Виявлення процесу горіння будь-якої речовини та ідентифікація цієї речовини за допомогою акустичного ефекту, що супроводжує процес горіння, відрізняються низкою переваг (простота реєстрації сигналу, висока чутливість, широка область покриття, можливість використання у важкодоступних місцях, можливість отримання швидкої реакції у відповідь, визначення ступеня небезпеки, можливість застосування всіх сучасних методів інформаційних технологій та штучного інтелекту).

Це дозволяє зробити висновок про перспективність такого методу для забезпечення пожежної безпеки в місцях зберігання нафтопродуктів, що розширить перелік сучасних технологій, що використовуються як для одиничного, так і для комплексного їх застосування. Крім того, при проектуванні методу на експериментальні розробки з гасіння

полум'я акустичним сигналом вимальовується нова спрямованість у використанні акустичного випромінювання – поєднання виявлення загоряння та його ліквідації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Zervas E.; Mpimpoudisb A.; Anagnostopoulos C.; Sekkasb O., Hadjiefthymiades S. Multisensor data fusion for fire detection. Inf. Fusion 2011, 12, 150–159.
2. Karter M.J. False Alarm Activity in the US 2012; National Fire Protection Association: Quincy, MA, USA, 2013.
3. Ahrens M. Trends and Patterns of US Fire Loss; National Fire Protection Association: Quincy, MA, USA, 2017.
4. Levterov A.A. Acoustic Research Method for Burning Flammable Substances. Acoustical Physics. Volume 65. 2019. №4. P. 444–449. DOI:10.1134/S1063771019040109

УДК 504.05+504.054.2:574

### ПІДХІД ДО ДОКУМЕНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ НАЗЕМНИХ ЕКОСИСТЕМ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ПОЛІГОНІВ

*Лисенко О.І., д.т.н., професор,*

*Навчально–науковий інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського,*

*Чумаченко С.М., д.т.н., с.н.с.,*

*Національного університету харчових технологій*

Документування даних необхідно починати з заповнення екологічних формулярів випробувальних полігонів (ВП). *Екологічний формуляр полігону повинен* представляти комплекс даних, виражених через систему показників, які будуть відображати рівень використання полігономприродних ресурсів та ступінь його впливу на навколишнє природне середовище (НПС). На теперішній час екологічні формуляри полігонів не є достатньо досконалими. Прототипом екологічного формуляру, який на сьогодні діє на ВП, є екологічний паспорт [1]. В ньому відображені економічні, технологічні характеристики, питання використання природних ресурсів та вплив на НПС. Проте екологічний паспорт не передбачає збір інформації про стан біотичної складової НПС. Для побудови екологічного формуляра екологічний паспорт необхідно доповнити відповідними розділами [2-9].

*По-перше*, необхідно ввести форму для обліку рівнів забруднення (концентрацій забруднюючих речовин) з зазначенням місць та часу вимірювання, які розраховуються за відповідними методиками у залежності від параметрів полігону, виду та інтенсивності заходів випробувань.

*По-друге*, необхідно ввести форму для обліку стану біотичної складової НПС: періоди вегетації, індекси видової розмаїтості, обсяги біомас компонентів біоценозу, приріст та смертність продуцентів і консументів, які викликані природними та техногенними причинами, швидкостей споживання продуцентів консументами, субстратівпродуцентами та одного виду консументів іншимвидом консументів, швидкість перетворення біомаси субстратів до біомаси продуцентів, відтворення субстратів консументами, перетворення сонячної енергії продуцентами, безпосередній уражаючий вплив заходів випробувань на відповідні компоненти екосистеми, відновлювальний (реабілітаційний) вплив природоохоронних заходів на компоненти екосистеми, тобто необхідна інформація для подальшого використання в алгоритмі ідентифікації параметрів математичної моделі випробувального полігону.

Для обліку рівнів забруднення (концентрацій забруднюючих речовин) та обліку

біорізноманіття екосистем полігонів розроблені відповідні форми, які включають інформацію про наступне:

- *забруднення* (мета відбору проб; шифр проби; місце (координати) та час відбору; відстань від джерел забруднення, житлової зони; характеристика району проведення досліджень: температура, вологість, тиск, напрямок та швидкість вітру, погодні явища; характеристика поверхні місцевості (твердий ґрунт, зелені насадження тощо) і рельєфу; тара для транспортування, методи консервування, умови транспортування; характеристики проб: вид (разова, середньодобова) - повітря, вода, ґрунт; вага, об'єм; обладнання, що застосовувалося при відборі проб; організація, яка проводить аналізи та обладнання, що застосовувалося для проведення аналізів; результати аналізу проб);

- *біорізноманіття* (назва типу (виду) біотопу; площа, що займає відповідний біотоп; види біорізноманіття, що існує на відповідному біотопі; кількісні показники біорізноманіття відповідно за видами; якісні показники біорізноманіття відповідно за видами).

Дані екологічного формуляру можуть бути використані для:

- визначення ступеня впливу полігонів на НПС;
- порівняльна оцінка діяльності різних полігонів;
- інспектування полігонів і контролю за виконанням природоохоронного законодавства;
- прогнозування стану НПС під впливом діяльності ВП;
- прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо попередження несприятливих екологічних ситуацій і ліквідації наслідків аварій і катастроф;
- прийняття рішень з інвестування заходів на окремих полігонах для виконання першочергових природоохоронних завдань;
- виявлення потенційно небезпечних джерел на полігонах та розробки плану профілактичних заходів і плану дії в екстремальних ситуаціях;
- подання необхідних відомостей для системи державного екологічного моніторингу;
- складання візуальної комп'ютерної карти екологічної обстановки в районі розташування полігонів та прогнозування екологічної обстановки (при одержанні додаткових відомостей) при виникненні екстремальної ситуації.

Таким чином, екологічний формуляр ВП є суттєвим та значущим інструментом у процесі забезпечення екологічної безпеки ВП під час випробувань. Питанню вдосконалення існуючих форм обліку екологічного стану техногенних об'єктів (полігонів тощо) останнім часом у провідних країнах світу приділяється багато уваги, виділяються значні матеріально-технічні та людські ресурси [5, 7, 8, 15, 34, 39, 56, 66].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Математичні моделі та інформаційні технології оцінки і прогнозування стану природного середовища випробувальних полігонів. За редакцією І.С. Романченка, О.І. Лисенка, С.М. Чумаченка. К.: МО України. ЦНДІ ЗС України. 2009. 166 с.
2. Агробіорізноманіття України: Теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 1. За редакцією О.О. Созінова, В.І. Придатка. К.: ЗАТ «Нічлава». 2005. 384 с.
3. Лисиченко Г.В., Хміль Г.А., Барбашев С.В., Забулонов Ю.Л., Тищенко Ю.Є. Екологічний ризик: методологія оцінювання та управління. К.:Наук. думка. 2014. 328 с.
4. Ісаєнко В.М., Лисиченко Г.В., Дудар Т.В. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. К.: Вид-во Нац. авіац. Ун-ту „НАУ - друк”. 2009. 312 с.
5. Андронов В.А., Дівізіюк М.М., Калугін В.Д., Тютюник В.В. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні: Монографія. Х.: НУЦЗ України. 2016. 319 с.

6. Романченко І.С., Сбітнєв А.І., Бутенко С.Г. Екологічна безпека: екологічний стан та методи його моніторингу. К: "Полісся". 2006. 560 с.

7. Романченко І.С., Сбітнєв А.І., Чумаченко С.М., Слободяник В.А. Методологічні підходи до створення бази даних для системи керування станом навколишнього середовища в Збройних Силах України. Наука і оборона. 2003. №3. С.50-56

8. Лисенко О.І., Чумаченко С.М., Чеканова І.В., Турейчук А.М. Використання спостерігача Льюїнбергера для оцінки та прогнозування стану ускладненої агроєкосистеми із застосуванням математичного та комп'ютерного імітаційного моделювання. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 2. Київ: ЗАТ "Нічлава". 2005. С. 86-139.

9. Olexander Lysenko, Olena Tachinina, Valeriy Novikov, Iryna Alekseeva, Serhii Chumachenko, Andrii Tureichuk. Expert-modeling decision support system for the deployment and management of a wireless sensor network with mobile sensors and telecommunication air platforms in the emergency zone security forum 2021 14th Annual International Scientific Conference February 10 th, 2021 at MatejBel University in Banská Bystrica, Slovakia Conference Proceedings Banská Bystrica, Slovakia 2021c. 249-258.

**УДК 352/354:37.09**

## **ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ, УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ ДІЯМ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

*Луценко Т.О., к.н. з держ. упр., НУЦЗ України*

Механізм організації навчання дітей дошкільного віку, учнів та студентів діям у надзвичайних ситуаціях визначено у «Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» який затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 26 червня 2013 р. № 444. В даному нормативному документі зазначено, що організація навчання дітей дошкільного віку, учнів та студентів покладається на Міністерство освіти і науки України згідно із затвердженими ним і погодженими з Державною службою України з надзвичайних ситуацій навчальними програмами з вивчення заходів безпеки, способів захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних надзвичайними ситуаціями, надання домедичної допомоги.

Підготовка студентів закладів вищої освіти до дій у надзвичайних ситуаціях здійснюється за нормативними навчальними дисциплінами «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист», які відповідно передбачають:

– формування у здобувачів вищої освіти на першому (бакалаврському) рівні знань, умінь та навичок щодо забезпечення необхідного рівня безпеки у надзвичайних ситуаціях відповідно до майбутнього профілю роботи, галузевих норм і правил;

– формування у здобувачів вищої освіти на другому (магістерському) рівні умінь з превентивного і аварійного планування та управління заходами цивільного захисту.

У закладах вищої освіти з метою відпрацювання дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій з учасниками освітнього процесу проводяться щороку об'єктові тренування з питань цивільного захисту. Об'єктові тренування в закладах освіти проводяться без припинення освітнього процесу. При їх проведенні відпрацьовуються заходи з приведення в готовність органів управління, сил і засобів цивільного захисту закладів освіти, укриття в захисних спорудах учасників освітнього процесу, радіаційного, хімічного і біологічного захисту, організації гасіння пожежі на початковому етапі із застосуванням первинних засобів пожежогасіння, евакуації, домедичної допомоги, а також взаємодії учасників освітнього процесу з пожежно-рятувальними підрозділами та підрозділами екстреної медичної допомоги.



Підготовка учнів закладів загальної середньої освіти та здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти до дій у надзвичайних ситуаціях, що передбачає здобуття знань і вмінь з питань особистої безпеки в умовах загрози та виникнення надзвичайної ситуації, користування засобами захисту від її наслідків, вивчення правил пожежної безпеки та основ цивільного захисту, здійснюється в рамках вивчення предметів «Основи здоров'я» та «Захист України» та/або відповідно до стандартів професійної (професійно-технічної) освіти з конкретних професій.

Закріплення теоретичного матеріалу здійснюється шляхом проведення Дня цивільного захисту, метою якого є практичне відпрацювання учнями за їх віковими категоріями теоретичних знань та навичок, які отримані ними під час вивчення теорії з основ здоров'я, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту, а також досягнення злагодженості у роботі керівного, командно-начальницького та особового складу позаштатних формувань навчального закладу, педагогічного складу і учнів навчального закладу в цілому як об'єкта цивільного захисту при виконанні заходів щодо попередження та реагування на надзвичайні ситуації.

День цивільного захисту є навчально-практичним заходом, що проводиться без порушення навчального процесу в кінці навчального року, коли добігає кінця вивчення навчальних предметів: «Захист Вітчизни», «Основи здоров'я».

Основними завданнями «Дня цивільного захисту» для учнів навчального закладу є: вироблення умінь, навичок правильно і чітко діяти у різних надзвичайних ситуаціях для захисту свого здоров'я та життя; удосконалення теоретичних знань та практичних навичок під час захисту від наслідків надзвичайних ситуацій; практична перевірка вміння користуватися засобами індивідуального захисту, тренування у виконанні нормативів з використання індивідуальних засобів захисту, вміння виготовляти найпростіші засоби захисту органів дихання, надавати першу медичну допомогу; формування і розвиток високих морально-психологічних якостей: мужності, відваги, витримки, ініціативи та кмітливості, взаємної виручки, постійної готовності виконати завдання цивільного захисту; виховання впевненості в ефективності заходів, що проводить цивільний захист.

Освітній процес з дітьми дошкільного віку проводиться згідно з вимогами базового компонента дошкільної освіти і спрямовується на формування достатнього та необхідного рівня знань і умінь дитини для безпечного перебування в навколишньому середовищі, елементарних норм поведінки у надзвичайних ситуаціях і запобігання пожежам від дитячих пустощів з вогнем. Слід зазначити, що навчання дошкільнят безпечної поведінки не обмежується лише засвоєнням ними норм і правил, робота спрямовується насамперед на усталення свідомої обачності, навичок орієнтування та швидкого реагування за надзвичайних ситуацій.

Для поліпшення якості освітнього процесу з дітьми з питань особистої безпеки, захисту життя та норм поведінки у надзвичайних ситуаціях у закладах дошкільної освіти проводиться щороку Тиждень безпеки дитини. У рамках Тижня проводяться найрізноманітніші заходи, основною метою яких є формування у дітей свідомого ставлення до свого життя та здоров'я; популяризація основних правил безпечної життєдіяльності; розвиток життєвих навичок, що мають ключове значення для безпеки повсякденного життя; виховання гуманного ставлення до людини, що потрапила в біду, вироблення співчуття, бажання допомогти; вироблення у дітей дошкільного віку умінь та навичок щодо захисту свого життя і здоров'я під час надзвичайних ситуацій.

З метою координації науково-методичної діяльності, узагальнення і поширення ефективних форм і методів організації освітнього процесу з питань безпеки життєдіяльності та цивільного захисту визначаються:

– Міністерством освіти і науки України – базові за галуззю знань кафедри з безпеки життєдіяльності у закладах вищої освіти;

– місцевими органами управління освіти – територіальні базові (опорні) заклади загальної середньої, професійної (професійно-технічної) та дошкільної освіти.

Положення про організацію навчання з питань безпеки життєдіяльності та цивільного захисту в територіальних базових закладах загальної середньої та дошкільної освіти розробляється та затверджується відповідними місцевими органами управління у сфері освіти.

Освітній процес з питань формування культури безпеки життєдіяльності серед дітей та молоді, формування здорового способу життя, оволодіння ними навичками самозахисту і рятування проводиться у закладах позашкільної освіти, а також шляхом організації шкільних, районних (міських), обласних та всеукраїнських змагань з безпеки життєдіяльності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» від 26 червня 2013 року №444.

УДК 351.743:614.8

### ОЦІНКА РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ

*Ляшевська О.І., к.н. з держ. упр., доцент, НУЦЗ України*

Станом пожежної безпеки об'єкта господарювання, є ймовірність виникнення пожежі. Для ймовірності в певній мірі впливають статистичні дані щодо кількості пожеж у визначеній галузі або типу об'єкту господарювання. Важливо також визначити і можливі наслідки від вірогідної пожежі.

Згідно статистичних даних в Україні сталі тенденції щодо збільшення пожеж та ріст збитків завданих ними. Порівняльний аналіз основних показників статистики пожеж дають підстави стверджувати про недостатній рівень забезпечення пожежної безпеки в Україні.

Для запуску механізму оцінки ризиків виникнення пожеж та інших небезпечних подій необхідно вирішити наступні основні проблемні питання:

*1. Розробка та затвердження методик визначення зазначених ризиків.*

На теперішній час в Україні існує методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки, яка затверджена наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 04.12.2002 р. №637. Зазначена методика реалізує кількісну оцінку ризиків, причому ризик визначається як ступінь ймовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки та/або за його межами.

Методика може застосовуватися також для оцінки рівня ризику й експертизи рішень з безпеки потенційно небезпечних об'єктів, у тому числі під час:

- розробки нових технологій та конструювання обладнання;
- проектування та розташування нових виробництв;
- реконструкції діючих виробництв;
- експертизи діючих виробництв і тих, що реконструюються та проектуються;
- розробки планів локалізації та ліквідації аварій;
- організації страхового захисту майна підприємств;
- розгляду конфліктів між суб'єктом господарської діяльності, що експлуатує чи планує експлуатацію потенційно небезпечного об'єкту, та будь-якими зацікавленими сторонами, для яких аварії на об'єктах підвищеної небезпеки можуть мати негативні наслідки.

*2. Нормування ризиків.*

Ще однією спробою нормування ризиків є вищенаведений наказ Міністерства праці та соціальної політики України від 04.12.2002 р. №637, в якому зазначені неприйнятні та прийнятні рівні для індивідуального, територіального та соціального ризиків на об'єктах підвищеної небезпеки.

З іншого боку, постановою Кабінету Міністрів України від 5 вересня 2018 року №715 затверджено критерії, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій. До зазначених критеріїв відносяться:

- вид об'єкта (приміщення, будівля, споруда, будинок, територія), що належить суб'єкту господарювання на праві власності, володіння, користування;
- площа об'єкта;
- максимальна розрахункова (проектна) кількість людей, які постійно або періодично перебувають на об'єкті;
- умовна висота об'єкта (висота, яка визначається різницею позначок найнижчого рівня проїзду (установлення) пожежних автодрабин (автопідйомників) і підлоги верхнього поверху без урахування верхніх технічних поверхів, якщо на технічних поверхах розміщено лише інженерні обладнання та комунікації будинку);
- наявність та масштаб небезпечних подій, надзвичайних ситуацій, які сталися на об'єкті протягом останніх п'яти років, що передують плановому періоду;
- клас наслідків (відповідальності) під час будівництва об'єкта;
- кількість порушень вимог законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки, пов'язаних з експлуатацією або під час будівництва об'єкта та виявлених протягом останніх п'яти років, що передують плановому періоду.

Аналіз вищенаведених критеріїв дозволяє зробити висновок, що зазначені критерії є необґрунтованими, не враховується ймовірність виникнення небезпечної події, яка може змінюватись протягом часу, а також немає диференціації порушень вимог законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки (не аналізується значимість даних порушень), що може призвести до формального підходу щодо віднесення суб'єкта господарювання до відповідного ступеню ризику.

### *3. Управління ризиками.*

У Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру зазначено, що основними механізмами державного регулювання у сфері управління ризиками є державна стандартизація, сертифікація, державна експертиза, державний нагляд і контроль, ліцензування, економічне регулювання, декларування безпеки небезпечних об'єктів і страхування.

Особливості і ступінь впливу державного регулювання на конкретні об'єкти управління повинні визначатися з урахуванням значень їх реальних ризиків, а також здійснених заходів щодо мінімізації ризиків на всіх стадіях життєвого циклу небезпечних об'єктів (проектування, розміщення, будівництво, монтаж, пуск в експлуатацію, функціонування, ліквідація).

У Франції аудит безпеки здійснюється на двох етапах: в процесі будівельних робіт і безпосередньо під час експлуатації будівлі.

Інакше кажучи, необхідно чітко визначити, який підхід до аудиту безпеки є найбільш прийнятним в Україні.

Вирішення питання щодо розробки та затвердження методик визначення ризиків є одним з найважливіших кроків щодо впровадження ризик-орієнтованого підходу в сфері пожежної та техногенної безпеки (інакше кажучи, необхідно визначитися з тим, як ми будемо обчислювати ризики).

Нормування ризиків, тобто встановлення гранично допустимих рівнів ризиків, має бути обґрунтованим і взаємопов'язаним із затвердженими методиками оцінки ризиків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС від 22.03.2018 №189 «Система оцінки ефективності державного нагляду (контролю) за додержанням і виконанням вимог законодавства у сфері цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки».
2. Наказ від 04.12.2002 №637. Про затвердження Методики визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки.
3. Международная финансовая корпорация (IFC), Управління ризиками в наглядовій діяльності: огляд, методологія і практика застосування [Електроний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ifc.org/europe/belarus>.
4. Постанова КМУ від 5 вересня 2018 р. №715. Київ. Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій. Декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки.
5. Розпорядження КМУ від 22 січня 2014 р. № 37-р «Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру».

УДК 336.22

### ПОДАТКОВІ ПРАВОПОРУШЕННЯ ЯК ЗАГРОЗА ФІНАНСОВІЙ БЕЗПЕЦІ ДЕРЖАВИ

*Ляшевська О.І., к.н. з держ. упр., доцент, НУЦЗ України  
Чала К.С., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Податкова безпека держави є одним із найважливіших елементів системи забезпечення її фінансової безпеки. Зміцнення податкової безпеки держави можливо досягнути за рахунок виявлення, оцінювання та усунення податкових загроз та ризиків. Податки є основним джерелом наповнення дохідної частини бюджету держави, кошти від яких необхідні задля виконання державою покладених на неї функцій – соціальні, економічні, оборонні, правоохоронні тощо. Оподаткування в сучасних економічних умовах формує сприятливі фінансові відносини між фізичними та юридичними особами.

В умовах кризових явищ у економіці, ефективність податків та податкової політики загалом спроможні суттєво вплинути на стан фінансової безпеки держави, яка є однією із найважливішою складовою економічної безпеки держави, оскільки без фінансових ресурсів жодне завдання держави не вирішується. Проблема реформування системи оподаткування наразі є найбільш актуальною, а для більш ретельного розуміння які саме заходи слід запроваджувати, необхідно детально розглянути взаємозв'язок та взаємовплив податкової безпеки із фінансовою безпекою.

Податкову безпеку держави необхідно розглядати як самостійний об'єкт дослідження через достатність надходжень від податків до бюджету та вплив податкового тиску на суб'єктів господарювання. Лише збалансованість необхідною кількістю податкових надходжень разом з ефективним податковим тиском здатні визначити ефективність економіки в цілому.

Основне джерело, яке створює загрози податковій безпеці держави, є податковий ризик. Під податковим ризиком розуміють імовірність виникнення негативних наслідків для податкової системи країни через неефективну її побудову та вплив зовнішніх та внутрішніх факторів. Відмінністю між ризиками та загрозами є те, що ризики є ймовірними і їх можна кількісно оцінити за умови, що вони настали, а загрози є фактично сформовані небезпеки, які

під впливом певних чинників сприяють настанню ризиків, а їх взаємозв'язок призводить до втрат держави через неефективну податкову політику.

Загрози податковій безпеці держави окремі науковці поєднують у наступні групи:

– загрози, пов'язані з порушенням виконання податкових зобов'язань, наприклад, високий рівень податкових злочинів і податкових правопорушень;

– загрози правового характеру: непослідовність податкової політики держави; недосконалість експертної оцінки прийняття і зміни законодавства з урахуванням економічної безпеки;

– загрози інституційного характеру: недостатня результативність контролю за надходженням податкових платежів і зборів до бюджетів різних рівнів.

Податкове правопорушення є правопорушенням з усіченим складом, який включає три елементи: об'єкт, об'єктивна сторона, суб'єкт. Залежно від особливостей об'єкта виокремлюють два види податкових правопорушень:

- правопорушення, що посягають на податкові відносини, пов'язані з безпосереднім здійсненням податкових стягнень і безпосередньо спричинюють фінансові втрати держави, органів місцевого самоврядування;
- правопорушення, що посягають на відносини, які забезпечують додержання встановленого порядку управління в сфері оподаткування.

Можна виділити такі групи податкових правопорушень:

- правопорушення проти порядку ведення бухгалтерського обліку, складення і подання бухгалтерської та податкової звітності;
- правопорушення проти виконання дохідної частини бюджетів;
- правопорушення проти обов'язків по сплаті податків;
- правопорушення проти контрольних функцій податкових органів.

Одним з ризиків, що здійснює вагомий вплив на рівень податкової безпеки, є ризик порушення законодавства. Не дивлячись на те, що саме цей ризик науковцями віднесений до податкових ризиків з позиції держави, він спричиняє втрати не тільки для держави, а і для платника податків. Погане знання податкового законодавства суб'єктами господарювання спричиняє несвідоме порушення законодавства, а, отже, призводить до фінансових втрат платників через сплату штрафів та різноманітних санкцій. Ризик адміністрування податків спричиняється недосконалою організаційно-правовою системою, що зменшує ефективність управління податковим боргом, наслідком чого є зростання ризику бюджетних втрат. Щодо ризику планування та прогнозування, то він виникає через недосконалість даного процесу, що може спричинити зменшення надходжень до бюджету. Недобросовісна сплата платниками податків до державного бюджету свідчить про ризик уникнення оподаткування.

Проте в наслідок низки проблем рівень податкової безпеки залишається незадовільним та може бути покращений при умові вирішенні наступних загроз:

– недосконалості системи оподаткування та низькоефективним адмініструванням податків та зборів;

– монополізація великих стратегічних вітчизняних підприємств суб'єктами з інших країн, що може спричинити значні ризики у разі погіршення загальної економічної в країні та виходом їх з ринку;

– посилення диференціації по регіонам;

– проблема високої тіньової економіки, шляхом винайдення все нових методів ухилення від оподаткування через недосконалість його нормативно-правового врегулювання;

– нестійке економічне зростання та залежність від низки внутрішніх та зовнішніх факторів.

Отже, у випадку реалізації зазначених ризиків та загроз держава недоотримує значну кількість грошових ресурсів, що негативно позначається як на податковій безпеці зокрема,

так і на фінансовій безпеці держави в цілому, і засвідчує необхідність розробки ефективної політики управління фінансовою безпекою на всіх етапах.

Для того, щоб забезпечити розвиток економіки нашої держави необхідно дотримуватися усіх без винятку умов відповідності показників податкової безпеки вимогам фінансової безпеки держави. Суттєвою загрозою податкової безпеки є політичний та економічний фактори, з якими постійно стикаються державні органи. Тому необхідне постійне дослідження та моніторинг даних факторів, необхідно виробити дієві методи їх нівелювання та вирішення задля досягнення податкової безпеки держави.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бабін І.І. Презумпції та фікції в податковому праві. Навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2009. С. 154–166.

2. Дмитрієв Є.Є. Сучасні міжнародні загрози для національної економічної та фінансової безпеки України. Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України. 2013. Вип.37. С. 244-255.

3. Іщенко В.В. Актуальні проблеми забезпечення фінансової безпеки України: аналіз загроз та ризиків податкової безпеки. Наукові праці НДФІ. 2012. Вип.1. С. 143-149.

**УДК 614.8**

### РАННЄ ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖІ НА ОСНОВІ КОНТРОЛЮ ДИНАМІКИ СТАНУ

*Мелещенко Р.Г., д.т.н., професор, НУЦЗ України*

У [1] пропонується метод, заснований на застосуванні короткочасного перетворення Фур'є до стаціонарних фрагментів нестационарної динаміки параметрів. Однак на початковому етапі пожежі у приміщенні виділити стаціонарні фрагменти динаміки параметрів стану газового середовища неможливо. При цьому газове середовище як складна динамічна система, що генерує нестационарні стани газового середовища під час пожежі, не розглядається і не вивчається. Експериментальне дослідження динаміки швидкості горіння матеріалів у закритих та вентильованих приміщеннях присвячена роботі [2]. Проте відсутні дані про характер динаміки стану небезпечних параметрів газового середовища при виникненні пожежі в приміщеннях. Дослідженню динаміки природних окремих параметрів газового середовища та застосування отриманих результатів для раннього виявлення пожежі в приміщеннях присвячена робота [3]. При цьому результати досліджень обмежуються традиційними статистичними оцінками збільшення параметрів стану газового середовища. Дослідження особливостей динаміки стану газового середовища як складної системи у багатовимірному фазовому просторі не розглядається. У роботах [1-3] наголошується, що загоряння матеріалів є не лише джерелом виникнення пожежі, а й джерелом порушення вихідного рівноважного стану газового середовища у приміщенні. Вказується, що у випадку стану газового середовища у разі виникнення пожежі в приміщенні характеризується складною нелінійною динамікою.

Розгляду загальних методів ідентифікації нелінійних динамічних систем присвячено роботи [4, 5]. Застосування методу короткочасного перетворення Фур'є для аналізу нестационарних параметрів процесів присвячено роботі [6]. При цьому методи [4–6] виявляються досить складними, що не дозволяє використовувати їх для раннього виявлення пожеж у приміщеннях. Проте нові засади раннього виявлення пожеж на основі методів нелінійної динаміки складних систем в роботах [4–6] не розглядаються. Хоча нові принципи раннього виявлення пожеж у приміщеннях, насамперед, повинні базуватися на результатах

системного аналізу динаміки станів газового середовища у приміщенні як складної системи з урахуванням відповідної розмірності її фазового простору. Однак наразі такий аналіз у відомій літературі відсутній. Наприклад, у роботі [7] розглядається можливий принцип аналізу особливостей динаміки параметрів газового середовища на етапі раннього виникнення пожежі у приміщеннях. Зазначається, що цей принцип виявляється складним у реалізації і має низьку оперативність.

Таким чином, через складну динаміку стану газового середовища при виникненні пожежі в приміщеннях можливе для раннього виявлення пожежі застосування різних принципів. При цьому відомі принципи мають ряд зазначених недоліків, і тому їх застосування для раннього виявлення пожеж у приміщеннях виявляється проблематичним. Більш перспективними для раннього виявлення пожежі у приміщеннях слід вважати принципи нелінійної динаміки [8]. Однак застосування цих принципів для раннього виявлення пожежі в приміщеннях, насамперед, вимагає системного аналізу стану газового середовища у разі виникнення пожежі в приміщенні. Тому важливою і невирішеною частиною розглянутої проблеми є розгляд нового принципу раннього виявлення пожежі у приміщеннях на основі контролю нелінійної динаміки стану газового середовища.

Метою роботи є розгляд нового принципу раннього виявлення пожежі в приміщеннях на основі контролю нелінійної динаміки стану газового середовища, що базується на системному аналізі процесу виникнення пожежі у приміщенні у вигляді системи взаємодії об'єкта виникнення пожежі, навколишнього газового середовища та відповідного об'єкта впливу пожежі.

Розглянемо довільне приміщення, яке є деякою пожежонебезпечною системою  $S=OuE$ . Ця система складається з об'єкта виникнення пожежі  $O$  (осередку пожежі), що є потенційним джерелом виникнення пожежі в приміщенні та довкілля  $E=CuR$  приміщення, де  $C$  – газове середовище приміщення. При цьому  $R$  - об'єкт, який зазнає впливу пожежі в приміщенні (люди, що у приміщенні, обслуговуючий персонал, технологічне устаткування, агрегати, конструкція приміщення). У системі об'єкт  $O$  надає через газове середовище приміщення з впливом на об'єкт  $R$ . Нехай об'єкт виникнення пожежі  $O$  характеризується станами  $y \in O$ . Такими станами можуть бути, наприклад, загоряння різних матеріалів або вибухи обладнання та агрегатів у технологічних приміщеннях. Це означає, що стани  $[0, T]$  описуватимуться деякою випадковою функцією  $y=y(t)$ . Газове середовище  $C$  приміщення здійснює трансформацію небезпечних станів  $y$  від джерела до об'єкта дії. У цьому випадку стан газового середовища в кожній точці простору приміщення характеризується відповідним станом  $z \in C$ . При цьому параметрами стану газового середовища можуть бути, наприклад, небезпечні для людей або обслуговуючого персоналу фактори газового середовища. Насамперед, це температура газового середовища, концентрація чадного газу та щільність диму. У різні моменти часу стан  $C$  характеризується випадковою функцією  $z = z(t)$ . Нарешті, стан об'єкта  $R$ , який піддається впливу об'єкта  $O$ , може бути охарактеризовано деяким скалярним параметром  $l \in R$ , який у загальному випадку становить величину втрат (збитків) об'єкту  $R$  впливом об'єкта  $O$ . При цьому параметр  $l$  визначатиметься станом деякої системи, що визначається  $CuO=SG$  і являти собою функціонал  $l=l(y(t), z(t))$ . Однак у системі  $EuO=S$ , що розглядається стан газового середовища  $z=z(t)$  у приміщенні визначається станом  $y=y(t)$  об'єкта виникнення пожежі  $O$ . Тому параметр  $l$  визначатиметься поточним станом газового середовища у приміщенні. Наприклад, якщо збиток, що завдається об'єкту  $R$ , залежить від стану  $z=z(x, t)$  небезпечних факторів газового середовища в деякій точці простору  $x$  приміщення об'єкта, то параметр  $l$  може бути представлений у вигляді відповідної одновимірної інтегральної функції, що визначає, наприклад, інгаляційну дозу небезпечних факторів газового середовища для людини чи обслуговуючого персоналу.

Таким чином, раннє виявлення пожежі у приміщеннях можна здійснити на основі поточного контролю стану  $z=z(t)$  газового середовища у приміщеннях з урахуванням втрат та збитків, що завдаються об'єкту  $R$  впливом об'єкта  $O$  виникнення пожежі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Singh P. Time-frequency analysis via the fourier representation. HAL. 2016.
2. Pretrel H., Querre P., Forestier M. Experimental Study Of Burning Rate Behaviour In Confined And Ventilated Fire Compartments. Fire Safety Science. 2005. Vol.8. P.1217–1228.
3. Pospelov B., Andronov V., Rybka E., Popov V., Romin A. Experimental study of the fluctuations of gas medium parameters as early signs of fire. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol.1, Issue 10(91). P. 50–55.
4. Stankovic L., Dakovic M., Thayaparan T. Time-frequency signal analysis. Kindle edition, Amazon. 2014. 655 p.
5. Avargel Y., Cohen I. Modeling and Identification of Nonlinear Systems in the Short-Time Fourier Transform Domain. IEEE Transactions on Signal Processing. 2010. Vol.58, Issue 1. P. 291–304.
6. Giv H.H. Directional short-time Fourier transform. Journal of Mathematical Analysis and Applications. 2013. Vol.399, Issue 1. P. 100–107.
7. Pospelov B., Andronov V., Rybka E., Popov V., Semkiv O. Development of the method of frequencytemporal representation of fluctuations of gaseous medium parameters at fire. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol.2, Issue 10(92). P. 44–49.
8. Mandelbrot B. Fraktalnaya geometriya prirody. Institut kompyuternyih issledovaniy. 2002. V.656. P. 12.

**УДК 355.58.001, 351.862.001**

### **АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ПИТАННЯ ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ**

*Михайлова А.В., к.т.н.,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Аналіз статистичних даних [1], свідчить, що не зважаючи на превентивні заходи Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), з недопущення виникнення надзвичайних ситуацій різного характеру (далі – НС) та мінімізації наслідків від них, суттєвого покращення стану безпеки населення не відбулось, а матеріальні збитки склали 33585,4 млн. грн.

Це спонукає до впровадження комплексу заходів на основі проведення наукових досліджень. З метою набуття навичок стосовно кращих практик запобігання виникнення НС та ліквідації їх наслідків, досягнення безпекового середовища та сумісності з європейськими безпековими інститутами в Україні здійснюється перехід до процедури планування на основі спроможностей, що застосовується в Європейському союзі [2-4].

Актуальність питання оцінювання спроможностей сектору безпеки і оборони підтверджується й низкою проведених досліджень в різних державах. Так, у [6] висвітлено питання формування політики безпеки, в [7] здійснено акцент на важливості впровадження європейської норми парламентського контролю на всю державницьку діяльність, особливо щодо бюджетних асигнувань в секторі безпеки, котрі базуються на таких обов'язкових принципах, як підзвітність, нагляд та прозорість. У [8] визначено терміни проведення оборонного планування й наведено відповідні їм процедурні особливості, а в [9] йдеться про важливість професійного кризового управління у питаннях забезпечення національної безпеки. Питання фінансової складової у сфері безпеки і оборони досліджено у [10-12]. У цих роботах, зокрема, наголошується, що державні органи влади, в межах компетенції яких є прийняття відповідних концепцій щодо обсягів та пріоритетів фінансування, повинні нести відповідальність за їх впровадження й подальше виконання; підкреслено важливість



належного стабільного фінансування упродовж тривалого терміну та налагодженої системи управління ресурсами, оскільки без цього ефективно виконання запланованих концепцією заходів неможливе. У [13, 14] зосереджено увагу на питаннях кадрового менеджменту сектору безпеки та оборони, зокрема, визначено, що чисельність та структура персоналу залежать від таких факторів: стан міжнародної безпеки, здатність сектору безпеки і оборони адекватно реагувати на загрози, рівень сил та засобів, а також фінансові можливості. Питання необхідності забезпечення відповідними засобами й визначення їх кількості досліджено у [15], де наведено приклади процесів, пов'язаних з прийняттям рішень на етапі до початку проведення заходів із закупівлі, а також розглянуто стратегії й етапи закупівельної діяльності.

В Україні активно розвивається нормативно-правова база щодо визначення й затвердження понятійного апарату, а також розроблення організаційних та процедурних заходів з організації забезпечення планування сектору безпеки і оборони [2-5, 25, 26]. Так, у [16] викладено підходи щодо вирішення існуючих проблем розвитку сил безпеки і оборони та їх спроможностей, як складової сектору безпеки і оборони України. В [17] розглядаються варіанти сьогочасних підходів щодо впровадження оперативних стандартів, які легалізовані в арміях держав-учасниць НАТО, з метою їх можливої імплементації під час проведення оборонної реформи в Україні. У [18] здійснюється аналіз концепції планування на основі розвитку спроможностей сил оборони, при цьому розглядаються основні проблеми її впровадження. У [19] пропонується методичний підхід до формалізації стратегічного планування розвитку спроможностей Збройних Сил та інших складових сил оборони. У [20] проаналізовано процес оборонного планування у країнах, що входять до складу НАТО, на основі спроможностей, розглядаючи при цьому можливість застосування такого підходу у сфері забезпечення безпеки державного кордону України. В [21] наведено результати проведеного аналізу правової складової сучасного стану інституту оборонного планування в Україні на основі спроможностей, а також розглянуто перспективи його розвитку. У [22] пропонуються заходи для впровадження системного підходу оборонного управління у складових силах оборони України з метою вдосконалення оборонної реформи шляхом наближення до стандартів НАТО. В [23, 24] вивчено питання оцінювання спроможностей цивільного захисту, підготовки рекомендацій щодо їх впровадження, наведено пропозиції щодо визначення поняття «спроможності» у сфері цивільного захисту та пов'язаних з ним термінів.

Наведене вище підтверджує не лише науковий інтерес, а й нагальну необхідність проведення досліджень щодо оцінювання спроможностей сектору безпеки і оборони. На сьогоднішній день в Інституті державного управління та наукових досліджень проводяться дослідження, за результатами яких планується розроблення відповідного нормативного документу у сфері оцінювання спроможностей цивільного захисту та їх носіїв. Це дозволить удосконалити процедуру проведення огляду цивільного захисту в межах компетенції ДСНС.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Інформаційно-аналітична довідка про надзвичайні ситуації в Україні, що сталися упродовж 2021 року. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/133841.html>.
2. Про національну безпеку України: Закон України від 21.06.2018 № 2469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19>.
3. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 16.05.2019 р. «Про організацію планування в секторі безпеки і оборони України»: Указ Президента України від 16.05.2019 № 225/2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/225/2019>.
4. Про затвердження Порядку проведення огляду громадської безпеки та цивільного захисту Міністерством внутрішніх справ: Постанова Кабінету Міністрів України від 22.05.2019 № 507. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/507-2019-%D0%BF#Text>.

5. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 24 березня 2020 року «Про звіт щодо результатів проведення оборонного огляду Міністерством оборони України»: Указ Президента України від 24.03.2020 № 106/2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/106/2020>.

6. Ван Йикелен В.Ф. Отношение между гражданской и военной властями и формирование политики безопасности. Сборник материалов Плана партнерских действий по созданию институтов обороны и безопасности (PAP-DIB) «Построение обороны и безопасности». 2007. С. 94-116.

7. Ван Йикелен В.Ф. Законодательный надзор над сектором безопасности. Сборник материалов Плана партнерских действий по созданию институтов обороны и безопасности (PAP-DIB) «Построение обороны и безопасности». 2007. С. 117-136.

8. Тагарев Т. Оборонное планирование – ключевые процессы оборонного менеджмента. Оборонный менеджмент: ознакомление. Серия «Менеджмент безопасности и обороны». 2011. № 1. С. 41-68.

9. Трапанс Я.А. Угрозы и безопасность. Сборник материалов Плана партнерских действий по созданию институтов обороны и безопасности (PAP-DIB) «Построение обороны и безопасности». 2007. С. 137–153.

10. Фрорат Г. Менеджмент финансов. Оборонный менеджмент: ознакомление. Серия «Менеджмент безопасности и обороны». 2011. № 1. С. 87–118.

11. Трапанс Я.А. Демократия, безопасность и оборонное планирование. Сборник материалов Плана партнерских действий по созданию институтов обороны и безопасности (PAP-DIB) «Построение обороны и безопасности». 2007. С. 154–171.

12. Букур-Марку Х. Финансовое планирование и распределение ресурсов в сфере обороны. Сборник материалов Плана партнерских действий по созданию институтов обороны и безопасности (PAP-DIB) «Построение обороны и безопасности». 2007. С. 209–224.

13. Треденик Дж. Менеджмент людских ресурсов. Оборонный менеджмент: ознакомление. Серия «Менеджмент безопасности и обороны». 2011. № 1. С. 119–152.

14. Молнар Ф. Принципы и практика кадровой политики на примере Сил обороны Венгрии. Сборник материалов Плана партнерских действий по созданию институтов обороны и безопасности (PAP-DIB) «Построение обороны и безопасности». 2007. С. 193–208.

15. Лоуренс Э. Менеджмент в сфере закупочной деятельности. Оборонный менеджмент: ознакомление. Серия «Менеджмент безопасности и обороны». 2011. № 1. С. 153–190.

16. Саганюк Ф.В., Фролов В.С., Устименко О.В., Лобко М.М. та ін. Сектор безпеки і оборони України: теорія, стратегія, практика: Монографія. К.: Академпрес, 2017. 180 с.

17. Фролов В.С., Саганюк Ф.В. Системний підхід до реалізації оборонної реформи в Україні. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. 2018. 1(62). С. 13–18. URL: <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2018-1-62/13-18>.

18. Іващенко А.М., Павліковський А.К., Сівоха І.М. Концепція оборонного планування на основі розвитку спроможностей: проблеми впровадження. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. 2017. 1 (59). С. 53–58. URL: <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2017-1-59/53-58>.

19. Сурков О.О. Методичний підхід до формалізації стратегічного планування розвитку спроможностей Збройних Сил та інших складових сил оборони. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. 2018. № 1. С. 34–40. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpcvsd\\_2018\\_1\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpcvsd_2018_1_7).

20. Морохов О.О. Досвід НАТО щодо оборонного планування на основі спроможностей: можливості його застосування у сфері забезпечення безпеки державного кордону України. Державне управління у сфері державної безпеки та охорони громадського порядку. 2019. № 13. С. 127–130. URL: <https://doi.org/10.32843/2663-5240-2019-13-24>.

21. Малишев О.В. та ін. Оборонне планування на основі спроможностей в Україні: поточний стан і перспективи. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. 2020. 3 (70). С. 54–61. URL: <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2020-3-70/54-61>.

22. Павліковський А. та ін. Оборонна реформа: системний підхід до оборонного менеджменту: Монографія. За заг. ред. д.військ.н. А. Сиротенка. Київ: НУОУ. 2020. 274 с.

23. Калиненко Л. та ін. Спроможності у сфері цивільного захисту. Науковий вісник: цивільний захист та пожежна безпека. 2020. 1(9). С. 4–13. URL: <https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.1.4-13>.

24. Коробкін В., Слюсар А. Спроможності у сфері цивільного захисту: пошук категоріально-поняттєвого апарату. Науковий вісник: цивільний захист та пожежна безпека. 2020. 2 (10). С. 61–68. URL: <https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.2.61-68>.

25. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14.09.2020 «Про Стратегію національної безпеки України»: Указ Президента України від 14.09.2020 № 392/2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020> (дата звернення: 10.09.2021).

26. Проект Стратегії громадської безпеки та цивільного захисту України. URL: <https://mvs.gov.ua/uk/ministry/proekti-normativnix-aktiv/strategiya-gromadskoyi-bezpeki-ta-civilnogo-zaxistu-ukrayini-zatverdzeno-vid-29062021> (дата звернення: 09.09.2021).

## УДК 614.8

### ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ СОЦІАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ

*Надьон О.В., к.ю.н., НУЦЗ України*

Створюючи умови для свого існування та розвитку, задовольняючи свою потребу, людина постійно впливає на навколишній світ і цим викликає його реакцію у відповідь – протидію. У ході або в наслідок цієї протидії вона, у свою чергу, піддається впливу різних факторів, у тому числі і соціальних. При цьому без серйозних наслідків для себе людина переносить цідіїлише доки вони не перевищують межі або рівня прийнятної ризику. Далі відбувається порушення здоров'я чи функціонування соціуму, тобто, виникає небезпечна ситуація, яка в принципі ще оборотна і при своєчасному вжитті заходів може зменшитись до прийнятної рівня або взагалі зникнути. Однак, коли процес небезпеки наростає і починає виходити з-під контролю, виникає екстремальна ситуація, під якою розуміється небезпечна ситуація, що становить реальну загрозу життю людини або соціуму в цілому. Причини соціальних небезпек криються у соціально-економічних процесах, які у суспільстві.

"Наслідками глибокої соціальної кризи – є різке скорочення народжуваності та середньої тривалості життя в країні, деформація демографічного та соціального складу суспільства, морального та творчого потенціалу населення взагалі".

*Надзвичайні ситуації соціального характеру* – це обстановка на певній території, що склалася внаслідок виникнення небезпечних протиріч та конфліктів у сфері соціальних відносин, які можуть спричинити або спричинили за собою людські жертви, шкоду здоров'ю людей або навколишньому середовищу, значні матеріальні втрати та порушення умов життя людей. В основі виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій соціального характеру лежить порушення рівноваги суспільних відносин (економічних, політичних, міжетнічних, конфесійних), що викликає серйозні протиріччя, конфлікти та війни. Їх каталізаторами

можуть бути різні обставини, що викликають соціальну напруженість - безробіття, корупція, кримінал, масові заворушення, акти тероризму, урядові кризи, інфляція, продовольчі проблеми, соціально-побутова невлаштованість, побутовий націоналізм, місництво та ін. важким екстремальним станам (таким як депресія, суїциди та ін.), до спроб сублімувати негативну енергію, що накопичилася, активною участю в соціально-політичних і військових конфліктах.

Надзвичайні ситуації соціального характеру класифікуються за такими ознаками:

*З причин виникнення* – ненавмисні, викликані випадковими обставинами. Не залежать від дій конкретних людей чи громадських сил (найчастіше пов'язані зі стихійними лихами, неврожаннями, епідеміями та ін.), і навмисні, спровоковані діями людей та громадськими угрупованнями (міжнаціональні та політичні конфлікти, війни та ін.).

*За тривалістю дії* – короткочасні (терористичний акт, замах, бандитський наліт тощо) та довготривалі (інфляція, безробіття, міжетнічний конфлікт, війна тощо).

*За швидкістю поширення* – вибухові, стрімкі, швидко розповсюджуються (політичні та військові конфлікти) і помірні, плавно поширені (передумови соціальної революції чи війни).

*За масштабами поширення* – локальні, муніципальні, регіональні, федеральні та транскордонні.

Видами надзвичайних ситуацій соціального характеру є:

війни, локальні та регіональні конфлікти, терористичні акти, голод, кримінал (бандитизм, шахрайство тощо), вживання речовин, що порушують психічну рівновагу людини (алкоголь, нікотин, наркотики), суїциди (самогубства), великі страйки, масові заворушення, погроми.

Внаслідок цього може виникнути соціальна катастрофа – стрибкоподібне змінювання суспільства, що виникають у вигляді раптової відповіді соціальної системи на плавне змінювання зовнішніх умов із трагічними наслідками (наприклад, революції, збройні конфлікти тощо).

Пропоную таку класифікацію етапів розвитку соціальної катастрофи: дестабілізація існуючого раніше способу життя в окремому регіоні або в країні в цілому; етап появи «осередків» соціальних виступів; етап посилення дестабілізації, збільшення кількості «учасників», подібно до «резонансу»; революції, громадянські та міждержавні війни. Вони спустошують окремі території та цілі країни; наслідки.

У цих випадках неминуче катастрофічно швидко деградує соціальна сфера, від якої залежить тривалість життя кожної людини і населення країни в цілому. Люди хворіють і помирають від хвороб, яких у нормальних умовах, за здорового способу життя, стабільної медицини і жорстко контрольованих санітарних норм, можна уникнути.

Під впливом соціальних катаклізмів набирає сили кримінал. Пересічна людина опиняється перед прямою загрозою насильства з боку або злочинців, або мас, що протестують, або діючих дедалі жорсткіше силових структур. Лише сильна державна влада спроможна не лише на вирішення надзвичайних ситуацій такого типу, але й на повне запобігання таких ситуацій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Козяр М.М. Екстремально-професійна підготовка до діяльності у надзвичайних ситуаціях: Монографія. Ін-т педагогіки і психології проф. освіти АПН України, Львів. Ін-т пожеж. безпеки МНС України. Л.: СПОЛОМ, 2004. 376 с.
2. Гончарук В.Є., Качан С.І., Орел С.М., Пуцило В.І. Оцінка обстановки у надзвичайних ситуаціях: Навч. посіб. Л.: Нац. ун-т «Львів. політехніка». 2004. 184 с.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПОЖЕЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ PYROSIM

*Олейник О.С., здобувач вищої освіти, НУЦЗУкраїни,  
Отрош Ю.А., д.т.н., професор, НУЦЗУкраїни,  
Ромін А.В., д.н. з держ. упр., професор, НУЦЗУкраїни*

Проведений аналіз пожеж свідчить про те, що населення найчастіше гине на пожежі не від вогню, а від небезпечних факторів пожежі[1]. Особливу увагу необхідно звертати на поширення продуктів горіння, температури та величину зони видимості. Перевищення допустимого рівня концентрації токсичних продуктів згорання становить одну з основних загроз для життя людини, особливо при пожежах в будівлях.

Перевищення допустимого рівня концентрації токсичних продуктів згорання становить одну з основних загроз для життя людини, особливо при пожежах в будівлях. В сучасних виробничих, побутових та адміністративних приміщеннях знаходиться велика кількість синтетичних матеріалів, що є основними джерелами токсичних продуктів згорання.

У задимлених приміщеннях внаслідок погіршення видимості сповільнюється евакуація людей, а інколи її проведення стає зовсім неможливим.

Проаналізувавши міжнародну електронну базу наукових робіт та статей Reseachgate виявлено, що напрям моделювання поширення небезпечних факторів пожежі є не досить дослідженим.

Проведено комп'ютерне моделювання щодо необхідного часу евакуації цілісного майнового комплексу об'єктів виробничого та побутового призначення з адміністративними приміщеннями по вул. Глибочицькій, 44 міста Києва. Ці розрахунки проведені відповідно рекомендацій та інструкцій з використання програмного комплексу PyroSim [2-5].

Було прораховано два найбільш вірогідні сценарії пожежі, такі ж як і в звичайному розрахунку за ДСТУ 8828:2019. Місця розташування осередків полум'я та вид пожежного навантаження було виставлено і налаштовано згідно вимог сценаріїв розвитку пожежі (рис. 1, 2).

Отримані наступні результати. Для Сценарію 1 необхідний час евакуації склав 105 с. Для Сценарію 2 приблизний результат становив 122 с.

Основними висновками даної роботи є:

Використання програмного комплексу PYROSIM дозволяє моделювати поширення небезпечних факторів пожежі у різних будівлях та приміщеннях;

Є можливість налаштовувати конкретний розрахунок з усіма можливими факторами: моделювання вентиляції, поширення диму та температури; здатність завдання та коригування інтенсивності горіння, швидкість поширення та затухання полум'я; наявність функції, котра регулює роботу вентиляції.

Моделювання у програмному комплексі є більш точним через врахування більшої кількості факторів, що впливають на кінцевий результат визначення необхідного часу евакуації.

Сценарії:

- сценарій 1 – пожежа виникає в гарячому цеху,
- сценарій 2 – пожежа виникає в адміністративному приміщенні.

Таким чином, за результатом даної роботи можна зробити висновок, що використання програмного забезпечення PYROSIM дає більш точні результати ніж розрахунок, наведений у ДСТУ 8828:2019, за рахунок врахування більшої кількості чинників, а також дозволяє уникнути можливих помилок та зменшити похибки розрахунків.

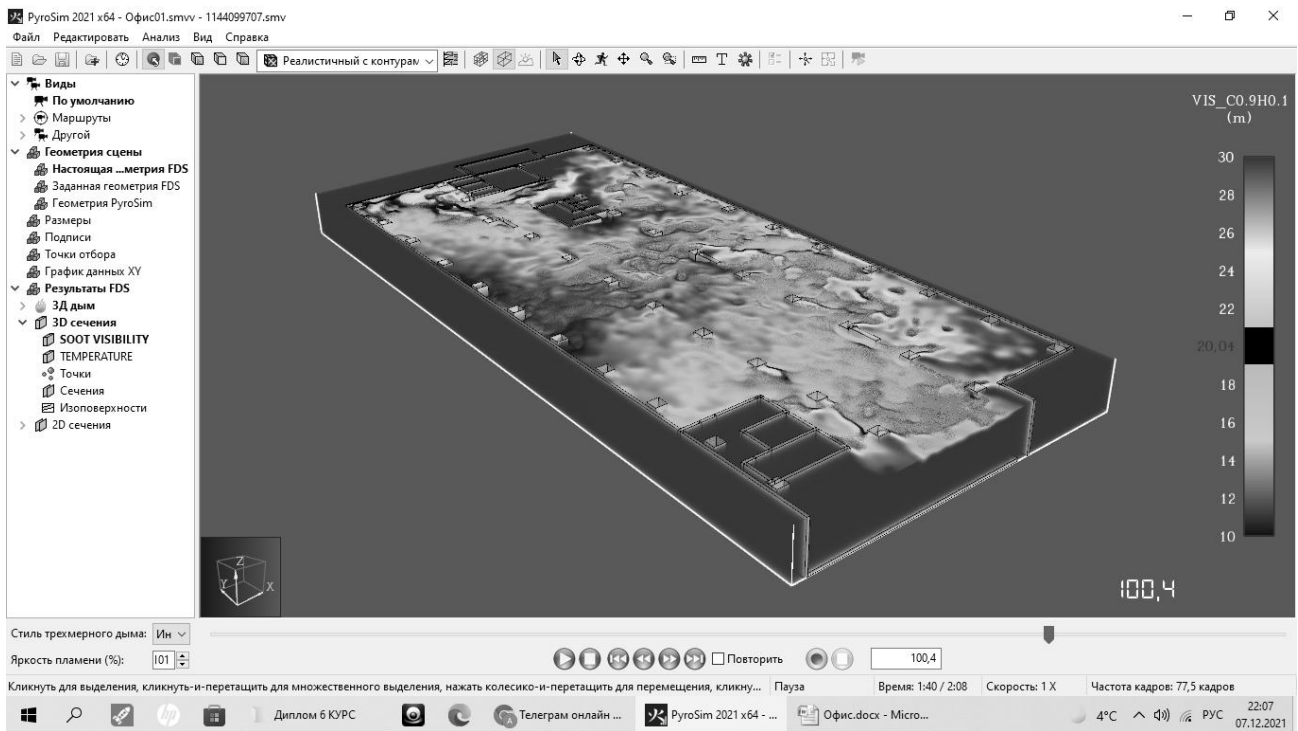


Рисунок 1. – Зниження видимості на 100 с

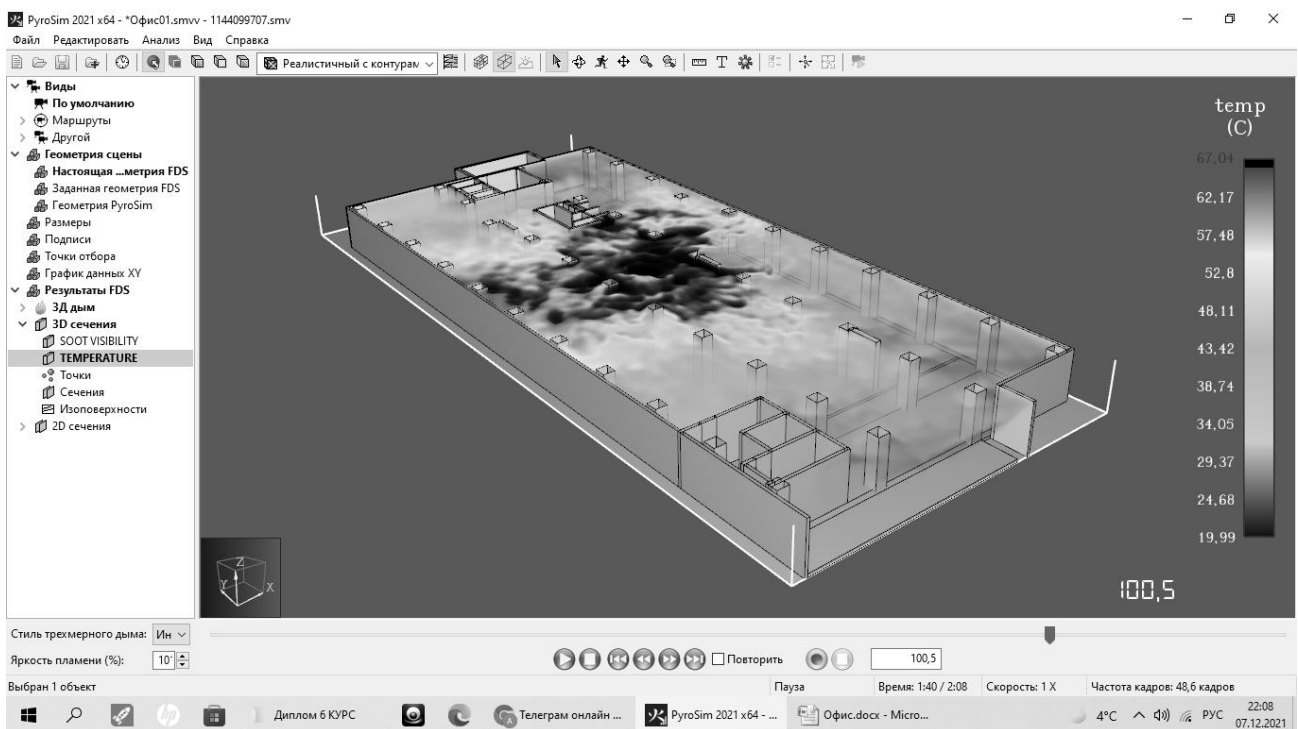


Рисунок 2. – Розповсюдження критичної температури у 70 оС на момент закінчення розрахунку – 100 с

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2020 року [https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2020/Nauka/STATYSTYKA/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji\\_12.2020.pdf](https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2020/Nauka/STATYSTYKA/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji_12.2020.pdf).

2. ДСТУ 8828-2019 Пожежна безпека. Загальні положення.
3. <https://www.thunderheadeng.com/pyrosim/>
4. <https://support.thunderheadeng.com/tutorials/pyrosim/fundamentals/>
5. <https://support.thunderheadeng.com/docs/pyrosim/2020-1/user-manual/>

УДК 656.052.1

## ПОБУДОВА МАРШРУТІВ РУХУ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ВІТРУ

*Орлов С.В., к.т.н., с.н.с., Місайлов В.Л., д.т.н., с.н.с., Смик С.І., к.т.н.,  
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Одним з основних завдань повітряної розвідки є пошук об'єктів небезпеки в заданій області території. Найбільш широко використовуваними методами пошуку є баражування в заданому районі (рис.1) та обліт заданої площі (рис.2).

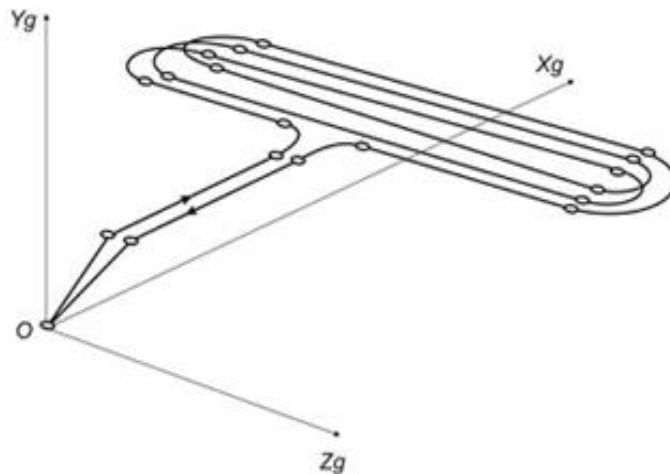


Рисунок 1 – Баражування в заданому районі

При цьому для застосування БПЛА як розвідника необхідно вирішити ряд задач, що пов'язані з плануванням раціональних траєкторій руху і які повинні відповідати наступними вимогам:

- недопущення прольоту БПЛА однієї ділянки місцевості двічі;
- урахування наявності заборонених ділянок прольоту;
- урахування наявності ділянок з великим вітровим навантаженням, яке може викликати неможливість стабільного польоту БПЛА;
- проведення розвідки в першу чергу над районами з найбільш ймовірним знаходження об'єктів, що розшукуються;
- прольот найбільш складних та небезпечних ділянок місцевості наприкінці місії (алгоритму дії), а не в її початку;
- мінімізація витрати палива при урахуванні зовнішніх несприятливих факторів впливу на БПЛА (вітру та інших погодних умов, у тому числі зміну цього впливу на різних висотах) для досягнення цілі запланованої місії;
- недопущення перетину так званої "точки неповернення", після перетину якої повернення БПЛА до місця старту неможливе у зв'язку з недостатньою кількістю палива.

Під час врахування впливу погоди на етапі планування місії необхідно також мати на увазі, що прогноз метеорологічних елементів здійснюється із деякою похибкою. Для

стандартних метеорологічних передбачень припустиме відхилення прогнозованої середньої швидкості вітру від реальної складає  $\pm 2,5$  м/с, а для напрямку вітру  $\pm 20^\circ$  [1, 2].

Крім того, при формуванні маршруту польоту за участю декількох БПЛА, дуже важливо враховувати просторовий розподіл напрямку швидкості вітру. В разі не урахування впливу вітру, політ декількох БПЛА для сумісних дій в визначеному районі не може бути реалізований з причини розбіжностей часу прибуття до вихідного пункту маршруту, і це призведе дозриву місії. В цьому випадку необхідно корегувати не лише маршрут руху, а й швидкість руху кожного БПЛА таким чином, щоб усі визначені БПЛА прибули до визначеного пункту одночасно, або у встановленому заздалегідь інтервалі часу.

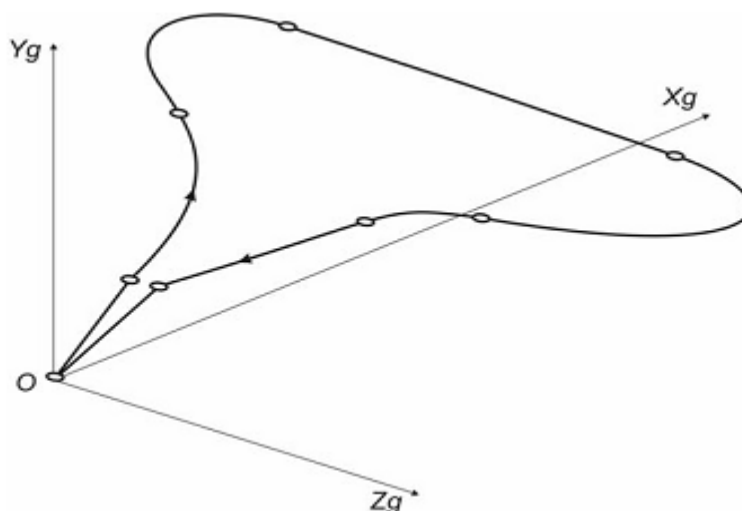


Рисунок 2 – Обліт заданого рубежу

Існуючі підходи до формування траєкторій руху БПЛА, як правило, не враховують вказані вимоги, що ускладнює дію оператора, і він, як правило, планує маршрут місії, виходячи із власного досвіду. Автоматизація цього процесу з застосуванням сучасних обчислюваних засобів дозволить підвищити обґрунтованість рішень, що приймаються при формуванні розвідувальної місії для БПЛА [3].

Завдані обмеження та початкові умови дозволяють звести дану задачу до задачі комівояжера, що дає змогу використовувати оптимізаційні методи теорії дослідження операцій [4].

В доповіді пропонується тривимірна модель побудови маршруту руху БПЛА, де створюється найбільш оптимальний маршрут руху, що проходить між декількома точками за умовою проходження їх хоч б по одному разу та повернення у відправну точку. Під оптимальним маршрутом розуміється маршрут, що найбільш задовольняє визначеному обмеженню в умовах місії, що планується, як приклад, найбільш короткий за протяжністю. Також вибір маршруту може здійснюватися виходячи із умов мінімізації довжини шляху, часу польоту, витраті палива, тощо.

За результатами розрахунків можливо проведення корегування маршруту руху БПЛА, оптимізація бортового запасу палива та, як наслідок, збільшення корисного навантаження або часу баражування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Meteorological Service for International Air Navigation. Annex 3 to the Convention on International Civil Aviation [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.icao.int/airnavigation/IMP/Documents/Annex%203%20-%202075.pdf>



2. Technical Regulations Basic Documents. No.2. Volume II. Meteorological Service for International Air Navigation [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10733](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10733)

3. Тимошенко А.В., Балдычев М.Т., Маренков И.А., Пивкин И.Г. Способ построения “субоптимальных” маршрутов мониторинга разнотипных источников беспилотным летательным аппаратом. Труды МАИ. 2020. №.111. DOI: 10.34759/trd-2020-111-10

4. Чинь Ван Минь. Планирование маршрута полета легкого беспилотного летательного аппарата с учетом действия ветра: дис.. канд. техн. наук: 05.13.01. М.: МАИ, 2017. URL: <https://studizba.com/files/show/pdf/25352-1-dissertaciya.html>

**УДК 614.8**

## **ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ІЗ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ТА БУДИНКІВ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВОСТІ**

*Самойленко Д.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України  
Данілін О.М., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

На території України розміщено подан 5 тисяч висотних будівель та будинків підвищеної поверховості. На сьогоднішній день протипожежний захист як будівель підвищеної поверховості - від 26.5 до 47 м (тобто від 10 до 16 поверхів), так і висотних - вище 47м (понад 16 поверхів) знаходиться в критичному стані [1]. Для протипожежного захисту та безпечної експлуатації з висотних житлових та громадських будівель, торгових та виставкових центрів розроблено лише рекомендації [2] через відсутність норм проектування. Серед таких рекомендацій відзначається таке. Під час розрахунку будівель на впливи, які виникають в результаті надзвичайних ситуацій, необхідно керуватися ГОСТ 27751-88. Проектування висотних житлових та громадських будівель з умовною висотою вище 73,5 м [2] необхідно здійснювати за індивідуальними технічними умовами, що виконуються лише організаціями, що мають дозвіл Держбуду України згідно з концепціями, розробленими Укр. НДІ ПБ ДСНС України. Таким чином, проблема безпеки життєдіяльності людей у висотних будинках на сьогоднішній день не вирішена. При пожежах люди залишаються відрізаними від шляхів евакуації, джерел електроенергії, ліфтів, навіть пожежна техніка обладнана неефективно з точки зору проведення рятувальних робіт на поверхах, вище 14-16 –ого. Висотними будівлями в Україні з часів СРСР вважають будівлі висотою понад 75 м або більше 25 поверхів. В інших країнах висотною будівлею вважається будівля висотою від 35 до 100 м. Будинки вище 100 м, а в США і Європі - вище 150 м вважаються хмарочосами, вище 300 м - суперхмарочоси. Хмарочоси виникли з однієї простої причини - це дорожня земля.

У період експлуатації будівель переважним чинником має залишатися безпека людей. Для цього мають будуватися науково обґрунтовані плани евакуації людей за шляхами евакуації, що включають сходи, ліфти, коридори на поверхах, а у разі, коли перераховані шляхи перекриті – засоби аварійної евакуації у межах протипожежних відсіків.

Відповідно до вимог "евакуаційні шляхи не повинні включати ліфти". Проте, вже у нормуванні [3] було зроблено перший крок використання ліф-тов при надзвичайних ситуаціях. Питання необхідності використання ліфтів при евакуації людей вперше було поставлено 1969 р. [3] виходячи з досліджень процесу руху людських потоків з висотних будинків [4]. На той час ще не існувало ліфтів для пожежників. Тому при виникненні надзвичайної ситуації у висотній будівлі актуальною є задача розподілу потоків людей з урахуванням сходів, ліфтів та засобів аварійної евакуації, а також перерозподілу потоків у реальному часі після відключення ліфтів або перекриття сходових клітин (або отримання набору сценаріїв для кожного відрізка часу).



Україна, м.Київ, Кловський узвіз, 7а (висота будівлі 168 метрів, що включає 47 поверхів)

Роботи з переобладнання та перепланування житлового будинку і жилого приміщення, виконання яких не передбачає втручання в огорожувальні та несучі конструкції та/або інженерні системи загального користування, обладнання (переобладнання) будівель і споруд приладами для ведення відокремленого обліку енергоносіїв, гарячої і холодної води, заміна існуючих заповнень віконних, балконних та дверних блоків, розміщення тимчасових споруд для провадження підприємницької діяльності можуть здійснюватися без отримання документів. Житлові будинки підвищеної поверховості та висотні житлові будинки повинні будуватися та експлуатуватися відповідно до державних будівельних норм України в галузі пожежної безпеки.

В зв'язку з тим що в житлових будинках підвищеної поверховості та висотних будинках під час пожежі значно збільшується час евакуації мешканців будинку та ускладнено гасіння пожежі, особливо на верхній поверххах. Тому, до будинків з умовною висотою більш ніж 26,5 метрів, а це будинки понад 12 поверхів, посилені вимоги щодо протипожежної безпеки ніж до малоповерхових будівель. В даних будинках передбачено монтаж систем внутрішнього та зовнішнього протипожежного водопостачання та автоматичних систем протипожежного захисту до яких віднесено: автоматичну пожежну сигналізацію та систему оповіщення про пожежу і систему видалення диму та підпору повітря. Техніку протипожежного призначення прибувши по виклику до житлового будинку встановлюють (підключають) до мереж зовнішнього протипожежного водопостачання. В містах це пожежні гідранти розташовані на підземних комунікаціях водоводу. Пожежний гідрант – стаціонарний пристрій, призначений для забезпечення відбору води з водопровідної мережі для гасіння пожеж. Місце знаходження пожежних гідрантів відображають відповідними знаками на фасадах житлових будинків. Слід уважно слідкувати щоб під'їзди до місць розташування пожежних гідрантів не перекривалися та люки не засмічувалися. З метою економії енергоносіїв та збереження тепла в будинках набуває популярності утеплення фасадів штучними матеріалами [5]. Але під час виконання робіт з утеплення фасаду слід пам'ятати та виконувати вимоги державних будівельних норм, а саме:

Відповідно до [6] та [7] в внутрішніх та зовнішніх шарах конструкції фасадної теплоізоляції використовують лише негорючі матеріали. Для швидкої та небезпечної евакуації мешканців житлові будинки з умовною висотою більше 26,5 м. при загальній площі квартир на поверсі менше 500 м<sup>2</sup> можуть мати вихід з квартир в одну незадимлювану сходову клітку типу Н1 (п. 7.3.19) [6], (п. 4.13) [3]. Сходові клітки типу Н1 – це сходи які мають вхід з кожного надземного поверху через зовнішню повітряну зону. Суворо забороняється влаштування ґрат, засклення або зменшення отворів в зовнішніх повітряних зонах (переходах) (п.4.15) [3]. При цьому категорично забороняється захаращувати сходи сміттям, меблями, інвентарем та оздоблювати горючими матеріалами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Протипожежний захист будинків підвищеної поверховості. Пожежна безпека. Науково-технічний журнал. 2011. №3(138). С. 24 – 27.
2. ДБН В.2.2-41:2019 Висотні будівлі. Основні положення.
3. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення.
4. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд.
5. Наказ МВС України від 30 грудня 2014 року за №1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні».
6. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Захист від пожежі.
7. ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації».

УДК 614.88

### ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ТРЕНУВАЛЬНИХ ПОЛІГОНІВ ТА СМУГ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПРАКТИЧНОГО НАВЧАННЯ

*Собина В.О., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Смуга психологічної підготовки рятувальників являє собою тренувальний комплекс, де відпрацьовуються дії по вирішенню типових задач можливих при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та небезпечних подій, шляхом проведення тренувань в екстремальних умовах, з застосуванням комбінованого впливу небезпечних факторів аварії чи пожежі, а також створення ситуацій з рятування постраждалих, прийняття рішень в умовах дефіциту часу, тощо.

*США:* смуга психологічної підготовки рятувальників у явному вигляді не використовується, але в них є смуги перешкод, які класифікують на: військові – направлені на тренування спеціальних професійних якостей, в яких увага приділяється послідовному виконанню вправ на військовому полігоні. Загальні смуги перешкод передбачають тренування психофізіологічних якостей під час виконання вправ з різних видів професійної діяльності. А також є специфічна психологічна підготовка рятувальників, вона спирається на виконанні сертифікованих основних операцій в умовах, які максимально наближені до умов надзвичайних ситуацій.

*Великобританія:* смуги перешкод не використовуються. Практичне відпрацювання проходить на: полігонах, які містять окремі навчальні місця для первинної підготовки та тренування; стаціонарних комплексних тренажерах; мобільних модулях та на мікротренажерах.

*Німеччина:* смуги перешкод у явному вигляді не використовуються. Окремі навчальні місця на полігонах використовуються як для первинної підготовки окремих рятувальників та бойових розрахунків, так і вдосконалення психологічних якостей в умовах, що є наближеними до реальних умов ліквідації надзвичайних ситуацій. Місце проведення занять передбачають різноманітні варіанти залучення штатного озброєння пожежно-рятувальних підрозділів.

*Японія:* смуги перешкод відповідають загальним смугам перешкод у США. Використовуються смуги перешкод для професійно-орієнтованих змагань окремими учасниками або командами у разі поетапного виконання вправ рятувальниками. Також є курси «ніндзя» - тренування психофізіологічних якостей та здатності працювати на висоті та тактико-спеціальні навчання для підготовки особового складу до особливих ситуацій.

*Китай*: смуги психологічної підготовки у явному вигляді під час підготовки рятувальників не використовуються, вони є як елемент забезпечення професійно-орієнтованих змагань. Основна увага приділяється тренуванню індивідуальних якостей та групової злагодженості в штатних пожежно-рятувальних підрозділах. Окремо виділяється підготовка рятувальників до ліквідації надзвичайних ситуацій природного характеру.

*Висновки*. Аналіз технічних засобів у провідних країнах світу показав, що при створенні смуг психологічної підготовки рятувальників першочергову увагу приділяють вдосконаленню групової злагодженості оперативних розрахунків. Навчальні робочі місця повинні забезпечити як проведення первинної підготовки у виконанні заздалегідь сертифікованих основних операцій, так і вдосконалення психологічних якостей шляхом максимального наближення навчальних ситуацій до екстремальних реальних умов. Обладнання смуги психологічної підготовки крім типових перешкод та обраного переліку робочих місць повинно включати гідранти, пожежні крани, водоймища для використання під час подолання смуги психологічної підготовки саме штабного озброєння пожежно-рятувальних підрозділів. Склад смуги повинен забезпечити як послідовне виконання навчальних вправ рятувальником або одним оперативним розрахунком, так і паралельне виконання окремих операцій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kovalyshyn B., Dyshkant O., Korobkin V., Skorobahatko T., & Chuian V. Нормативне та наукове забезпечення функціонування смуги психологічної підготовки пожежних-рятувальників і рятувальників. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2018. 1(26). 28–36.

2. Куфлієвський А.С. Гузенко В.А., Соколов Д.Л. Підвищення рівня професійної майстерності курсантів та студентів на смузі психологічної підготовки рятувальників. Проблеми екстремальної та кризової психології. Харків: НУЦЗ України. 2011. Вип.9.

УДК 622.235.22:622.272 (477.63)

## ВИКОРИСТАННЯ ВИБУХОВОГО СПОСОБУ ДЛЯ РУЙНУВАННЯ АВАРІЙНИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ТА РОЗРАХУНОК ЗАРЯДІВ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

*Толкунов І.О., к.т.н., доцент, НУЦЗ України,*

*Попов І.І., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Надмірне техногенне навантаження на оточуюче природне середовище, що створило людство за часи свого існування, породило безліч проблем, які, в свою чергу, провокують виникнення різноманітних надзвичайних ситуацій та подій, що призводять до великих матеріальних збитків, порушення нормальних умов життєдіяльності та загибелі і травмування людей. Під впливом багатьох загроз природного, техногенного, соціально-економічного і політичного характеру та багатьох інших причин ми спостерігаємо аварії в будівлях та спорудах, їх обрушення та непридатність для подальшої експлуатації. Одним із методів попередження раптового та неконтрольованого руйнування будівель і споруд, що знаходяться в аварійному стані, а отже і запобігання можливим надзвичайним ситуаціям, є завчасне їх руйнування в умовах, коли створюється гарантована безпека для населення та інших об'єктів під час руйнування аварійної конструкції. Демонтаж або знесення аварійних будівель і споруд може проводитися різними методами: з використанням будівельних машин, механізмів та обладнання, а якщо під час проведення робіт існує реальна загроза травмування людей, пошкодження будівельного та іншого обладнання – то із використанням енергії вибуху. Вибуховий спосіб руйнування являється найбільш ефективним і часто єдино

можливим, але разом з тим, цей спосіб є особливо небезпечним і вимагає суворого дотримання встановлених технічних умов та заходів безпеки.

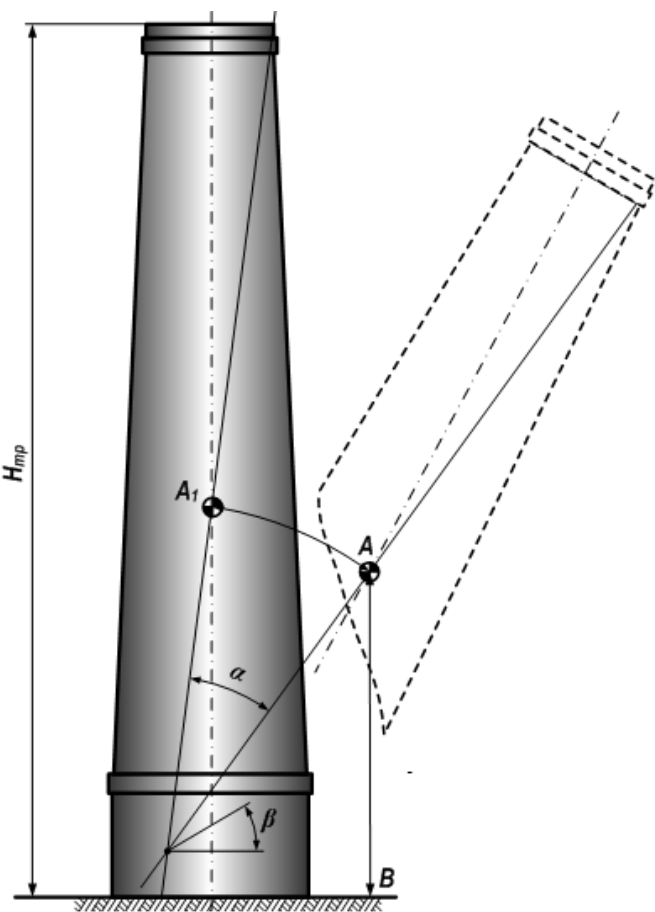
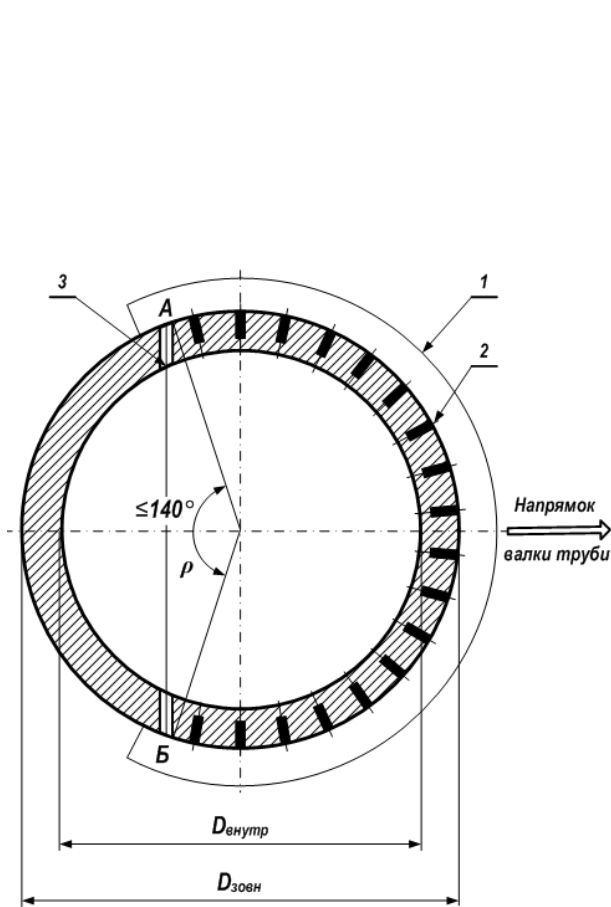


Рис. 1 – Схема розташування шпурів:

1 – зона укриття зарядів від розльоту шматків труби; 2 – заряди; 3 – наскрізні шпури

Рис. 2 – Схема для розрахунку валки аварійної димохідної цегляної труби

Аналіз наукової літератури та результатів наукових досліджень у цій сфері показує, що існують окремі підходи щодо визначення кількісних та геометричних показників зарядів вибухових речовин (ВР) для проведення робіт вибуховим способом [1]. Отже, досить актуальним на сьогоднішній день є питання щодо необхідності удосконалення існуючих методик визначення кількісних та геометричних показників зарядів вибухових речовин, що в значній мірі полегшило б обґрунтування інженерно-технічних рішень, які приймаються керівниками піротехнічних підрозділів ОРС ЦЗ ДСНС України для обвалення (знесення) аварійних будівель і споруд, непридатних для подальшої експлуатації.

На теперішній час для руйнування конструкції з цегли або з будь-яких інших будівельних матеріалів, як правило використовуються шпурові заряди, кількісні та геометричні характеристики яких можуть визначатися згідно одного наступних керівних документів – [2] або [3]. В роботі запропоновано удосконалення методики розрахунку кількісних і геометричних показників зарядів вибухових речовин для обвалення аварійних будівель та споруд та проведено розрахунки на прикладі цегляної димохідної труби.

Принцип знесення димових труб у заданому напрямку полягає у створенні наскрізного підбою (врубу) не по всьому горизонтальному перерізу споруди, а тільки з боку напрямку валки. Цим напрямком є бісектриса фактичного сектора валки, що зображена на

схемі розташування шпурів (рис. 1), який проходить навколо осі (умовного шарніра) через вершину врубу за схемою до розрахунку валки труби (рис. 2).

Для створення підбивки або утворення врубу необхідно використовувати шпурові та накладні заряди. Заряд ВР в шпурі необхідно розміщувати таким чином, щоб його центр збігався із серединою стіни. Довжина заряду повинна становити не більше 1/3 товщини стіни (половина довжини шпуру). Вагу цих зарядів  $Q$  при підриванні конструкції з цегли (бетону або залізобетону), в загальному випадку необхідно визначати згідно із формулами:

$$\text{- відповідно до [2]:} \quad Q = A \cdot B \cdot R^3, \quad (1)$$

$$\text{- відповідно до [3]:} \quad Q = q \cdot W \sqrt{W}, \quad (2)$$

де  $Q$  – вага заряду ВР в шпурі, кг;  $A$  – коефіцієнт, який залежить від властивостей матеріалу, що підривається, та характеристик ВР, що використовується, його величина приймається по відповідній таблиці [2];  $B$  – коефіцієнт, який залежить від розташування заряду ВР і називається коефіцієнтом забивання, його величина приймається по відповідній таблиці [2];  $R$  – радіус руйнування, який приймається рівним половині товщини стіни споруди, м;  $q$  – питомий розхід вибухової речовини, кг/м<sup>3</sup>, при цьому для цегляної кладки повинен становити  $q = 0,4 \dots 0,6$  кг/м<sup>3</sup>;  $W$  – лінія найменшого опору (ЛНО), м.

Отже, за результатами дослідження запропоновані рекомендації для підвищення ефективності робіт щодо обрушення аварійної будівлі або споруди, непридатної для подальшого використання, вибуховим способом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Іванець Г.В., Толкунов І.О., Букін М.П. та ін. Математичне моделювання та алгоритм розрахунку зарядів бризантних вибухових речовин для підриву аварійних цегляних будівель та споруд. Системи озброєння і військова техніка. Серія: Безпека життєдіяльності та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій (ISSN 1997-9568). Х.: ХНУПС. 2015. №1(41). С. 159-164.
2. Руководство по подрывным работам (РПР-69). М.: ВИ МО СССР, 1969. 464 с.
3. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 18.07.2013 р. №469 «Про затвердження Технічних правил ведення вибухових робіт на денній поверхні», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України від 05.08.2013 р. №1320/23852.

УДК 614.8

## МАСОВА ШВИДКІСТЬ ВИГОРЯННЯ РІДИН, ЯК ПАРАМЕТР ОЧІКУВАНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН

*Трегубов Д.Г., к.т.н., доцент, НУЦЗ України  
Тарахно О.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України  
Трегубова Ф.Д., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Технологічні умови використання речовин та їх небезпека визначаються властивостями, які пов'язані з наявністю міжмолекулярної взаємодії. Так, фазові перетворення відбуваються за певних характерних температур, за яких енергія у системі

перевищує рівень енергії міжмолекулярної взаємодії. На нашу думку при цьому руйнується певна кластерна будова речовини. Таким чином, властивості речовини пов'язані з її кластерною будовою, що потребує встановлення відповідних залежностей. Тобто, енергетична вигода за умови формування будови речовини приводить до взаємної орієнтації декількох молекул, що структурує речовину та змінює її очікувані властивості по відношенню до властивостей окремих молекул.

Так, літературні дані демонструють осциляційний характер температур плавлення ( $t_{пл}$ ) у гомологічних рядах органічних речовин [1]. Помічено, що молекули з «парною» та «непарною» кількістю атомів карбону мають різні залежності зростання для  $t_{пл}$ , масових швидкостей вигорання, густини, в'язкості, теплот плавлення. У згаданій роботі доведено, що з  $t_{пл}$  корелює «еквівалентна довжина» очікуваного кластеру. Існує лінійний характер залежності між температур кипіння від температур плавлення для алканів, але теж з наявністю коливального відхилення [2]. Це свідчить про руйнування кластерної будови в алканів після плавлення.

Коливальність ряду значень масових швидкостей вигорання ( $V_m$ ) відображено на рис.1., наведено довідкові [3], дослідні та розрахункові [1] дані для алканів та спиртів нормальної й ізомерної будови з кількістю атомів карбону  $n_c$  до 12 на підставі значень температур плавлення й самоспалахування ( $T_{cc}$ ) (в К), а також молярної маси (М): 1)  $V_m = 0,042 \cdot 10^{15} / (M^{0,2} (T_{пл})^{1,5} T_{cc}^3)$ ; 2)  $V_m = 10^{15} / (M^{1,9} (810 - T_{пл})^{1,5} T_{cc}^3)$  (кг/(м<sup>2</sup>с)). Зображена залежність передбачає, що зі збільшенням молярної маси зростають й характерні температури речовини, а це у свою чергу надає тенденцію до зростання  $V_m$  (збільшується частка енергії, необхідна для здійснення фазового переходу).

Але зі збільшенням  $n_c$  у молекулі зменшується відповідна  $T_{cc}$ , що спрощує запалювання, а це надає тенденцію до зниження  $V_m$ . Прогнозування  $V_m$  спиртів виявилось не повною мірою адекватним, оскільки найменшу  $t_{пл}$  має не перший, а третій представник гомологічного ряду – пропанол. Тоді можна говорити про наявність надмолекулярних утворень різної будови для різних членів гомологічного ряду. Для алканів визначено [2], що метан за умов плавлення має властивості гексамеру, етан – тримеру, а наступні гомологи – димерів лінійної будови з чергуванням точки димерізації, що й надає осциляційність даній залежності. За температур рідини до кипіння можна говорити про існування тимчасових аналогічних кластерів, тому процеси випаровування та вигорання пов'язані з їх існуванням. У розрахунку наведених на рис.1 залежностей для  $V_m$  збільшення еквівалентної довжини найменшої структурної одиниці речовини у вигляді кластеру напряму не враховано.

Як й при розрахунку  $T_{cc}$  [4] передбачено, що  $t_{пл}$  повинна корелювати з еквівалентними довжиною  $n_{секв}$  та молекулярною масою кластеру. На підставі аналізу нелінійності  $t_{пл}$  алканів, алкенів, алкінів нормальної будови з  $n_c = 1-15$  нами запропоновано їх кластерну будову. В ряду алканів метан прийнято як гексамер, етан – як тример, інші – як димери з лінійною кластеризацією; причому для «непарних» алканів, крім метану та пропану, прийнято кластеризацію через положення «2», що зменшує довжину кластеру на «1». В алкенів спостерігається не коливальність, а ступінчастість зміни  $t_{пл}$ , що корелює з димерною будовою шляхом «накладання» частин молекул та зменшує еквівалентну довжину кластеру (властивості довших молекул корелюють з більшою мірою «накладання»; крім етену, який прийнято тетрамером). В ряду алкінів етен прийнято як гептамер, пропін – як тетрамер, інші – як димери з лінійною кластеризацією по місцю «2», «3» або «4».

Існує певна пропорційність між  $V_m$  речовини та витратою вогнегасного засобу на її гасіння. У разі гасіння рідин для цього зазвичай використовують параметр «температура спалаху» ( $t_{сп}$ ). Але існує невідповідність: так, для гептанолу-1 та -2  $t_{сп}$  однакова (63 °С), а  $V_m$  – різні: 41 та 38 г/(м<sup>2</sup>с) [3]. Також, залежність  $t_{сп}(n_c)$  не демонструє коливальність, тому параметр  $V_m$  більш точно буде відображати пожежонебезпечні властивості речовини в умовах гасіння.

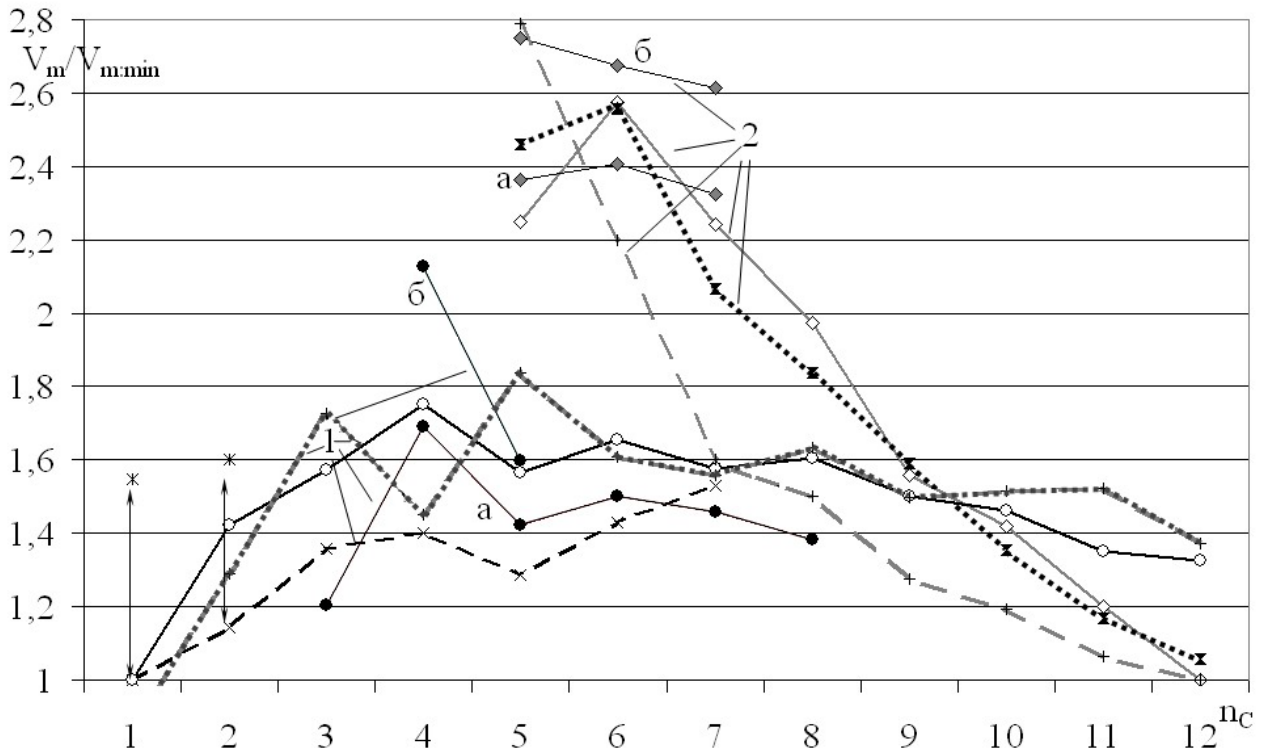
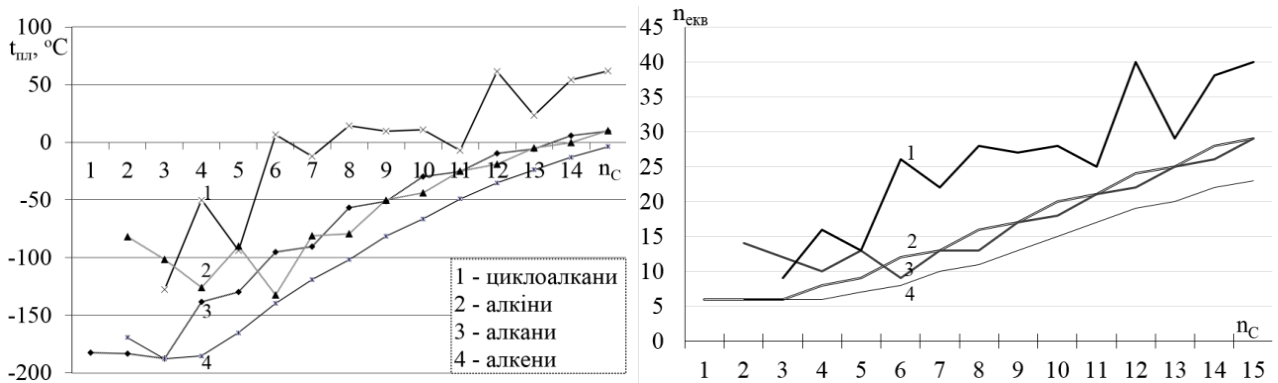


Рисунок 1. – Значення відносних швидкостей вигорання ( $V_m/V_{m,min}$ ):

— за довідником; ---- за дослідом; ●●●● – за розрахунком для n-сполук: 1 – спирти; 2 – алкани (○, ◇ – нормальної та ●, ◆ – ізомерної будови; Ж – спирти з вмістом води)



а) температури плавлення

б) еквівалентна довжина кластерів

Рисунок 2. – Подібність довідкових значень  $t_{пл}$  вуглеводнів до розрахованих  $n_{екв}$

## ЛІТЕРАТУРА

1. Трегубов Д.Г., Тарахно О.В., Соколов Д.Л., Трегубова Ф.Д.. Ідентифікація кластерної будови вуглеводнів за температурами плавлення. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. №34. С. 94-109.

2. Трегубов Д.Г., Тарахно О.В., Соколов Д.Л., Трегубова Ф.Д. Осциляційність характерних температур n-алканів внаслідок кластерної будови речовини. Проблеми



надзвичайних ситуацій. 2020. №32. С. 14–30.

3. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзвывоопасность веществ и материалов и средства их тушения, в 2 ч. М.: Пожнаука, 2004. 1448 с.

4. Тарахно О.В., Трегубов Д.Г. та ін. Теорія розв'язку та припинення горіння. Ч.1. Харків, 2010. 309 с. URL: <http://repositcs.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3233>.

**УДК 601.03.09**

## **ЗАХОДИ З ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНІЙ НЕБЕЗПЕЦІ ПОЛІГОНІВ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**

*Киртиленко О.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України  
Рашкевич Н.В., доктор філософії., НУЦЗ України*

Поширеною небезпечною подією на полігоні побутових відходів, яка може перерости в надзвичайну ситуацію, є пожежа. Пожежі становлять серйозну небезпеку, деякі з них важко піддаються гасінню. Запобігання пожежам є важливим завданням експлуатації полігону ТПВ не тільки через можливі пошкодження інфраструктури та схилів, але й ризик для здоров'я людини, безпеки навколишнього середовища. Процес горіння відходів може вплинути на потенціал збору біогазу, пошкодити цілісність системи збору біогазу. Особливості дій підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час ліквідації пожежі наведені в Статуті дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту.

Під поняттям «протидія», розуміємо заходи з запобігання виникнення та попередження поширення техногенної небезпеки. Під «попередженням» – не допустити переростання надзвичайної ситуації з об'єктового на найбільш високий рівень поширення (місцевий), в першу чергу за наслідками першої групи пріоритетності, як то кількість жертв та постраждалих. Питання протидії пожежній небезпеці повинно розглядатись починаючи зі стадії проектування та будівництва об'єкту і закінчуючи повною ліквідацією (рекультивацією).

На об'єкті захоронення побутових відходів можуть статися обставини, що необхідно враховувати під час протидії техногенній небезпеці, а саме:

- поширення вогню поверхнею відходів на робочій карті та виникнення нових осередків горіння в разі сильного вітру;
- проникнення вогню у відходи на глибину до 2–2,5 м до ізолювального шару та утворення прогарів;
- самозагоряння відходів після гасіння пожежі;
- поширення вогню на сільськогосподарські угіддя та лісові масиви;
- виділення великої кількості диму та розповсюдження його на значну територію;
- можливу наявність систем збирання, транспортування та накопичення біогазу;
- зсув укосів [1].

Існують два типи пожеж на полігонах – поверхневі та внутрішні (підземні). Поверхневі пожежі можуть бути викликані завезеними тліючих відходів, підпалом, наявністю легкозаймистих матеріалів, внаслідок паління в недозволених місцях, іскор від працюючої техніки, тощо.

Щоб уникнути пожеж керівництвом полігона побутових відходів має бути затверджена інструкція про заходи пожежної безпеки, в якій встановлюються порядок та спосіб забезпечення пожежної безпеки, обов'язки і дії працівників у разі виникнення пожежі, включаючи порядок оповіщення людей та повідомлення про неї, евакуації людей, тварин і

матеріальних цінностей, застосування засобів пожежогасіння та взаємодії з підрозділами пожежно-рятувальної служби [2].

Однією із обов'язкових вимог є наявність первинних засобів пожежогасіння. Використання пожежного обладнання, інструментів, інвентарю для господарських, виробничих та інших потреб, не пов'язаних з гасінням пожежі або навчанням протипожежних формувань, забороняється. Пожежні щити (стенди) на території об'єкта встановлюються з розрахунку один щит (стенд) на 5000 кв. м площі [2].

Усі працівники при прийнятті на роботу і за місцем роботи повинні проходити інструктажі з питань пожежної безпеки, які поділяються на вступний, первинний, повторний на робочому місці, позаплановий та цільовий [2].

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, повинні до початку самостійного виконання роботи пройти пожежно-технічний мінімум. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік мають проходити перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з пожежної безпеки.

У приміщеннях під навісами та на відкритих майданчиках, де зберігається автотракторна техніка, а також безпосередньо на робочих картах складування відходів забороняється: заправляти техніку паливом; заряджати акумулятори безпосередньо на машинах; залишати транспортні засоби з увімкненим запаленням. Заборонено палити і розпалювати вогнища на території полігону [2].

Підземні пожежі можуть бути близько до поверхні або глибоко в масі відходів. Такі пожежі потребують значної кількості ресурсів для гасіння. Більшість внутрішніх пожеж виникає внаслідок доступу кисню – інфільтрації повітря. Вони є результатом взаємодії трьох факторів, необхідних для будь-якої пожежі: горючої речовини, кисню та тепла. Більшість відходів складається з горючих матеріалів. Внаслідок розкладання органічної складової виділяється тепло та утворюються вибухонебезпечний газ – метан. Кисень може проникнути у процесі захоронення відходів або безпосередньо надходити через поверхню.

Існує кілька методів виявлення підземних пожеж – від огляду змін фізичного стану маси відходів (поява диму, просадки та тріщини поверхні, виникнення отворів) до контролю внутрішньої температури маси відходів та концентрації окису вуглецю у біогазі. Щоб уникнути прихованих пожеж, рекомендується обмежити можливості інтрузії повітря, контролювати фізичний стан тіла масиву полігону, а також підтримувати цілісність покриттів на закритій частині потенційно небезпечного об'єкту захоронення відходів. Якщо на полігоні встановлено систему збору біогазу, необхідно балансувати свердловини, контролювати в них температуру та склад газу.

До робіт з протидії пожежній небезпеці під час експлуатації полігону відносяться: контроль морфологічного складу, температури, вологості відходів, що поступають на захоронення; контроль обсягів приймання та накопичення відходів; дотримання технології складування відходів; дотримання операцій по заповненню полігону; контроль геометричної форми ділянки та допустимої висоти складування відходів з метою не допустити зсуву, за необхідності перерозподіл об'єму геотехнічного масиву, укріплення схилів, штучна зміна фізико-механічних властивостей звалищних ґрунтів, влаштування протизсувних, утримуючих конструкцій; контроль внутрішньої температури, вологості масиву відходів, концентрації окису вуглецю в біогазі, кількісного та якісного складу метану; контроль загорянь (поява відкритого полум'я, диму, просадки й тріщини поверхні, утворення отворів); регулювання поверхневого стоку – перехват, прискорення або уповільнення стоку; зниження інфільтрації атмосферних опадів – ущільнення поверхні, посів багатолітніх трав, використання геосинтетичних рулонних матеріалів.

Таким чином, заходи з протидії пожежній небезпеці полігонів побутових відходів передбачають організаційні, оперативні та інженерні заходи «до», «під час» та «після» факту виникнення пожежі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту: наказом МВС України від 26.04.2018 р. № 340. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-181>

2. Правил експлуатації полігонів побутових відходів: наказ МЖКГ УКРАЇНИ від 01.12.2010 N 435. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1307-10#Text>

**УДК 351.861**

### **МОБІЛЬНИЙ ІДЕНТИФІКАТОР ПОЗИЦІОНУВАННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ**

*Матухно В.В., к.т.н., НУЦЗ України*

Внаслідок проведення масштабних бойових дій під час Першої та Другої світових війн, діяльності терористичних угруповань та агресії Російської Федерації значна частина території України забруднена вибухонебезпечними предметами (ВНП). За попередніми оцінками загальна площа територій, забруднених ВНП складає понад 35 тис кв. км, у тому числі близько 9 тис кв. км. на території Донецької та Луганської областей. Згідно із законодавчими та нормативно-правовими актами виконання функцій щодо розмінування всієї території України покладено на Державну службу України з надзвичайних ситуацій, що є одним із пріоритетних напрямків її діяльності. Для забезпечення ефективної реалізації завдань та заходів у сфері гуманітарного розмінування в ній створено систему гуманітарного розмінування та забезпечено її ефективне функціонування. [1]

Питання гуманітарного розмінування є актуальними у всьому світі. Тому після або під час війни розмінування є великою технологічною проблемою, яку мають вирішити уряди. Усі види діяльності з розмінування можна класифікувати головним чином за двома різними способами: військове та гуманітарне розмінування. Основна мета військового розмінування – прокласти швидкий безпечний шлях для військ, і їм може бути достатньо 80% розмінування. З іншого боку, метою гуманітарного розмінування є 100% очищення землі, щоб забезпечити використання земель людьми, які не беруть участь у конфліктах, для їхньої повсякденної діяльності, включаючи сільське господарство. В основному гуманітарне розмінування має два завдання: виявлення та видалення. У зв'язку з цим використання роботів викликає сумніви. В основному роботи добре працюють для чистих і надійних завдань. Коли співвідношення ціни та продуктивності занадто високе, це академічні іграшки. У цьому розділі представлений огляд доступних робототехнічних технологій із глибоким порівнянням між ними з урахуванням відповідності місцевому контексту.

Оперативне реагування на випадки виявлення населенням ВНП та безпосереднє практичне виконання планових робіт з гуманітарного розмінування ділянок місцевості у системі Державної служби України з надзвичайних ситуацій здійснюють 100 самостійних команд з розмінування загальною чисельністю понад 600 осіб. На сьогодні існуюча система гуманітарного розмінування забезпечує виконання піротехнічними підрозділами всього комплексу завдань та заходів, пов'язаних із ВНП першої категорії (ліквідація відбувається після знешкодження на місці виявлення в задалегідь визначених місцях), проте питання забезпечення безпеки при ідентифікації вибухонебезпечних предметів другої категорії (ліквідація може бути здійсненою тільки на місці виявлення), а відповідно і питання локалізації надзвичайної ситуації, пов'язаної із загрозою вибуху, за пріоритетними напрямками, як то, кількість жертв та кількість постраждалих, відпрацьовані недостатньо.

Тому ми пропонуємо вирішити питання безпеки при ідентифікації ВВП та при технічній розвідці під час суцільного розмінування за допомогою розробленого мобільного ідентифікатора позиціонування вибухонебезпечних предметів (МПП-1).

Даний засіб призначений для дистанційної ідентифікації вибухонебезпечних предметів в місці їх виявлення та передачі географічних координат до оперативно-координаційного центру. А також у разі підозрілої обстановки для спостереження за місцем виявлення вибухонебезпечного предмету, та у разі появи в зоні видимості підозрілих осіб, він негайно передає візуалізацію та звукозапис з місця спостереження і при цьому залишається непомітним.

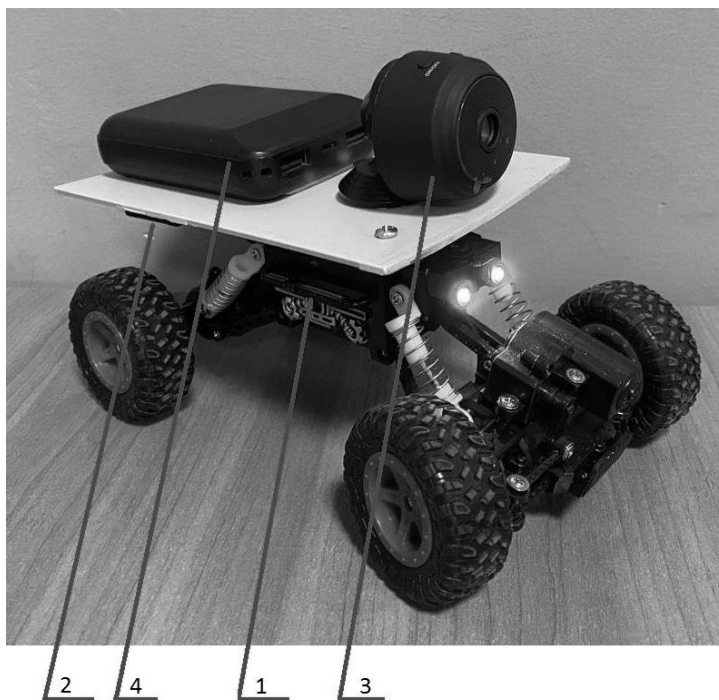


Рисунок 1. – Загальна будова МПП-1: 1 – колісне шасі на радіо керуванні; 2 – Трекер Mini A8 GPS з можливістю передачі географічних координат позиціонування та їх візуалізації; 3 – камера з можливістю передачі інформації в режимі реального часу та відео фіксації; 4 – додатковий автономний елемент живлення.

Застосування засобу можливе в місцях, де є велика вірогідність нестабільності вибухонебезпечного предмету та можливості влаштування мін-пасток.

Засіб створений для оперативного та ефективного виконання завдань особовим складом ДСНС, який залучається до ідентифікації вибухонебезпечних предметів, які виявляють інформатори.

Режим роботи засобу автономний.

Використання засобу дозволяє у короткий термін без безпосередньої участі ідентифікатора на безпечній відстані, дистанційно визначити тип та категорію вибухонебезпечного предмету та передати географічні координати знаходження вибухонебезпечного предмету до оперативно-координаційного центру.

Керування засобом МПП-1 здійснюється завдяки радіообміну, GSM та GPRS зв'язку. Оператор-ідентифікатор працює дистанційно, що забезпечує необхідний рівень безпеки у разі несанкціонованого вибуху предмету.

*Тактико-технічні характеристики МПП-1:*

- сумісність всіх систем з Android та iOS;

- дистанційне відтворення фото, запису відео та візуалізація координат позиціонування;
- радіус передачі координат позиціонування – 200 м;
- запис відео та фото – на SD-карту;
- виявлення руху камерою – за 6 м;
- виявлення звуку трекером – за 10 м;
- час заряджання системи – 1,5 годин;
- додатковий автономний блок живлення – 10000 мА;
- час роботи – до 30 годин;
- вага – 650 г.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стецюк Є.І. Методика попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з загрозою вибуху малогабаритного вибухонебезпечного предмету: дис.. канд. тех. наук, 21.02.03: НУЦЗУ. Харків. 2019. С. 27.

УДК 528:8

### ПРОФІЛАКТИКА ТА ЛІКВІДАЦІЯ ЛІСОВИХ ТА СТЕПОВИХ ПОЖЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*Матухно В.В., к.т.н., НУЦЗ України*  
*Толкунов І.О., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*  
*Попов І.І., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*  
*Кочетов Є.Д., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Мобільні багатоцільові роботизовані системи застосовуються для виконання робіт при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та виконання робіт в небезпечних зонах: боротьба з вогнем і локалізація осередків пожеж, огляд місць аварій, розбирання і руйнування пошкоджених конструкцій, маніпуляції з радіоактивними і небезпечними хімічними речовинами, транспортування небезпечних предметів тощо [1-3]. Це дозволяє забезпечити ефективне і безпечне для особового складу рятувальних підрозділів проведення необхідних робіт в небезпечних зонах. Перспективним напрямом в розвитку мобільних багатоцільових роботизованих засобів є їх застосування для моніторингу району можливої або реальної надзвичайної ситуації, зокрема профілактики лісових та степових пожеж, з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Мета роботи полягає у підвищенні ефективності профілактики лісових та степових пожеж шляхом виявлення і ліквідації точкових реальних осередків та потенційних джерел пожежної небезпеки з використанням безпілотних літальних апаратів на основі оптимізації кількості технічних засобів, що використовуються, та шляхом збільшення тривалості та дальності спостереження за обстановкою в пожежонебезпечному районі з одночасною ліквідацією виявлених точкових реальних осередків та потенційних джерел пожежної небезпеки за рахунок підвищення точності (ефективності) застосування засобів пожежогасіння.

Запропонований спосіб профілактики лісових та степових пожеж, що здійснюється з використанням безпілотного літального апарату, на борту якого встановлені засоби спостереження району моніторингу в оптичному та інфрачервоному діапазонах та

визначення координат точкових реальних осередків і потенційних джерел пожежної небезпеки, а також засоби передачі по радіозв'язку даних спостереження і координат виявлених точкових реальних осередків і потенційних джерел пожежної небезпеки на засоби їх прийому оператором, що встановлені на станції управління, з якої здійснюється пуск та дистанційне пілотування безпілотним літальним апаратом і надходять сигнали на застосування засобів ліквідації точкових реальних осередків та потенційних джерел пожежної небезпеки, що виявлені на території моніторингу. При цьому застосовується безпілотний літальний апарат вертолітного типу із додатково встановленими засобами ліквідації точкових реальних осередків та потенційних джерел пожежної небезпеки, метеокомплексом та з можливістю зависання для скидання засобів ліквідації точкових реальних осередків та потенційних джерел пожежної небезпеки в точці, координати якої визначаються за допомогою додатково встановленого на станції управління обчислювального пристрою з урахуванням швидкості та напрямку вітру над точковим реальним осередком або потенційним джерелом пожежної небезпеки і висоти, що задається оператором, а засоби ліквідації точкових реальних осередків та потенційних джерел пожежної небезпеки виконані у вигляді автономних засобів пожежогасіння, скидання яких відбувається за сигналом оператора з станції управління [4].

Реалізація запропонованого способу профілактики лісових та степових пожеж шляхом виявлення і ліквідації точкових реальних осередків потенційних джерел пожежної небезпеки з використанням безпілотних літальних апаратів відбувається наступним чином. Запуск безпілотного літального апарату вертолітного типу із засобами ліквідації точкових реальних осередків і потенційних джерел пожежної небезпеки, в якості яких використовуються автономні засоби пожежогасіння [5], відбувається зі станції управління. Після запуску БПЛА постійно здійснює сканування території у визначеному районі в оптичному та інфрачервоному діапазонах за допомогою встановлених на його борту засобів спостереження для виявлення точкових реальних осередків і потенційних джерел пожежної небезпеки. Оператор засобами дистанційного пілотування зі станції управління здійснює контроль траєкторії польоту БПЛА та постійно отримує інформацію щодо сканування пожежної обстановки на території моніторингу по каналу радіозв'язку від засобів передачі даних, які встановлені на безпілотному літальному апараті, через засоби прийому на станції управління. При виявленні точкового реального осередку або потенційного джерела пожежної небезпеки в оптичному і інфрачервоному діапазонах засобами спостереження його місцезнаходження визначають за допомогою системи глобального позиціонування GPS та по радіоканалу передають його координати на станцію управління. Одночасно з цим метеокомплект на борту БПЛА в автономному режимі визначає швидкість та напрям вітру над точковим реальним осередком або потенційним джерелом пожежної небезпеки, значення яких також передаються на станцію управління. Оператор на станції управління, використовуючи дані відео спостереження району місцезнаходження точкового реального осередку або потенційного джерела пожежної небезпеки, оцінює обстановку та визначає висоту зависання БПЛА для скидання засобів ліквідації точкових реальних осередків і потенційних джерел пожежної небезпеки. При цьому точка зависання БПЛА для скидання засобів пожежогасіння визначається з урахуванням напрямку та швидкості вітру в районі знаходження осередку джерела пожежної небезпеки.

Використання запропонованого технічного рішення дозволяє підвищити ефективність профілактики і ліквідації лісових та степових пожеж з використанням безпілотного літального апарату шляхом збільшення часу і площі моніторингу пожежної обстановки під час одного вильоту з одночасним збільшенням кількості ліквідованих точкових реальних осередків та потенційних джерел пожежної небезпеки за рахунок підвищення точності застосування засобів їх ліквідації. Це дозволяє отримати значну економію як фінансових, так технічних і людських ресурсів при проведенні профілактики лісових та степових пожеж.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. на корисну модель №119615 UA, МПК А62С 3/00 (2017.01), В25J 5/02 (2006.01). Спосіб гасіння пожежі мобільним роботом. В.А. Андронов, Б.Б. Пospelов, Є.О. Рибка, Н.В. Дейнеко; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. № u201704611, заяв. 12.05.2017, опубл. 25.09.2017, Бюл. №18.
2. Пат. №2612754 RU, МПК В64С 39/02, А62С 3/02 (2006.01), G01W 1/04 (2006.01). Мобильный комплекс беспилотного воздушного мониторинга. В.Б. Мошков, В.В. Федченко, Ю.Е. Мишин, В.А. Егоров, В.А. Агамалян, В.В. Венедиктов; заявитель и патентообладатель Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. № 2015154287, заяв. 17.12.2015; опубл. 13.03.2017, Бюл. №8.
3. Patent No: US6364026B1, Int.Cl. A62C 2/00. Robotic fire protection system / Irving Doshay. Appl. No: 09/271626, filed: Mar. 17, 1999; date of patent: Apr. 2, 2002.
4. Патент на корисну модель UA №148093 Україна, МПК А62С 3/02 (2006.01), G01W 1/02 (2006.01). Спосіб профілактики лісових та степових пожеж. І.О. Толкунов, В.В. Матухно, Г.В. Іванець, І.І. Попов. Заявник та патентовласник Харківський Національний університет цивільного захисту України. заявка № u 2021 01415, заявл. 19.03.2021, опубл. 30.06.2021, Бюл. №26. Київ, ДП «Український інститут інтелектуальної власності». 2021. 9 с.
5. Долговидов А.В., Сабинин С.Ю., Терехнев В.В. Автономное пожаротушение: реальность и перспективы. Серия: Противопожарная защита и тушение пожаров. Екатеринбург: Издательство «Калан», 2014. 204 с.

УДК 614.81

### **ПРО НЕОБХІДНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ВИЛИВУ (ВИКИДУ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ПІД ЧАС АВАРІЙ НА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ І ТРАНСПОРТІ**

*Огурцов С.Ю., к.т.н., с.н.с., Ковальов О.С., к.військ.н., доцент, Соколовський І.П.,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

В 2015 році Українським науково-дослідним інститутом цивільного захисту в рамках відповідної науково-дослідної роботи було розроблено нову Методику прогнозування наслідків виліву (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті, що була введена в дію лише в 2020 році [1].

На відміну від попереднього документу [2], що діяв з 2001 по 2020 рік, нова Методика має деякі принципові нововведення, що дозволяють провести розрахунок поширення небезпечних хімічних речовин (далі – НХР) не лише за табличними даними, а й провівши нескладний математичний теплофізичний розрахунок процесів випаровування НХР з поверхні розливу та визначати глибину поширення первинної (вторинної) хмари НХР, площі хімічного забруднення та кількість уражених.

За час практичної апробації Методики до її змісту надійшла певна кількість зауважень та пропозицій. Деякі з цих зауважень вказували на технічні помилки у розрахункових формулах, інші – мали принциповий характер безпосередньо до розрахункового підходу покладеного в основу Методики. Таким чином виникла необхідність розроблення змін до Методики, деякі з яких що і є предметом цієї роботи.

В методиці використовується поняття «радіусу району аварії» та надаються фіксовані значення його розміру (від 0,2 км до 1 км) в залежності від температури кипіння НХР. Разом

з тим, такий підхід не враховує випадки аварій з наявністю відносно незначної кількості НХР, коли глибина зони хімічного забруднення є меншою за значення радіусу району аварії. В такому випадку радіус аварії призводить до необґрунтованого збільшення глибини та площі зони хімічного забруднення.

Фізична сутність поняття радіусу району аварії є визначення зони, де можливе де значення концентрації НХР вище небезпечних для життя людини зважаючи на короткочасну зміну напрямку вітру та дифузії газової фази НХР у всіх напрямках. Але порядок визначення радіусу району аварії має бути переглянутий щодо його відносної пропорційності із глибиною зони хімічного забруднення.

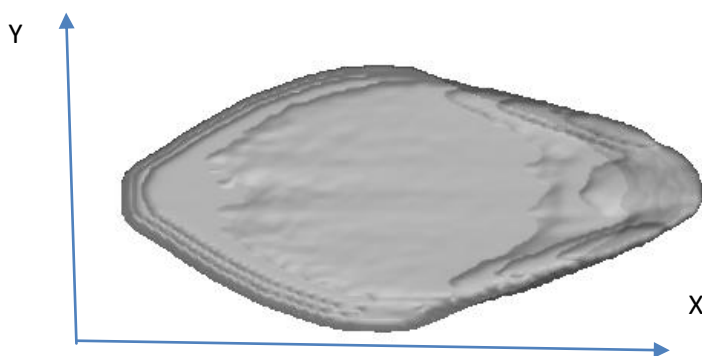


Рисунок 1– Приклад демонстрації розповсюдження зони хімічного забруднення(хлор) за допомогою ізоповхні в умовах вітрового впливу

Як одним з можливих інструментів для визначення таких параметрів є моделювання розповсюдження полів концентрацій НХР методами обчислювальної гідродинаміки (рис. 1), разом з тим, застосування таких програмних засобів вимагає наявності даних щодо фізичних показників газів, таких як дифузія, в'язкість (зокрема у співвідношенні з температурою оточуючого середовища), що є для більшості НХР проблемним питанням.

Крім того, потребують удосконалення терміни та поняття, що використано в Методиці, зокрема:

- глибини зони хімічного забруднення;
- глибокої інверсії;
- району аварії;
- зони хімічного забруднення.

Також в формулі, щодо визначення площі зони хімічного забруднення, що при деяких комбінаціях глибини поширення первинної та вторинної хмарами НХР може видавати від'ємне значення площі (внаслідок технічної помилки щодо порядку доданків у формулі).

Потребує удосконалення порядок визначення ступеня хімічної небезпеки об'єктів та адміністративно-територіальних одиниць, хоча він майже не змінений по відношенню до попереднього документу [2]

Окремим питанням визначена необхідність спрощення Методики в частині аварійного прогнозування. Діюча Методика може бути використана як у табличному варіанті (коли необхідно швидко отримати значення параметрів розповсюдження НХР) так і використати аналітичні залежності, що дає змогу провести розрахунок для НХР, дані про які в таблицях Методики відсутні. Це на думку авторів, є значною перевагою у порівнянні з попереднім документом, але викликає багато питань у користувачів. Відповідно потребує вдосконалення логічна послідовність документу та розмежування спрощеного (табличного) підходу до розрахунку та розрахунку із використанням аналітичних залежностей.



## ЛІТЕРАТУРА

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

2. Наказ МНС від 27.03.2001 № 73/82/64/122 "Про затвердження Методики прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на об'єктах і транспорті”.

### УДК 622.2

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ ПРИВОДУ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА В СИСТЕМАХ ГІРНИЧОГО ТРАНСПОРТУ

*Репетенко М.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*  
*Кульченко Є.Р., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

*Актуальність дослідження* обумовлена тим, що в найближчі десятиліття вугілля буде займати значне місце в забезпеченні стабільного енергетичного стану України. Необхідність в безпечному видобутку вугілля ставить вимоги до видобувної техніки і, особливо, до підземного транспорту. Скребковий конвеєр є важливим елементом механізованих забійних комплексів. Шахтні скребкові конвеєри призначені для доставки вугілля або інших гірських порід, наприклад, сланцю з очисних і підготовчих вибоїв Їх також застосовують у штреках конвеєризованих ділянок для подачі гірської породи на інші засоби транспортування.

Комплекс забійних конвеєрів використовують, наприклад, при розробці пласта:

– довгими вибоями з транспортуванням вугілля з падіння пласта і з виносом розвантажувальної секції в штрек і з застосуванням додаткового короткого перевантажувача, найчастіше скребкового або стрічкового типу, у штреку при цьому обладнають пересувний вантажний пункт;

– довгими вибоями з надштрековими ціликами і транспортуванням вугілля вниз уздовж лави і далі - по просіку та печі, при цьому вантажний пункт у штреку - напівстаціонарний;

– спареними довгими лавами, з яких вугілля надходить вниз, а нижній догори.

Короткі скребкові конвеєри знаходять застосування в коротких лавах вантажних машин, бункерних поїздах, перевантажувачах, штрекових вантажниках та ін.

В даний час скребкові конвеєри залишаються самим численним видом транспортних засобів, на шахтах стрічкових конвеєрів менше, ніж скребкових в 1,6 рази, електровозів – у 2,5 рази.

Найбільша кількість скребкових конвеєрів - 51,2% використовується на підготовчих роботах, 21,8% - для транспортування вугілля від очисних вибоїв по штреках, просіках, печам та ін., лише 13,3% - в очисних вибоях.

Значна кількість конвеєрів до 7,5% застосовується на допоміжних підземних роботах. На поверхні шахт встановлено 6,2% скребкових конвеєрів.

Безпечна і ефективна робота скребкового конвеєра в значній мірі забезпечує ефективну і безпечну роботу всього механізованого забійного комплексу. Значна кількість відмов, які призводять до простою скребкового конвеєра, травмуванню (часто зі смертельними наслідками) для обслуговуючого персоналу вугледобувних підприємств України, обумовлено поривами його тягового органу.

Основними місцями руйнування приводу скребкового конвеєра є його тяговий орган, а саме, місця з'єднання ланцюга зі скребком (з'єднувальні ланки). Найчастіше вихід з ладу

елементів конструкції відбувається саме там. Результатом руйнування стає розлітання уламків у навколишній простір, що може нанести травми людям. Натомість вихід з ладу такого конвеєра призводить до виникнення небезпеки для людей у шахтному забої.

*Метою наукової роботи є забезпечення безпечної роботи приводу скребкового конвеєра в системах гірничого транспорту.*

*Основними завданнями стали:* визначення напружень, що виникають в з'єднувальних ланках при їх проходженні по зірочці приводу скребкового конвеєра.

*Об'єкт дослідження* – безпечна робота сучасних комплексів по видобуванню вугілля і загалом підземного транспорту, обумовлена надійною і безпечною роботою привода скребкового конвеєра, а саме, його тягового органу.

*Предмет дослідження.* Тяговий орган найбільш поширеного конвеєра, який використовується на вугледобувних підприємствах України, а саме СП250, цей конвеєр виготовляється на АТ «СВІТЛО ШАХТАРЯ». Скребковий конвеєр СП250 призначений для роботи, як в складі механізованих забійних комплексів, так і з індивідуальним кріпленням і гідропередвіжчиками по доставці вугілля будь-якої міцності, горючого сланцю або калійних руд з очисних вибоїв потужністю від 0,71 до 2,0 м при обробціпологопадаючих пластів, порухатися по простяганню до 35°, і по падінню або повстанню пласта до 10° в шахтах будь-якої категорії небезпеки по газу і пилу. Конвеєр може використовуватися з усіма типами кріплення і комбайнів, відповідно до потужностей пласта, що виготовляються в Україні і за кордоном. Приводи конвеєра обладнані пристроями для їх закріплення і пересування. Головний привід може комплектуватися гідравлічним пристроєм підйому для регулювання висоти пересипу. Конвеєр комплектується апаратурою контролю скребкового конвеєра (АКСК), яка, крім функції відключення електродвигунів при пориві тягового органу, має низку додаткових діагностичних функцій, в т.ч. контроль навантаження на кожен електродвигун, контроль зміни швидкості, світлову індикацію відмови зі збереженням інформації в пам'яті, контроль справності електричних ланцюгів і ін. Конвеєр має виконання СП250.12-48 для роботи у допоміжних виробках або штреках і виконання залавного насувного конвеєра-перевантажувача СП250.12-48КЗ для транспортування гірничої маси під час виконання заходів з підтримки транспортного штреку (ручна або механізована зачистка ґрунту) з подальшою розвантаженням на підлашний скребковий перевантажувач типу ПТК800, ПТК1000 або СПЦ230. також допускається застосування конвеєра для транспортування гірничої маси від забійного конвеєра з подальшою розвантаженням на підлашний скребковий перевантажувач [1]. Тяговий орган конвеєра СП250 являє собою два ланцюга, що розташовані в бокових направляючих рештчастого ставу і з'єднаних між собою за допомогою з'єднувальних ланок та скребків. Значна кількість відмов у роботі скребкового конвеєра СП250, як показує досвід експлуатації, викликана поривами з'єднувальних ланок[2].

*Методи дослідження.* Аналіз спеціалізованої науково-технічної, нормативної та довідникової літератури. Аналітичний розрахунок.

*Наукова новизна* отриманих результатів полягає у наступному. Визначені напруження в найбільш небезпечних місцях (перерізах) з'єднувальних ланок ланцюгового тягового органу скребкового конвеєра СП250.

*Практична значимість* отриманих результатів полягає у наступному.

Проведені розрахунки показали, що при проходженні з'єднувальної ланки тягового органу скребкового конвеєра СП250 по зірочці дотичні напруги, які при цьому виникають у небезпечних її перерізах не набувають критичних значень. При дослідженні проблеми довговічності з'єднувальної ланки тягового органу скребкового конвеєра СП250 основна увага має бути приділена режиму навантаження на провідній ділянці ланцюга. Етап проходження зірочки хоч і має власну специфіку навантаження, але істотно не впливає на проблему довговічності з'єднувальної ланки тягового органу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. [https://www.shaht.kharkov.ua/files/index\\_1.html](https://www.shaht.kharkov.ua/files/index_1.html)
2. СТ СЭВ 5777-86. Звенья соединительные шахтных скребковых конвейеров. Основные параметры и размеры.

УДК 351.861

### СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ АНТИКРИЗОВИХ РІШЕНЬ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Рубан І.В., д.т.н., професор,  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
Тютюник В.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України  
Тютюник О.О., к.т.н., доцент,  
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця*

Ситуаційний центр при функціонуванні в ЄДСЦЗ повинен, у відповідності до даних рис. 1, забезпечити: 1) аналіз отриманої від підсистеми моніторингу інформації; 2) моделювання розвитку НС на території міста, регіону, держави; 3) розробку та ухвалення управлінських рішень щодо попередження та ліквідації НС, а також мінімізації їх наслідків [1].

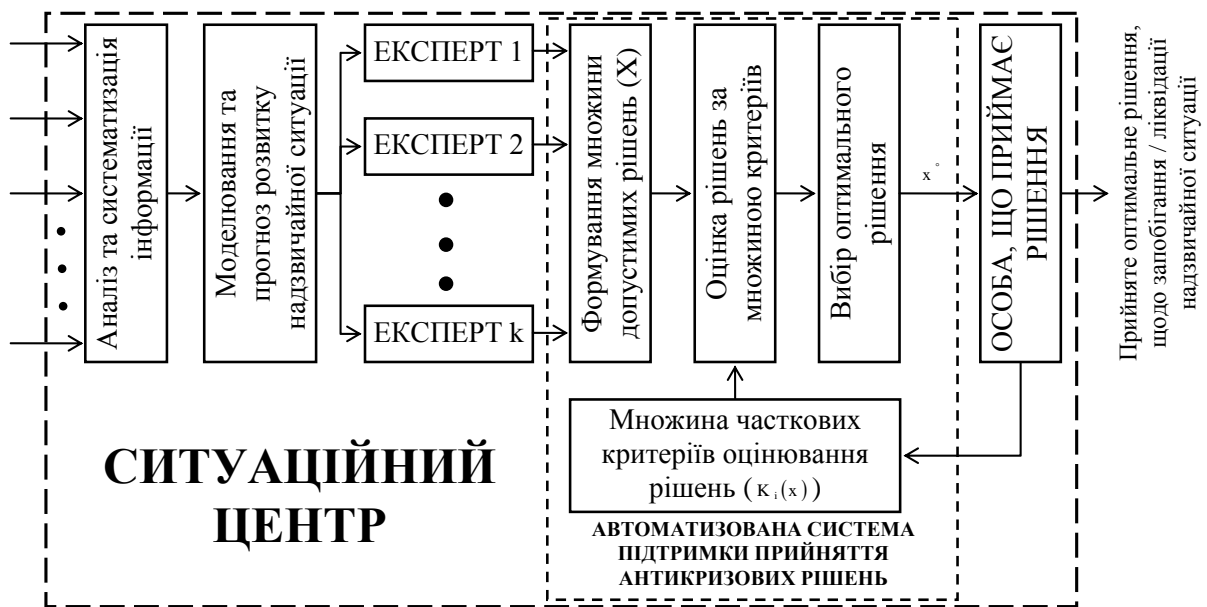


Рисунок 1. – Функціональна схема обґрунтування оптимальних антикризових рішень для забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності держави при надзвичайних ситуаціях різного характеру, в умовах невизначеності вхідної інформації для експертів системи ситуаційних центрів Єдиної державної системи цивільного захисту

Функціонування, представленої на рис. 1, схеми в умовах повноти вхідної інформації та наявності одного часткового критерію оцінювання множини допустимих рішень не представляє труднощів при обґрунтування оптимальних антикризових рішень. З іншого боку, сучасні проблемні ситуації характеризуються неповнотою знань (невизначеністю) вихідних даних та множиною часткових критеріїв оцінювання. Таким чином, традиційний підхід, заснований на декомпозиції проблеми на дві умовно незалежні задачі –

багатокритеріальної оптимізації в детермінованій, тобто без урахування невизначеності, постановці і прийняття рішення в умовах невизначеності для скалярної цільової функції в сучасних умовах, не задовольняє вимогам практики за точністю й ефективністю.

Це обумовлено тим, що задача багатокритеріальної оптимізації в принципі є некоректною, тому що дозволяє визначити рішення тільки з точністю до області компромісних рішень, а її регуляризація для визначення єдиного рішення, заснована на розрахунку узагальненої багатофакторної скалярної оцінки, базується на погано структурованих, суб'єктивних експертних оцінках, детермінізація яких призводить до великих похибок. З іншого боку, методи прийняття рішень в умовах невизначеності за скалярною оцінкою і очікуваного ефекту, без урахування його багатокритеріальності, так само не адекватні. Тому викає необхідність розвитку методології комплексного вирішення задачі прийняття рішень з урахуванням багатокритеріальності і неповної невизначеності вихідних даних. Допустима множина рішень експертів ситуаційного центру ЄДСЦЗ у загальному випадку включає підмножину узгоджених  $x^S$  та неузгоджених (компромісних)  $x^C$  рішень щодо забезпечення відповідного рівня безпеки на відповідному рівні життєдіяльності (об'єктовому, місцевому, регіональному та державному) при НС. Особливістю останньої підмножини є неможливість покращити ні одного часткового критерію  $k_i(x)$ ,  $i = \overline{1, n}$  без погіршення якості хоч би одного іншого часткового критерію. Крім того, ефективне рішення  $x^\circ$  обов'язково належить області компромісів. Це означає, що задача багатокритеріальної оптимізації

$$x^\circ = \arg \underset{x \in X}{\text{extr}} \langle k_i(x) \rangle, \forall i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

не має рішення, тобто є некоректною задачею згідно Адамару, оскільки у загальному випадку не забезпечує визначення єдиного оптимального рішення із множини компромісів  $x^C$ . У зв'язку з цим, виникає задача багатокритеріальної оптимізації.

Таким чином, створення в Україні ситуаційних центрів, як елементів ЄДСЦЗ, відбувається в умовах імовірнісного територіально-часового розподілу джерел виникнення небезпек. Це обумовлюється невизначеністю параметрів, які впливають на умови нормального функціонування території України. У зв'язку з цим виникає проблема прийняття оптимальних антикризових рішень в умовах невизначеності щодо забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності держави.

Показано, що процедура прийняття експертами ситуаційного центру управлінських антикризових рішень ускладнюється тим, що необхідними умовами ефективності рішень є їх своєчасність, повнота й оптимальність. Тому, підвищення ефективності прийнятих рішень пов'язане з необхідністю рішення задачі багатокритеріальної оптимізації в умовах невизначеності. Це потребує розробки формальних, нормативних методів і моделей для комплексного рішення проблеми прийняття рішень в умовах багатокритеріальності й невизначеності при управлінні процесами запобігання та локалізації НС для забезпечення ефективного функціонування ЄДСЦЗ за трьома групами критеріїв, а саме: показники забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності; показники функціональної спроможності ЄДСЦЗ; показники фінансових затрат на функціонування цієї системи безпеки [2].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тютюник В.В., Калугін В.Д., Писклакова О.О. Основоположні принципи створення у єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій. Збірник

наукових праць "Системи управління, навігації та зв'язку". Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2018. №4(50). С. 168–177.

2. Рубан І.В., Тютюник В.В., Тютюник О.О. Особливості створення системи підтримки прийняття антикризових рішень в умовах невизначеності вхідної інформації при надзвичайних ситуаціях. Науковий журнал "Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони". Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 2021. №1(40). С. 75–84.

**УДК 351.862**

## **ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ НА КРИТИЧНО ВАЖЛИВОМУ ОБ'ЄКТІ**

*Сидоренко В.Л., д.т.н., доцент, Єременко С.А., д.т.н., доцент,  
Прусський А.В., д.т.н., доцент, Демків А.М., Васильєв І.О., к.ю.н.,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Розгляд виникнення і розвитку техногенних аварій, вибір критерію вихідної події, а також аналіз і опис конкретних аварій дозволяє виділити основні п'ять етапів виникнення і розвитку надзвичайної ситуації на критично важливому об'єкті [1]:

- 1) повсякденне і екстремальне накопичення небезпечних факторів;
- 2) виникнення вихідної події;
- 3) розвитку техногенної аварії;
- 4) локалізація і ліквідація аварії;
- 5) оцінка віддалених наслідків від аварії.

Накопичення негативних небезпечних факторів виявляється в підвищенні значення ймовірності вихідної події. Ця ймовірність має зростати і падати, вона може усвідомлювати чи ні, обчислюватися або якісно оцінюватися керівництвом поки ці коливання не досягають критичного порогу. В цей момент часу відбувається перехід до другого етапу. Другий етап визначається як перехід безпосередньо до аварійної ситуації. Його називають етапом екстремального розвитку надзвичайних ситуацій. Суть його полягає в тому, що безліч факторів, що описують стан техногенного об'єкту, зазначають на ньому зростання ризику виникнення надзвичайної ситуації, яке означає, що фактично він вийшов з ладу і його не можна використовувати. Настання другого етапу об'єктивно, але його ще необхідно усвідомити і почати діяти. Це початок екстремального (надзвичайного) управління, що відбувається в момент часу. На цьому етапі можливо п'ять типових випадків розвитку надзвичайної ситуації. Перший, коли починає розвиватися екстремальна ситуація, вжитими заходами всі передумови можливих аварій оперативно ліквідовуються в найкоротший проміжок часу. Критично важливий об'єкт повинен повернутися в початковий стан, де, як і раніше, відбуваються різні процеси накопичення повсякденних негативних факторів. Це момент часу стабілізації. Цей сценарій називають сприятливим. Другий сценарій надзвичайної ситуації носить назву оперативного. Він полягає в тому, що вжитими заходами ризик (імовірність аварії) на критично важливому об'єкті залишається досить високий, але ситуація знаходиться під контролем, проте початкові причини залишаються завершеними. Вони зберігаються досить тривалий час в силу складності або тривалості їх нейтралізації. Третій варіант сценарію розвитку надзвичайної ситуації називають «балансуванням на межі». Фактично відбувається те, що комплексом вжитих заходів, зусиль, дій і т. і., аварія на критично важливому об'єкті не відбувається. Подальшими діями надзвичайна ситуація зводиться до другого, а потім першого сценарію. Четвертий варіант – коли балансуванням на межі не вдалося стримати надзвичайну ситуацію і аварійна подія все-таки настає. П'ятий варіант розвитку надзвичайної ситуації називають невідворотним, коли лавиноподібний

розвиток аварії такий, що станеться в будь-якому випадку. Інтервал часу, що залишається до настання самої вихідної події, можна використовувати для мінімізації негативних наслідків.

Другий етап розвитку надзвичайної ситуації в інформаційному плані більш складний. З одного боку, законодавчі акти України вимагають інформувати громадян про всі аваріях, що впливають на їхнє життя і здоров'я, а з іншого боку, неправильно подана інформація може викликати паніку серед населення. Наприклад, будь-яка інформація з АЕС про нестандартну ситуацію викликає у громадян реакцію, що тепер називають «Чорнобильським синдромом» або фактором Фукусіми. Тут необхідно зазначити таку інформаційну характеристику, як її цілісність. Якщо висвітлювати розвиток надзвичайної ситуації не в повному обсязі, що вона розвивалася, і небезпеки вже немає, а тільки висмикувати окремі факти з контексту, то подібне інформування населення може стати джерелом паніки, що будуть проявлятися в масовому від'їзді громадян або скупкою продуктів довгого зберігання.

Особливе питання, коли надзвичайна ситуація розвивається за відносно сприятливому (другому або третьому) сценарію. Залучення додаткових сил і засобів дозволяє тримати все під контролем, але будь-яка інформація, що потрапила в руки некомпетентних людей, може призвести до негативних наслідків серед населення. З цих причин весь інформаційний обмін повинен бути конфіденційним. У той же час інформація про розвиток надзвичайної ситуації, про всі технічні служби, що використовуються в технологічному процесі, а також в інтересах запобігання екстремальній обстановки, так і взаємодіючими підрозділами, що надають допомогу.

Третій етап розвитку надзвичайної ситуації – це наступ самої аварійної події. Якщо вона швидкоплинна, наприклад, падіння літака на АЕС, час – відповідає часу катастрофи. Якщо ж вона тривале, як лісова пожежа, то – це час початку аварійної події. З моменту його початку воно проходить фази розвитку, апогею, загасання і припинення.

Четвертий етап – ліквідація наслідків аварії. Він характеризується також ступенем зниження. Ще раз відзначимо, що цей етап може бути швидкоплинним (до декількох хвилин) і більш тривалим (кілька діб і більше). Кожна з аварійних подій має свій початок, розвиток, апогей, загасання і закінчення. Наприклад, розглянемо аварійну подію, пов'язану з потрапляння літака на корпус АЕС, вибух, загоряння горючих речовин і матеріалів – це початок вихідної події. Потім поширення вогню, збільшення площі пожежі, зростання температури горіння тощо – це розвиток події, що досягає свого апогею – найвищої точки розвитку. Прийнятими заходами пожежа гаситься, зменшується площа загоряння – це затухання події. Нарешті, пожежа повністю загашена і оглядом всіх приміщень реакторної установки нових джерел загоряння не виявлено – це закінчення події.

Цей етап характеризується так само, як і третій період, ступенем зниження очікуваного збитку. Це також етап прогностичних і ліквідаційних заходів. Якщо аварійна подія швидкоплинна, то воно настає після третього етапу. У разі, якщо аварійна подія носить тривалий характер, то четвертий етап, а саме, виконання прогностичних розрахунків, визначення необхідних сил і засобів для ліквідації аварії і безпосередньо ліквідаційні заходи виконуються в найкоротший термін. Цей етап може охоплювати проміжок часу від кількох годин до кількох днів. Він завершиться тоді, коли всі ознаки і наслідки аварії ліквідовані і немає ніякої загрози нормальному повсякденному життю і діяльності людей.

П'ятий етап – віддалені наслідки, що можуть проявлятися через десятки місяців або через десятки років (наприклад, у дітей батьків, що брали участь в ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи).

Відповідно до етапності розвитку надзвичайної ситуації силами цивільного захисту здійснюються такі заходи:

- 1) запобігання виникненню надзвичайної ситуації;
- 2) реагування на надзвичайну ситуацію;
- 3) ліквідація наслідків надзвичайної ситуації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Єременко С.А., Пруський А.В., Демків А.М. Захист критичної інфраструктури в умовах надзвичайних ситуацій: монографія. За заг. ред. П.Б. Волянського. Київ, 2021. 375 с.

**УДК 351.861**

### АЛГОРИТМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ АНТИКРИЗОВИХ РІШЕНЬ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ ГЕОФІЗИЧНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Тютюнник В.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України  
Агазаде Т.Х., ад'юнкт, НУЦЗ України*

З метою розвитку науково-технічних основ створення системи підтримки прийняття на окремій території Земної кулі антикризових рішень в умовах виникнення геофізичних надзвичайних ситуацій (НС), які пов'язані з землетрусами магнітудою  $\geq 5$ , в роботі на базі фізичних уявлень, які розкрито у графічному вигляді на рис. 1, проведено регресійне моделювання залежності кількості виникнення землетрусів на окремій території Земної кулі від загальної кількості виникнення землетрусів на планеті. У якості регресійної моделі в роботі обрано степеневу функцію у вигляді:

$$N_{OT}(N_{\Sigma}(t)) = A_{OT}(N_{\Sigma}(t) - N_{OT_0})^{\alpha_{OT}}, \quad (1)$$

де  $N_{OT}(t)$  – прогнозована кількість землетрусів на окремій території Земної кулі;  $A_{OT}$  та  $\alpha_{OT}$  – показники, які характеризують фізичні властивості сейсмічної активності окремої території Земної кулі;  $N_{OT_0}$  – показник, який визначає прояви "ефекту триггеру" щодо сейсмічної активності окремої території в енергетичних мовах сейсмічної активності Земної кулі;  $N_{\Sigma}(t)$  – загальна кількість землетрусів на Земній кулі;  $t$  – час спостереження.

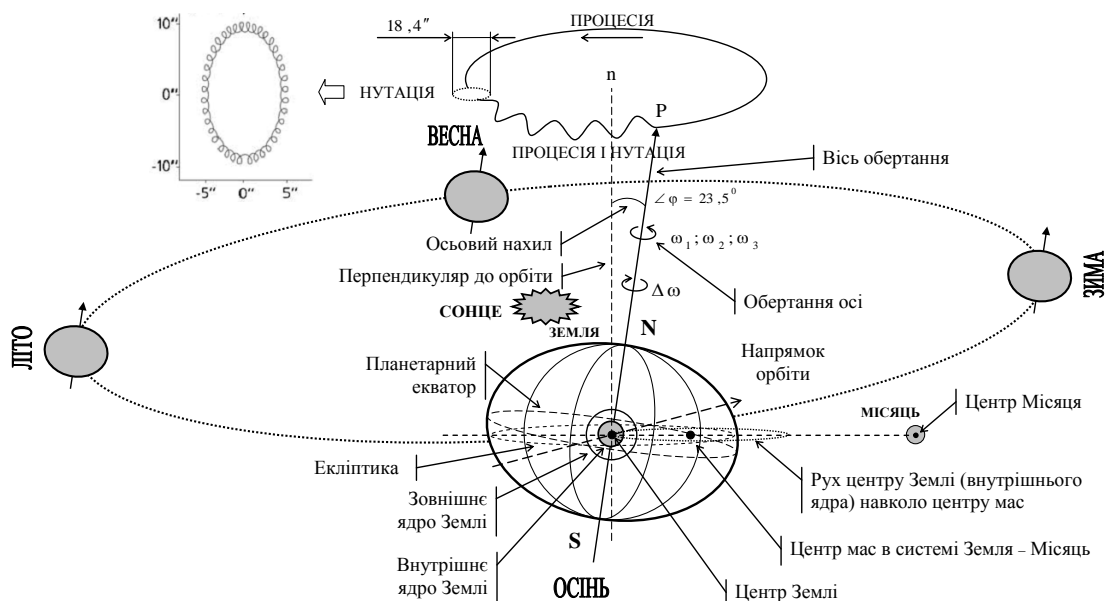


Рисунок 1. – Схема руху внутрішнього ядра Землі в системі нелінійних енергетичних взаємодій Сонце–Земля–Місяць [1–3]

Результати регресійного моделювання зміни за період 2009–2020 рр. рівня сейсмічної активності території Азербайджану від динаміки сейсмічної активності Земної кулі (враховані землетруси з магнітудою  $5,0 \leq M < 6,0$ ) має вигляд:

$$N_{\text{Азерб}}(N_{\Sigma}(t)) = 4,4 \cdot 10^{-3} (N_{\Sigma}(t) - 180)^{1,0288} \quad (2)$$

Отримані результати математичного моделювання лягли в основу розробки алгоритм підтримки прийняття для населення і території Азербайджану антикризових рішень в умовах виникнення геофізичних НС, який у відповідності до даних рис. 2 передбачає комплексне виконання підрозділами Міністерства з надзвичайних ситуацій Азербайджанської Республіки та Республіканським центром сейсмологічної служби при Національній академії наук Азербайджану наступних п'яти функцій.

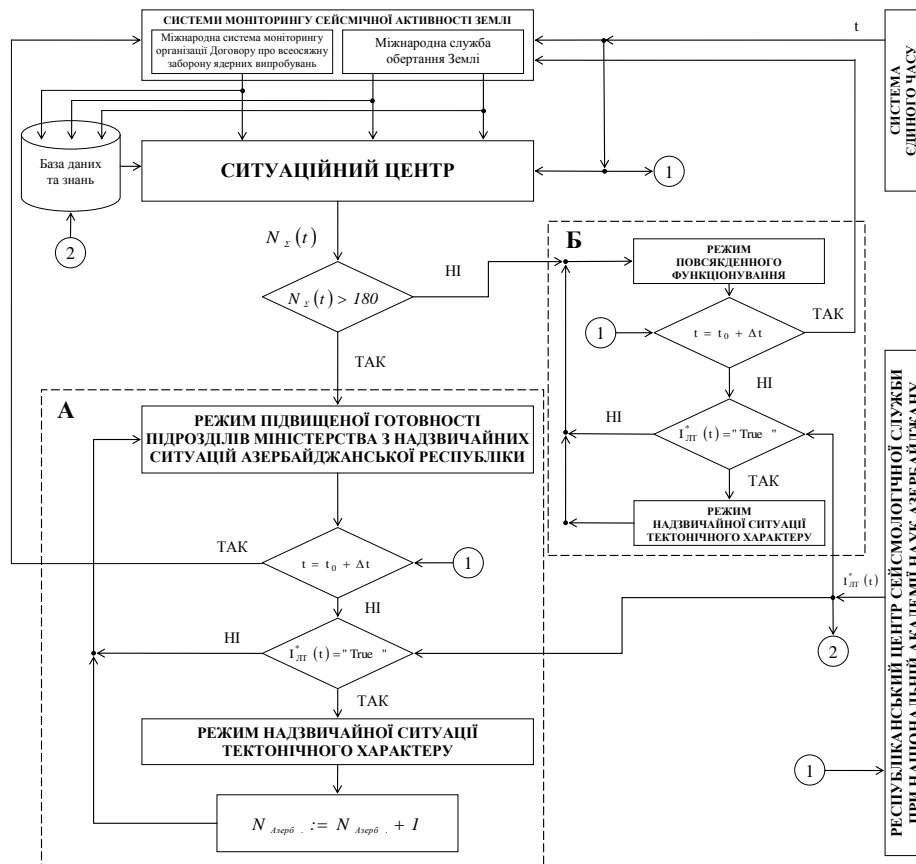


Рисунок 2. – Алгоритм підтримки прийняття антикризових рішень щодо взаємодії між підрозділами Міністерства з надзвичайних ситуацій Азербайджанської Республіки та Республіканським центром сейсмологічної служби при Національній академії наук Азербайджану в умовах виникнення геофізичних надзвичайних ситуацій [4]

1. Безперервний моніторинг параметрів руху Земної кулі в системі Сонце–Земля–Місяць та сумарної сейсмічної активності Земної кулі. Інформація у реальному масштабі часу надходить від Міжнародної служби обертання Землі та Міжнародної системи моніторингу організації Договору про всеосяжну заборону ядерних випробувань.

2. Безперервний моніторинг сейсмічної активності території Азербайджану Республіканським центром сейсмологічної служби при Національній академії наук Азербайджану.



3. Прогнозування, за результатами моніторингових спостережень, сейсмічної активності території Азербайджанської Республіки ( $N_{\text{Азерб.}}(t)$ ). Процедуру прогнозу представлено на рис. 3, яка характеризується оцінкою рівня сейсмічної активності окремих територій Земної кулі в залежності від сейсмічної активності планети.

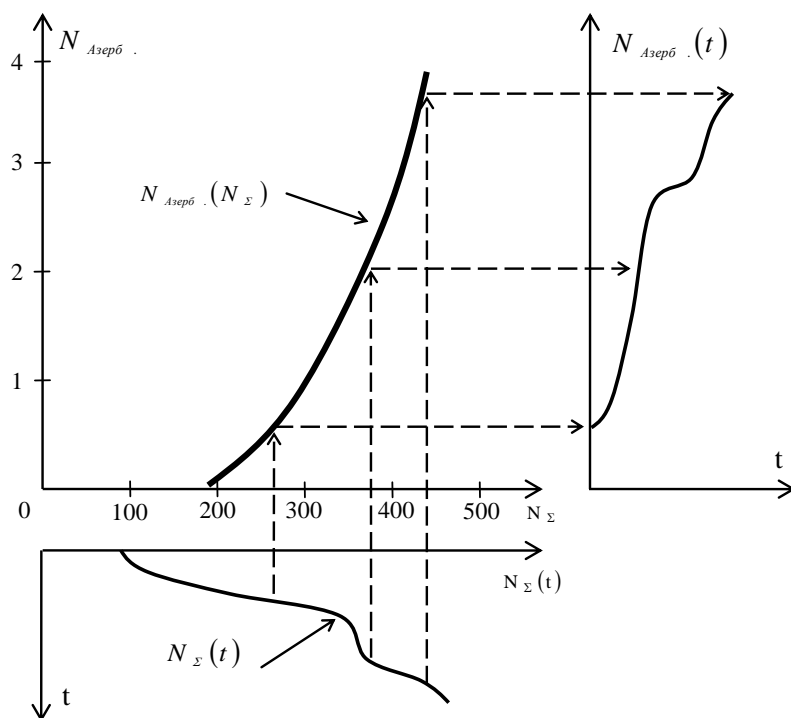


Рисунок 3. – Процедура прогнозування сейсмічної активності територій Азербайджану в умовах динаміки сейсмічної активності Земної кулі

4. Реалізація на території Азербайджану режиму підвищеної готовності для підрозділів Міністерства з надзвичайних ситуацій Азербайджанської Республіки.

5. Реалізація на території Азербайджану режиму геофізичної надзвичайної ситуації (землетрус).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тютюник В.В., Черногор Л.Ф., Калугин В.Д., Агазаде Т.Х. Оценка влияния энергетических эффектов в системе Солнце–Земля–Луна на уровень сейсмической активности территории земного шара. *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2017. Вип. 6(46). С. 238–246.

2. Тютюник В.В., Черногор Л.Ф., Калугин В.Д., Агазаде Т.Х. Оценка влияния вариаций скорости осевого вращения Земли на уровень сейсмической активности локальных территорий. *GEOINFORMATIKA*. Київ: Інститут геологічних наук НАН України, 2018. № 3(67). С. 36–48.

3. Tiutiunyk V., Kalugin V., Pysklakova O., Yaschenko O., Agazade T. Hierarchical clustering of seismic activity local territories Globe. *EUREKA: Physics and Engineering*, 2019. No. 4. Pp. 41–53.

4. Тютюник В.В., Черногор Л.Ф., Калугин В.Д., Агазаде Т.Х. Інформаційно-технічний метод моніторингу та прогнозування рівня сейсмічної небезпеки локальної території Земної кулі. *Системи обробки інформації*. Харків: Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2020. Вип. 2(161). С. 99–113.

## ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТИВНОГО МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЕКОСИСТЕМИ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*Тютюник В.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України*

*Калугін В.Д., д.х.н., професор, НУЦЗ України*

*Захарченко Ю.В., аспірантка,*

*ДУ "Український науково-дослідний інститут екологічних проблем"*

Актуальним напрямком підвищення ефективності функціонування Єдиної державної системи цивільного захисту України (ЄДСЦЗ) є забезпечення стану стабільного функціонування природно-техногенно-соціальної системи України в умовах територіально-часового розподілу потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) та об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН), а також в умовах прояву екологічної нестабільності [1]. Одним із ключових засобів забезпечення безпеки функціонування ПНО та ОПН є врахування досвіду експлуатації, що включає в себе проведення обліку та аналізу порушень у роботі ПНО та ОПН, впровадження коригувальних заходів для усунення виявлених причин і запобігання повторення порушень, а також проведення оперативного моніторингу рівня забруднення екосистеми прилеглих до ПНО та ОПН зон.

Слід відзначити, що при виникненні аварії на ПНО та ОПН необхідно здійснити оперативну побудову поля забруднення екосистеми із заданою точністю, що забезпечить: прийняття обґрунтованих управлінських рішень стосовно необхідної кількості сил та засобів для ліквідації наслідків аварії; здійснення заходів евакуації населення із зони забруднення з урахуванням визначення шляхів евакуації з мінімальною їх довжиною в зоні забруднення.

Для досягнення необхідної точності під час побудови поля забруднення екосистеми необхідно застосовувати регулярну сітку з відомими значеннями рівня забруднення у вузлах, що дозволить використати відомі методи інтерполяції. Разом з тим, у зоні навколо ПНО та ОПН можуть функціонувати стаціонарні пости моніторингу, які мають нерегулярне розміщення, що унеможливорює забезпечення необхідної точності при побудові поля забруднення.

Таким чином, актуальною науково-прикладною проблемою є розробка моделей та методів проведення оперативного моніторингу рівня забруднення екосистеми внаслідок аварії на ПНО та ОПН. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є застосування БПЛА для здійснення оперативної побудови поля забруднення із заданою точністю [2, 3].

Формулювання моделі об'єданого застосування стаціонарних постів моніторингу рівня забруднення екосистеми (у режимі повсякденного функціонування ПНО та ОПН) та БПЛА (у режимах аварійної та надзвичайної ситуацій на ПНО та ОПН) здійснено на основі аналізу ефективності функціонування стаціонарних постів моніторингу радіоактивного забруднення навколо об'єктів ядерної енергетики (ОЯЕ).

Нехай задано об'єкт ядерної енергетики – Рівненська АЕС, що представлена на рис. 1 у вигляді точки  $A(0,0)$ . Стаціонарні пости радіаційного моніторингу, які розташовано у тридцяти кілометровій зоні навколо ОЯЕ, та проводять оцінку радіаційної небезпеки для екосистеми у режимі повсякденного функціонування ОЯЕ, мають вигляд множини точок  $P_m(x_m, y_m)$ ,  $m = 1, \dots, N_S$ , де  $N_S$  – кількість стаціонарних постів радіаційного моніторингу.

Необхідно визначити мінімальну кількість  $N$  БПЛА, яка застосовується для проведення аварійного моніторингу радіоактивного забруднення екосистеми внаслідок аварії на АЕС, при цьому мають виконуватися наступні обмеження: побудова поля радіоактивного забруднення екосистеми має здійснюватися із заданою точністю  $\varepsilon$ ; час на побудову поля забруднення з урахуванням розгортання систем БПЛА має не перевищувати гранично

припустимого  $T^*$ ; регулярна сітка  $S(2R, s_{x'}, s_{y'}, w_x, w_y)$  має будуватися з урахуванням вектору напрямку вітру  $\vec{w} = (w_x, w_y)$ , причому основою сітки є квадрат (рис. 2), в який вписане коло радіусу  $R$  (як правило  $R = 30$  км) із центром у точці  $A(0,0)$ . Радіус кола визначається за допомогою наступної умови: сітці мають належати стаціонарні наземні пости радіаційного моніторингу  $P_m(x_m, y_m)$ ,  $m = 1, \dots, N_M$ ; БПЛА  $F_{ij}$ ,  $i = 1, \dots, N_F$  ( $N_F$  – кількість видів БПЛА),  $j = 1, \dots, N_i$  ( $N_i$  – кількість БПЛА  $i$ -го виду),  $N = \sum_{i=1}^{N_F} N_i$ , мають розміщуватися на визначених місцях  $V_k(x_k, y_k)$ ,  $k = 1, \dots, N_k$ , та в процесі польоту фіксують дозу гамма-випромінювання у вузлах сітки.

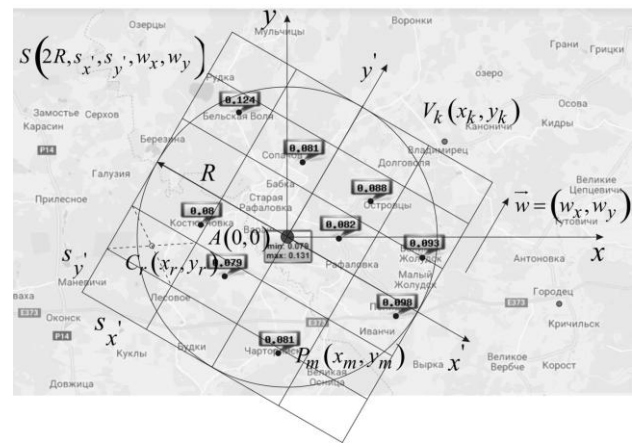
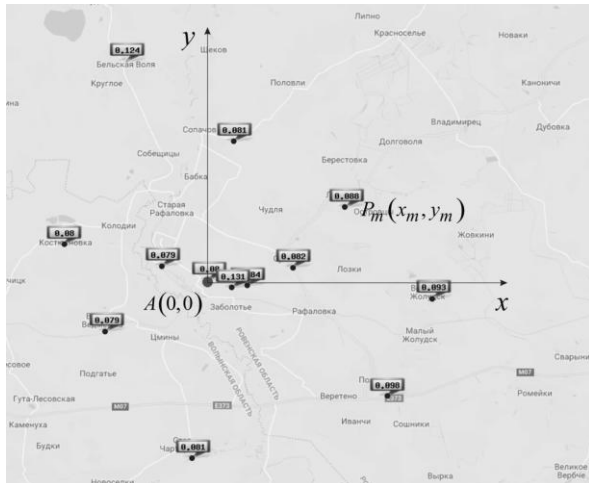


Рисунок 1 – Схема розташування Рівненської АЕС та стаціонарних постів радіаційного моніторингу у тридцяти кілометровій зоні навколо станції

Рисунок 2 – Побудова регулярної сітки для реконструкції поля радіоактивного забруднення

Мають також враховуватися технічні характеристики кожного виду БПЛА, а саме, швидкість, час польоту, максимальна дальність польоту, час розгортання тощо.

Таким чином, модель аварійного моніторингу радіоактивного забруднення внаслідок аварії на АЕС за допомогою безпілотних літальних апаратів має наступний вид:

$$\min_w N(L), \quad (1)$$

де  $w$  :

$$\frac{|\Phi_{q+1}(C_r) - \Phi_q(C_r)|}{\Phi_q(C_r)} \leq \varepsilon; \quad r = 1, \dots, N_C; \quad (2)$$

$$\frac{|\Phi_{q+1}(P_m) - \Phi_q(P_m)|}{\Phi_q(P_m)} \leq \varepsilon; \quad m = 1, \dots, N_M; \quad (3)$$

$$\max T(l_{ij}) \leq T^*; \quad i = 1, \dots, N_F; \quad j = 1, \dots, N_i; \quad L = \sum_{i=1}^{N_F} \sum_{j=1}^{N_i} l_{ij}; \quad (4)$$

$$P_m(x_m, y_m) \in S(2R, s_{x'}, s_{y'}, w_x, w_y); \quad m = 1, \dots, N_M; \quad (5)$$

$$F_{ij} \in V_k(x_k, y_k); \quad i = 1, \dots, N_F; \quad j = 1, \dots, N_i; \quad N = \sum_{i=1}^{N_F} N_i; \quad k = 1, \dots, N_k. \quad (6)$$

Вираз (1) являє собою цільову функцію, причому  $L$  – сумарна довжина польоту БПЛА. Обмеження (2) та (3) являють собою умову побудови поля забруднення із заданою точністю  $\varepsilon$ . Тут  $C_r(x_r, y_r)$  – точки, що знаходяться на перетину діагоналей кожної комірки сітки, причому кількість комірок дорівнює  $N_c$ ;  $\Phi_q(C_r)$  та  $\Phi_{q+1}(C_r)$  – значення поля забруднення у відповідних точках на  $q$  та  $q+1$  ітераціях;  $P_m(x_m, y_m)$  – стаціонарні пости радіаційного моніторингу, кількість яких дорівнює  $N_M$ ;  $\Phi(P_m)$  – рівень гамма-випромінювання, зафіксований стаціонарними постами радіаційного моніторингу. Обмеження (4) являє собою умову побудови поля забруднення протягом часу  $T$ , який залежить від маршрутів  $l_{ij}$  БПЛА  $F_{ij}$  і не перевищує заданого  $T^*$ . Обмеження (5) являє собою умову належності постів радіаційного моніторингу регулярній сітці  $S(2R, s_{x'}, s_{y'}, w_x, w_y)$ . Обмеження (6) описує належність БПЛА  $F_{ij}$  фіксованим місцям їх розміщення  $V_k(x_k, y_k)$ ,  $k = 1, \dots, N_k$ .

Таким чином, задача, яка описується сумою положень (1)÷(6), є комбінованою, тобто відноситься як до класу задач комбінаторної оптимізації, так і до класу задач трасування.

Особливості моделі аварійного моніторингу радіоактивного забруднення за допомогою БПЛА внаслідок аварії на АЕС: цільова функція визначається в процесі розв'язання задачі; обмеження (2)÷(4) є нелінійними, а (5) та (6) – дискретними; загальна кількість обмежень дорівнює  $N_c + 2N_M + 2N_F N_i$ .

Слід відзначити, що для визначення початкових розмірів комірки регулярної сітки  $s_{x'}$  та  $s_{y'}$  можна скористатися, наприклад, дослідженням поля радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Далі, в процесі розв'язання задачі, розміри комірки коригуються відповідно до обмежень (2) та (3).

Запропонована у самому загальному вигляді динамічна модель оперативного моніторингу рівня забруднення екосистеми внаслідок аварій на об'єктах ядерної енергетики потребує подальшого ретельного дослідження та можливого спрощення по складовим її обмеженням.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403-VI // Голос України 2012. листопад (№ 220 (5470)). С. 4–20.

2. Іванець Г.В., Тютюник В.В., Калугін В.Д., Поспелов Б.Б., Захарченко Ю.В. Алгоритм оцінки ефективності покриття території надзвичайної ситуації автоматизованими пристроями контролю небезпечних факторів при їх розкиданні з безпілотного літального апарату в умовах нестабільностей повітряного середовища // Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: Національний університет цивільного захисту України. 2017. Вип. 25. С. 45–56.

3. Тютюник В.В., Соболев О.М., Калугін В.Д., Захарченко Ю.В. Формування динамічної моделі оперативного моніторингу рівня забруднення екосистеми внаслідок аварій на об'єктах ядерної енергетики // Екологічна безпека та природокористування. Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. 2020. № 1(33). С. 95–114.

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АКУСТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДЖЕРЕЛ ТЕРОРИСТИЧНИХ НЕБЕЗПЕК

*Тютюник В.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України,  
Калугін В.Д., д.х.н., професор, НУЦЗ України,  
Усачов Д.В., викладач, НУЦЗ України*

З метою розвитку науково-технічних основ створення системи штучного інтелекту для моніторингу терористичних дій, в роботі представлені результати дослідження амплітудно-частотних спектрів акустичної емісії (АЕ) процесу горіння целюлозовмісних матеріалів (як одних з основних матеріалів, які використовуються для реалізації підпалів та нападів при організації терористичних дій у вигляді порушень правопорядку на окремій території) різного фізико-хімічного складу. Технічна реалізація цього ефекту при розробці автоматизованих пристроїв контролю акустичного простору, як складових системи оперативного геоінформаційного моніторингу за зоною терористичних дій, спрямована на раннє виявлення джерел терористичних небезпек для умов нормального функціонування території держави.

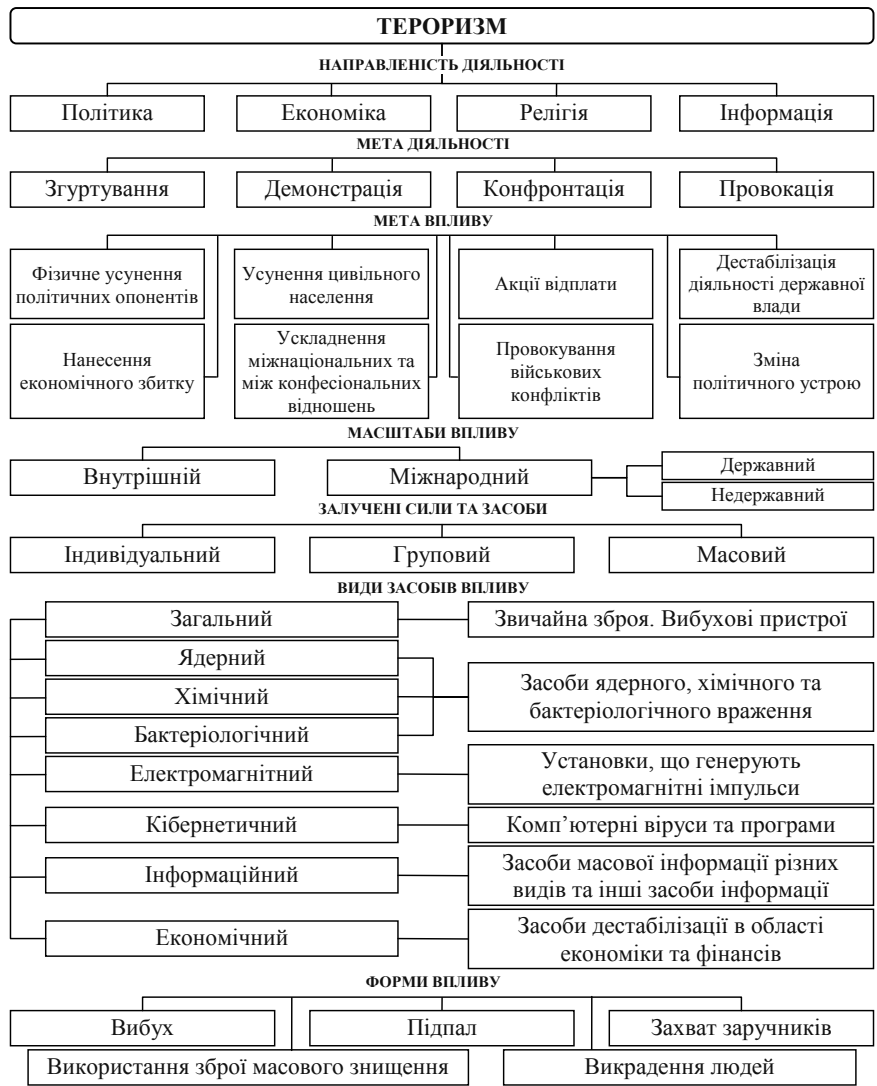


Рисунок 1. – Схема класифікації тероризму за видами небезпек

Однією із форм впливу терористів на умови нормального функціонування локальної території, як природно-техногенно-соціальної системи, є підпали (див. рис. 1), невід'ємною складовою яких є хімічна реакція горіння, яка супроводжується виділенням значної кількості теплоти, диму і газів, а також випромінюванням світла. Процес горіння являє собою швидкий окислювально-відновний процес, при якому горюча речовина з'єднується з окислювачем і виділяється енергія та продукти розкладання.

Загальними закономірностями пожеж є: 1) горіння з виділенням тепла і продуктів повного та неповного згорання; 2) массообмен, що виникає внаслідок утворення на пожежі конвекційних газових потоків, які забезпечують надходження свіжого повітря в зону горіння та відведення продуктів горіння з неї; 3) тепло, що виділяється в зоні горіння, передається в навколишнє середовище і частково витрачається на нагрів горючих речовин, будівельних конструкцій тощо і таким чином робить можливим самостійне розповсюдження процесу горіння.

В роботі авторами зроблене припущення про перспективи створення пристрою акустичного контролю терористичних дій, в основу функціонування якого закладений принцип аналізу властивостей акустичних коливань, які випромінюються джерелом загорання в результаті прояву ефекту акустичної емісії, як хвильового чинника на етапах прояву і розвитку пожежної небезпеки на локальній території у результаті підпалів, які скоюють терористи.

Фізико-хімічна суть прояву акустичної емісії при підпалі полягає в тому, що в процесі протікання окислювально-відновної реакції виникає спектр коливань, пов'язаних з виникненням і руйнуванням на молекулярному рівні напружень в кристалічній решітці матеріалу. При горінні же рідкої фази відбувається переміщення мас реагентів і продуктів та утворення бульбашок газу, що призводять до коливань навколишнього середовища об'єкта загорання (кавітаційні явища). Чим більше молекул речовини задіяні в процесі протікання реакції, тим інтенсивніше горіння та могутніше випромінюється звукове коливання. Ефект акустичної емісії має місце на всіх стадіях горіння, поки є деструкція матеріалу і температурний градієнт всередині вогнища горіння. При появі відкритого полум'я, коли реакція горіння переходить в стійку стадію, інтенсивність звукових коливань різко зростає. Це обумовлено при горінні твердих тіл посиленням ефектів деструкції і деформації матеріалу. Збільшення інтенсивності звукових коливань при горінні рідинно фазних матеріалів пов'язано з переходом в стадію кипіння поверхневого шару на границі полум'я. При цьому необхідно відзначити, що і саме полум'я викликає значні коливання повітря за рахунок нерівномірності течії реакції горіння. Крім того, виділення газових складових при горінні як твердих, так і рідких речовин, також призводить до локальних коливань повітря в місці виходу газу із зони горіння.

Дослідження, які були проведені у роботах [1–3], лягли в основу подальших науково-технічних досліджень спектральних характеристик горіння різного роду матеріалів в умовах реалізації підпалів при організації терористичних дій у вигляді порушень правопорядку на локальній території, з метою розробки автоматизованих пристроїв контролю акустичного простору, як складових системи оперативного моніторингу за зоною терористичних дій, рівнем небезпеки в ній та прогнозування виникнення нових ризиків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Левтеров А.А., Тютюник В.В., Калугин В.Д., Ольховиков С.В. Использование эффекта акустической эмиссии при раннем обнаружении возгорания целлюлозосодержащих материалов объектовой подсистемой универсальной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций в Украине. Прикладная радиоэлектроника. 2017. Т.16. №1–2. С. 23–40.

2. Левтеров А.А., Тютюник В.В., Калугин В.Д. Методы идентификации процесса горения целлюлозосодержащих материалов на основе эффекта акустической эмиссии. Проблемы пожарной безопасности. 2017. Вып.42. С. 72–84.

3. Левтеров О.А., Калугин В.Д., Тютюник В.В. Пат. 127254 Україна, МПК (2006) А62С 3/00, G01R 29/26 (2006.01), G08С 19/00, G08В 31/00. Спосіб раннього виявлення осередку займання. Власник патенту: Національний університет цивільного захисту України. № u201801387; заявл. 12.02.2018; опубл. 25.07.2018, бюл. № 14.

УДК 351.861

## ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЗАГРОЗ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЇ, ЩО ЦИРКУЛЮЄ У ПРОЦЕСІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЄДИНОЇ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Тютюник В.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України*

*Тютюник О.О., к.т.н., доцент,*

*Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця*

*Заболотний В.І., к.т.н., доцент,*

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

В Україні для забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту функціонує Єдина державна система цивільного захисту (ЄДСЦЗ), яка складається з функціональних і територіальних підсистем та повинна забезпечувати необхідний рівень безпеки життєдіяльності в умовах надзвичайних ситуацій різної природи [1–3]. У процесі функціонування ЄДСЦЗ являє собою систему з рознесеними у просторі та часі складовими, які пов'язані між собою великими потоками різного роду інформації [4–7]. Показник ризику виникнення загроз для інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, можливо представити як [8]:

$$R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} = \sum_{i=1}^3 R_{\text{ЄДСЦЗ}_i}^{\text{Інформац}}, \quad (1)$$

де  $R_{\text{ЄДСЦЗ}_1}^{\text{Інформац}}$  – показник ризику для інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується розголошенням інформації;  $R_{\text{ЄДСЦЗ}_2}^{\text{Інформац}}$  – показник ризику для інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується витоком інформації;  $R_{\text{ЄДСЦЗ}_3}^{\text{Інформац}}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ.

Показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, включає наступні складові:

$$R_{\text{ЄДСЦЗ}_3}^{\text{Інформац}} = \sum_{k=1}^3 R_{\text{ЄДСЦЗ}_{3,k}}^{\text{Інформац}}, \quad (2)$$

де  $R_{\text{ЄДСЦЗ}_{3,1}}^{\text{Інформац}}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується втратою інформації;  $R_{\text{ЄДСЦЗ}_{3,2}}^{\text{Інформац}}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується зміною інформації;  $R_{\text{ЄДСЦЗ}_{3,3}}^{\text{Інформац}}$  – показник ризику для комп'ютерної

інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації.

Найбільш небезпечним з позицій інформаційної безпеки в даний час вважається несанкціонований доступ до комп'ютерної інформації. Показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації, включає наступні складові:

$$R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} \cdot_{3.3} = \sum_{g=1}^9 R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} \cdot_{3.3.g}, \quad (3)$$

де  $R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} \cdot_{3.3.1}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації шляхом перегляду інформації (на екранах комп'ютерів, на друкуючих пристроях тощо);  $R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} \cdot_{3.3.2}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації шляхом копіювання програм і даних (копіювання з інформаційних носіїв і жорстких дисків при слабкому захисті комп'ютерів, при поганій організації зберігання копій і архівів, при читанні даних по лініям зв'язку в мережах, при отриманні інформації за рахунок встановлення спеціальних закладок тощо);  $R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} \cdot_{3.3.3}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації шляхом зміни потоку повідомлень (в тому числі застосування закладок, що змінюють передану інформацію, при тому, що на екрані вона залишається без змін);  $R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} \cdot_{3.3.4}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації шляхом зміни конфігурації комп'ютерних засобів (зміна прокладки кабелів, зміна комплектації комп'ютерів і периферійних пристроїв під час технічного обслуговування, завантаження сторонньої операційної системи для доступу до інформації, встановлення додаткового порту для зовнішнього пристрою тощо);  $R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} \cdot_{3.3.5}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації шляхом зміни розташування комп'ютерних засобів та/або режиму обслуговування та умов експлуатації. Це – установка додаткових пристроїв поблизу комп'ютерів (систем пожежної та охоронної сигналізації, телефонних мереж, систем електроживлення тощо), зміни розташування комп'ютерів для поліпшення доступу до інформації (візуального спостереження);  $R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} \cdot_{3.3.6}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації шляхом несанкціонованої модифікації контрольних процедур (наприклад, при перевірці аутентичності електронного підпису, якщо він виконується програмними засобами);  $R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформац}} \cdot_{3.3.7}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації шляхом підробки та/або додавання об'єктів, які не є легальними, але володіють основними властивостями легальних об'єктів (наприклад, додавання підроблених записів в файл). Особливо це небезпечно при



використанні систем автоматизованого обліку різних об'єктів;  $R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформація}}_{3.3.8}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації шляхом додавання фальшивих процесів та/або підміна справжніх процесів обробки даних фальшивими. Це відноситься як до роботи операційних систем, так і особливо до роботи пакетів прикладних програм;  $R_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформація}}_{3.3.9}$  – показник ризику для комп'ютерної інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, який характеризується отриманням несанкціонованого доступу до інформації шляхом фізичного руйнування апаратних засобів або переривання функціонування комп'ютерних засобів різними способами з метою часткового або повного знищення інформації, що зберігається.

При одночасному впливі на інформацію, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, декількох процесів небезпеки, необхідно враховувати можливість прояву синергетичного ефекту [9, 10]. У цьому випадку імовірність перевищення нормативного показника для двох спільних аспектів небезпеки для інформації, що обертається у процесі функціонування ЄДСЦЗ можна розрахувати як:

$$P_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформація}}_{i,j} = P_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформація}}_{i,1} + P_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформація}}_{i,2} - P_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформація}}_{i,1} \cdot P_{\text{ЄДСЦЗ}}^{\text{Інформація}}_{i,2} \quad (4)$$

Таким чином, в роботі представлено результати розповсюдження ризико-орієнтованого підходу для оцінки виникнення загроз для інформації, що циркулює у процесі функціонування ЄДСЦЗ, як системи з рознесеними у просторі та часі складовими, які пов'язані між собою великими потоками різного роду інформації. Представлені результати є однією з складових комплексного підходу щодо розвитку наукових основ формування системи національної безпеки держави.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403-VI // Голос України. – 2012.– листопад (№ 220(5470)). – С. 4 – 20.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 року № 11 «Про затвердження Положення про Єдину державну систему цивільного захисту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF>
3. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 січня 2017 року № 61-р. «Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/61-2017-%D1%80>
4. Закон України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» від 05 жовтня 2017 року № 2163-VIII. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19#Text>
5. Указ Президента України Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 27 січня 2016 року «Про Стратегію кібербезпеки України» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/96/2016>
6. Постанова кабінету міністрів України від 19.06.2019 р. № 518 «Про затвердження Загальних вимог до кіберзахисту об'єктів критичної інфраструктури». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/518-2019-%D0%BF#Text>
7. Наказ ДСНС від 01 жовтня 2020 року № 533 «Про затвердження Положення з організації заходів забезпечення кібербезпеки ДСНС».
8. Рубан І.В., Тютюник В.В., Заболотний В.І., Тютюник О.О. Особливості розповсюдження ризико-орієнтованого підходу до оцінки вразливості об'єктів кіберзахисту.

*Науковий журнал "Безпека інформації".* Київ: Національний авіаційний університет, 2020. Т.26. №3. С. 145–155.

9. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012, 312 с.

10. Тютюник В.В., Писклакова О.О. Теорія систем та системний аналіз. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2020, 104 с.

**УДК 351.861**

## **РЕЗУЛЬТАТИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЗА РІВНЕМ ПРИРОДНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ**

*Тютюник В.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України*

*Тютюник О.О., к.т.н., доцент,*

*Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця*

*Яценко О.А., к.е.н., доцент, НУЦЗ України*

*Удянський М.М., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

*Лукиша Р.Т., к.н. з держ. упр., НУЦЗ України*

Класифікацію регіонів держави за кількістю виникнення НС природного та техногенного характеру виконано за допомогою кластерного аналізу, який полягає у знаходженні груп схожих об'єктів у вибірці даних, так званих кластерів, які характеризуються наступними основними властивостями: щільність, дисперсія, розмір, форма та віддільність. Під щільністю мається на увазі властивість, яка дозволяє визначити кластер, як скупчення точок у просторі даних, відносно щільне у порівнянні з іншими областями простору, що містять або малу кількість точок або не містять їх взагалі. Дисперсія характеризує міру розсіювання точок у просторі відносно центра кластера. Розмір кластера тісно пов'язаний з дисперсією. Форма кластера визначається положенням точок у просторі. При зображенні кластерів у вигляді різних форм виникає необхідність визначення «зв'язаності» точок у кластері у вигляді відносної міри відстані між ними. Міри відстані зазвичай не обмежені зверху та залежать від вибору шкали (масштабу) вимірів. Віддільність характеризує міру перекриття кластерів і наскільки далеко один від одного вони розташовані у просторі [1–4].

При визначенні міри відстані однією з найбільш відомих відстаней є евклідова відстань, яка визначається як:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{z=1}^p (X_{iz} - X_{jz})^2}, \quad (1)$$

де  $d_{ij}$  – відстань між об'єктами  $i$  та  $j$ ;  $X_{iz}$  – абсолютне значення  $z$ -ї змінної для  $i$ -го об'єкта;  $X_{jz}$  – абсолютне значення  $z$ -ї змінної для  $j$ -го об'єкта.

Проте при аналізі міри відстані оцінка схожості сильно залежить від відмінностей у зрушеннях даних; так, змінні, що характеризуються великими абсолютними значеннями та стандартними відхиленнями, можуть зменшити вплив змінних, які характеризуються малими абсолютними значеннями та стандартними відхиленнями. Тому для зменшення цього впливу в роботі перед визначенням міри відстані  $d_{ij}$  проведений процес стандартизації даних, що базується на нормалізації змінних до одиничної дисперсії та нульового середнього:

$$X_{iz}^* = \frac{X_{iz} - M[X_i]}{\sigma_{X_i}}; \quad X_{jz}^* = \frac{X_{jz} - M[X_j]}{\sigma_{X_j}}, \quad (2)$$

где  $X_{iz}^*$ ,  $X_{jz}^*$  – стандартизовані значення z-х змінних для i-го та j-го об'єктів;  $M[X_i]$ ,  $M[X_j]$  – математичні очкування, характерні для змінних i-го та j-го об'єктів;  $\sigma_{X_i}$ ,  $\sigma_{X_j}$  – стандартні відхилення, характерні для змінних i-го та j-го об'єктів.

Відомі методи кластерного аналізу можна розподілити на дві групи – ієрархічні та неієрархічні методи. Суть ієрархічної кластеризації полягає у послідовному об'єднанні менших кластерів у великі, так звані агломеративні методи, або в розділенні великих кластерів на менші, так звані дивізімні методи.

Використання методу Варда, як одного з широко використовуваних агломеративних методів при ієрархічній кластеризації основних змінних, що визначають умови повсякденного функціонування території та прояву техногенної небезпеки, а також при ієрархічній кластеризації регіонів України відповідно за значеннями цих змінних, дозволило нам отримати нові результати. Перевага методу Варда полягає в тому, що він відрізняється від усіх інших агломеративних методів, оскільки використовує методи дисперсійного аналізу для оцінки відстані між кластерами. Метод мінімізує суму квадратів дисперсії для кластерів, які можуть бути сформовані на кожному кроці.

На першому кроці проведено кластерний аналіз областей за кількістю виникнення НС природного характеру. Аналіз вибірки включав 175 спостережень по території України за період 2015–2021 рр. із кроком спостереження – один рік. Результати кластеризації областей України за кількістю виникнення НС природного характеру представлені у вигляді дендрограми на рис. 1 та у картографічному вигляді на рис. 3.

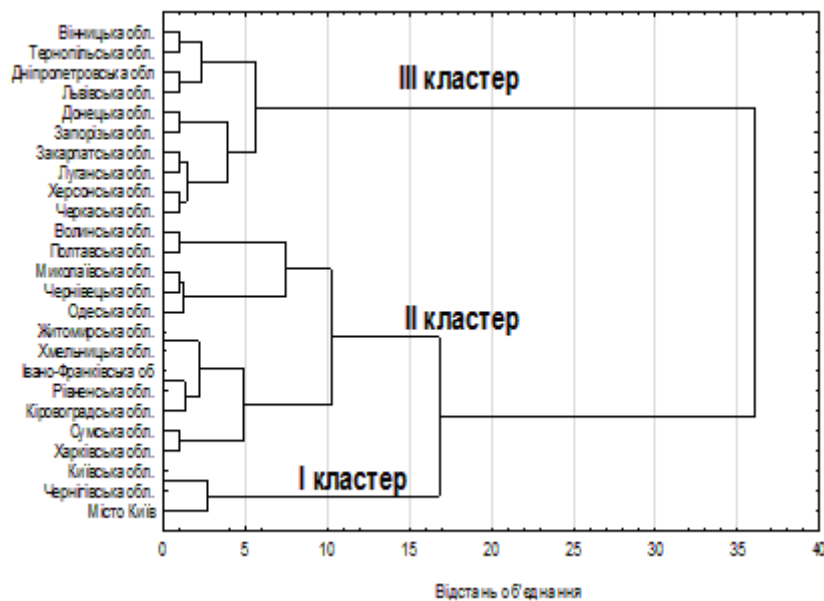


Рисунок 1. – Дендрограма кластеризації областей України за кількістю виникнення НС природного характеру за 2015–2021 рр.

На рис. 1 і 2 спостерігається розділення території України на райони з різною кількістю виникнення НС природного характеру за 2015–2019 рр.. Комплексний аналіз держави дозволило розділити територію України на три основних кластери. До першого кластеру, з високим рівнем виникнення НС природного характеру, відносяться Київська та Чернігівська області, а також місто Київ. Кількість виникнення НС природного характеру у цих областях



На рис. 4 і 5 спостерігається розділення території України на райони з різною кількістю виникнення НС техногенного характеру за 2015–2021 рр. Комплексний аналіз держави дозволило розділити територію України на три основних кластери. До першого кластеру, з високим рівнем виникнення НС техногенного характеру, відносяться Київська, Запорізька та Миколаївська області, а також місто Київ. Кількість виникнення НС техногенного характеру у цих областях знаходиться на рівні  $K_{НС}^{Техн} = 5 \div 6$  НС. До другого кластеру, з середнім рівнем виникнення НС техногенного характеру, відносяться Дніпропетровська, Одеська, Донецька, Житомирська, Львівська, Чернігівська, Закарпатська, Херсонська, Полтавська та Сумська області. Кількість виникнення НС техногенного характеру у цих областях знаходиться на рівні  $K_{НС}^{Техн} = 3 \div 4$  НС. До третього кластеру, з відносно низьким рівнем виникнення НС техногенного характеру, відносяться інші області держави. Кількість виникнення НС техногенного характеру у цих областях знаходиться на рівні  $K_{НС}^{Техн} = 0 \div 2$  НС.



Рисунок 4. – Картографічне представлення результатів кластеризації областей України за кількістю виникнення НС техногенного характеру за 2015–2021 рр.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андронов В.А., Дівізійук М.М., Калугін В.Д., Тютюник В.В. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2016. 319 с.
2. Ким Дж.-О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж.-О. Ким, Ч.У. Мюллер, У.Р. Клекка, М.С. Олдендерфер, Р.К. Блэшфилд; пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
3. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / А.А. Халафян. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.
4. Тютюник В.В., Тютюник О.О., Ященко О.А., Удянський М.М. Кластеризація регіонів України за рівнем небезпеки та шляхи підвищення ефективності функціонування єдиної державної системи цивільного захисту в умовах невизначеності вхідної інформації про виникнення надзвичайних ситуацій. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, 2021. №1(11). С.75–84.

**ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ  
УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ  
НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ**

*Тютюник В.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України*

*Яценко О.А., к.е.н., доцент, НУЦЗ України*

*Тютюник О.О., к.т.н., доцент,*

*Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця*

Розвиток і укрупнення соціотехнічних систем супроводжується зростанням небезпеки і тяжкості наслідків техногенних аварій. Інноваційна діяльність на даному етапі розвитку стає важливим фактором в управлінні соціально економічними і технічними системами, що обумовлює реалізацію технічних і організаційних передумов створення ефективних засобів і систем, а також організацію управлінських процесів, спрямованих на істотне зниження техногенних ризиків [1, 2].

Транспортна логістика є важливою складовою економічної системи держави, що забезпечує економічне зростання і соціальне благополуччя. У той же час недоліки організації транспортної логістики при несприятливих обставинах, як правило, стають джерелами нестабільності в соціально-економічних системах. Одна з ключових цілей чинної транспортної стратегії України - підвищення рівня безпеки транспортної системи і зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Ефективне управління безпекою транспортної системи неможливо без використання сучасних засобів і систем моніторингу.

Для пошуку шляхів підвищення рівня безпеки перевезення небезпечних вантажів, а також мінімізації масштабу наслідків у разі виникнення аварії необхідно провести аналіз функціонування системи транспортної логістики і системи екстреного реагування. Такий аналіз можна провести на основі функціональних моделей, що реалізуються за допомогою стандарту IDEF0 — Function Modeling — методологія функціонального моделювання і графічного опису процесів, призначена для формалізації і опису бізнес-процесів. Особливістю IDEF0 є її акцент на ієрархічне представлення об'єктів, що значно полегшує розуміння предметної області. В IDEF0 розглядаються логічні зв'язки між роботами, а не послідовність їх виконання в часі (WorkFlow). Так само відображаються всі сигнали управління. Така модель є однією з найпрогресивніших моделей і використовується в організації бізнес проектів, що базуються на моделюванні всіх процесів як адміністративних, так і організаційних.

Для забезпечення стійкого зв'язку з системою екстреного реагування з метою інформування про інциденти на автомобільному транспорті з небезпечним вантажем пропонується:

впровадження в транспортну логістику системи безперервного інформаційного обміну; оснащення автомобільного транспорту технічними засобами автоматичної ідентифікації інцидентів при транспортуванні НВ; проведення додаткових організаційних заходів з водіями і посадовими особами, відповідальними за організацію перевезення НВ; забезпечення екстрених служб програмними засобами підтримки ОПР з управління профілактичною діяльністю, реагуванням та ліквідацією наслідків аварій.

Необхідність створення для реалізації вищеписаних заходів інформаційно-аналітичної системи (ІАС) підтримки управління безпекою, яка включає в себе (рис.1): підсистему управління ризиками; підсистему управління реагуванням.

Кожна підсистема включає в себе функціональні підсистеми, реалізовані у вигляді баз даних, програмного забезпечення і апаратної частини. Сукупність усіх функціональних підсистем буде реалізована в розробляемому програмно-апаратному комплексі (ПАК).

Підсистема управління ризиками виконує функцію прогнозування ризиків транспортування ОГ в реальному масштабі часу. За рахунок прогнозування ризиків ЛПР визначає час встановлення і скасування режиму підвищеної готовності сил і засобів екстрених служб і готує відповідні розпорядження службам екстреного реагування.



Рисунок 1. – Функціональна структура інформаційно-аналітичної системи підтримки управління безпекою автомобільної транспортування небезпечних вантажів

У підсистему управління ризиками включені наступні складові:

1. Підсистема збору відомостей про перевезених небезпечних вантажах забезпечує зв'язок між транспортною логістикою і автоматизованої інформаційно-керуючою системою РСЧС, а також збір і зберігання відомостей про перевезених небезпечних вантажах і маршрутах перевезення.

Реалізація інформаційного обміну між системами транспортної логістики та автоматизованої інформаційно-керуючою системою здійснюється за рахунок:

- документального забезпечення управління (ДЗУ), що є найважливішою обслуговуючою функцією управління;
- забезпечення електронного документообігу (ЗЕД).

Використання ЗЕД забезпечує підтримку спільної роботи, що в свою чергу дозволяє проводити спільну роботу співробітників і організацій, навіть якщо вони розділені територіально, зі збереженням результатів цієї роботи.

Підсистема збору та аналізу даних моніторингу здійснює збір моніторингової інформації про перевозяться небезпечні вантажі (географічні координати місцезнаходження транспортних засобів, середня швидкість руху).

Дана система аналізує інформацію, що надходить і здійснює прогноз пересування об'єктів за встановленим маршрутом.

Підсистема прогнозування ризиків аналізує всю отриману інформацію та проводить прогнозування ризиків, пов'язаних з перевезенням небезпечних вантажів.

Підсистема установки ступеня готовності сил і засобів екстрених служб відображає результати прогнозування ризиків на картах ГІС, в таблицях і діаграмах. ОПР на основі отриманої інформації формує управлінські рішення по установці ступеня готовності сил і засобів екстрених служб.

Підсистема управління реагуванням на автомобільні аварії з небезпечним вантажем забезпечує підтримку прийняття управлінських рішень ОПР екстрених служб при виникненні аварійного інциденту на автомобільному транспорті з небезпечним вантажем.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тютюник В.В., Калугін В.Д., Писклакова О.О. Основоположні принципи створення у єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій. *Збірник наукових праць "Системи управління, навігації та зв'язку"*. Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2018. №4(50). С. 168–177.

2. Рубан І.В., Тютюник В.В., Тютюник О.О. Особливості створення системи підтримки прийняття антикризових рішень в умовах невизначеності вхідної інформації при надзвичайних ситуаціях. *Науковий журнал "Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони"*. Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 2021. №1(40). С. 75–84.

УДК: 35.071.2

## МЕТОД ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ ЕКСТРЕНИХ СЛУЖБ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ

*Усачов Д.В., викладач, НУЦЗ України*

Наприкінці ХХ століття перед країнами Європи піднялося питання щодо ефективного реагування на надзвичайні ситуації, що призвело до введення такого поняття, як централізоване управління взаємодії екстрених служб. Вони спиралися на успішний досвід США, які з кінця 1960-х років розпочали реалізацію програми створення системи забезпечення виклику екстрених оперативних служб через єдиний номер, визначивши в якості такого номера «911». Незважаючи на всі успіхи служби, її ефективність не одразу вийшла на високий рівень. Поступово з'являлися певні проблеми щодо якості обслуговування, поки не було розроблено відповідної законодавчої бази, яка повинна була відображати всі питання створення і взаємодії служб порятунку, її фінансування і певні обов'язки, відповідальність громадян за хибні виклики, які призводять до перевантажування системи [1].

Дивлячись на успіхи зростання ефективності з реагування на небезпечні події та зменшення наслідків надзвичайних ситуацій служби «911» в країнах НАТО постійно зростала потреба в створенні свої єдиної системи, тому наприкінці 90-х років європейські країни підписали відповідну телекомунікаційну угоду, в якій була розроблена концепція створення Європейської асоціації з питань екстреної служби «112». Тому можна сказати, що прообразом системи «112» стала служба порятунку «911». В Україні поки що немає єдиної системи, яка б підтримувалася на законодавчому рівні та успішно вводилася в єдину державну систему ситуаційних центрів (СЦ). За функціональним призначенням СЦ можна розділити на три основні класи:

- СЦ для управління технологічними процесами;
- СЦ для адміністративного управління, та безпеки;
- СЦ для наукових досліджень / навчання.



Розрізняються вони не тільки за характером обробки даних, що збираються, але і за професійністю диспетчерів, що залучаються до роботи СЦ, а також користувачів, що мають доступ до результатів аналітичної обробки інформації.

Досвід інших країн повинен спонукати нашу країну кардинальним чином переглянути не тільки своє уявлення про систему безпеки держави і суспільства в роки великого розвитку технологій у світі, але й внести зміни в законодавство, і виявити пріоритетні напрями розвитку.

З кінця 2018 року в Україні почав працювати місцевий ситуаційний центр, який розташований у місті Дніпро. Його система побудована у вигляді спеціальної мережі, яка складається з оптичних мереж з комутаційним обладнанням, які встановлені по всьому місту. Ситуаційний центр включає в себе 780 відеокамер, в рамках програми "Безпечне місто". До цих камер надходить інформація в реальному часі, а потім з них по оптичних лініях вона передається в центр обробки даних. Необхідність в провадженні системи сприяло появі великої кількості камер відео нагляду, які не працюють в єдиній комплексній мережі і не несуть ефективної допомоги в реагуванні на надзвичайні ситуації [2]. В Києві та Харкові вже затверджені проекти єдиних центрів за відповідним номером. Головними завданнями цих проектів стануть:

- прийом екстрених викликів від населення за єдиним номером;
- моніторинг подій, передача інформації службам реагування;
- моделювання можливих екстрених ситуацій та етапи їх розвитку.

Ці завдання повинні адаптувати країну до норм Європейського Союзу і поліпшити сервіс для українців, надавати громадянам своєчасну допомогу високого професійного рівня з можливістю спілкування іноземними мовами, оперативне залучення необхідних екстрених служб, що є вирішальним фактором при наданні допомоги, ліквідації надзвичайних ситуацій та рятування людей. Впровадження номера «112» з переправленням повідомлень на інші служби екстреної допомоги повинно здійснюватися вчасно в ручному режимі за рахунок наявної штатної чисельності диспетчерів у підрозділах, які обробляють прийняту ними інформацію. Питання щодо впровадження такої системи в Україні піднімалося ще перед «Євро-2012», створювалися відповідні нормативні документи. Внаслідок чого було прийнято Закон «Про систему екстреної допомоги населенню за єдиним номером 112» від 13 березня 2012 року. В якому визначається порядок функціонування системи, організаційні засади щодо впровадження такої ідеї та потрібні законодавчі аспекти. Основними принципами є оперативне та цілодобове реагування на екстрені виклики та комплексний підхід до надання екстреної допомоги населенню [3].

Перед впровадженням системи потрібно:

- провести аудит за допомоги незалежної іноземної компанії;
- розробити матеріальну базу, яка буде функціонувати на загальнодержавному рівні;
- розробити концепції міжвідомчої взаємодії міністерств, які будуть залучені в роботі ситуаційних центрів.
- перевести приватні координаційні центри на єдине державне програмне забезпечення, яке буде контролюватися з боку держави.

Єдина мережа "112" повинна супроводжуватися не тільки дзвінками, тому що з'являється більше джерел отримання інформації про екстрені випадки і надзвичайні ситуації. На вулицях міст встановлюється багато камер відеоспостереження, але їх функції обмежені або супроводжуються приватними фірмами. В європейських країнах все камери спостереження супроводжуються системою "112", таким чином екстрені служби швидше відстежують та реагують на різні види надзвичайних ситуацій. Така практика успішно працює вже багато років, як в США, так і в більшості країн Європи.

Але нашій країні потрібно багато років, щоб це втілити в життя, оскільки такий проект технічно дуже важко реалізувати через те, що немає відповідного державного

підприємства, яке повинно розробити стратегію впровадження та розвитку єдиної державної системи ситуаційних центрів. Якщо кілька років тому істотною передумовою зупинки впровадження ситуаційних центрів була ціна проекту, то сьогодні ця проблема відійшла на другий план. Необхідність змін в технології управління та переваги таких ситуаційних центрів стали очевидні настільки, що керівному складу відповідних служб від них вже важко відмовитися.

Тому висновком можна зробити те, що для ефективного впровадження принципів ситуаційного управління та створення державної мережі ситуаційних центрів органам влади України принципово необхідно розуміння повної концепції, яка повинна бути закріплена відповідними нормативно-правовими актами країни.

## ЛІТЕРАТУРА

1. История службы 911: будущее чрезвычайной связи. 2021. URL: <https://swsu.ru/sbornik-statey/istoriya-sluzhby-911-budushchee-chrezvychaynoy-svyazi.php> (дата звернення 13.12.2021).
2. Как работает ситуационный центр в Днепре. 2021. URL: <https://www.056.ua/news/2434218/esli-ne-narusaete-sledit-za-vami-ne-budut-kak-rabotaet-situacionnyj-centr-v-dnepre-foto> (дата звернення 13.12.2021).
3. Поліція, швидка й пожежна: як Україна переходить на єдиний екстрений номер. 2021. URL: <https://news.obozrevatel.com/ukr/society/politsiya-shvidka-i-pozhezhna-yak-ukraina-perehodit-na-edinij-ekstrenij-nomer.htm> (дата звернення 13.12.2021).

УДК 666.7.9

### ДО ПИТАННЯ ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ВИКЛИКАНИХ РОЗЛИВОМ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

*Христич О.В., к.т.н., НУЦЗ України  
Ткаченко М.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Аналіз надзвичайних ситуацій останніх років свідчить, що найбільші збитки населенню і державі завдають надзвичайні ситуації техногенного характеру. Серед великої кількості техногенних аварій і катастроф особливу небезпеку несуть хімічно небезпечні об'єкти, що підтверджується багаторічним сумним досвідом. Сьогодні Україна є найбільш критичним регіоном Європи з техногенного навантаження, що у 5-6 разів перевищує середньоєвропейський рівень. У країні перебуває більше 2 тис. великих потенційно небезпечних об'єктів. Проведений розгляд надзвичайних ситуацій техногенного характеру за минулий рік показав, що за останні роки в світі зросла чисельність аварій, пов'язаних із розливом небезпечних хімічних речовин [1].

Цікавить з цього погляду, розглянути, проаналізувати сучасні методи моніторингу та відповідного реагування на прикладі умовної аварії, що сталася на підприємстві ТОВ «НВО СИНТОП» Донецької області, розробити план локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації техногенного характеру, пов'язаної з витоком легкозаймистого розчинника сольвенту ( $C_nH_{2n}(OH)_2$ ) в навколишнє середовище [2].

Підприємством ТОВ «НВО СИНТОП» розроблена унікальна технологія переробки відходів шляхом розчинення з метою отримання ряду корисних товарних позицій власної розробки: будівельних матеріалів різного призначення, м'яких гідроізоляційних матеріалів, гідроізоляційних мастик, лакофарбових виробів промислового призначення, композиційних матеріалів для дорожнього будівництва і т.д.

Досліджена хімічна речовина сольвент ( $C_nH_{2n}(OH)_2$ ) – це легкозаймиста рідина, відноситься до групи розчинників. Одержують із суміші легких вуглеводнів шляхом виділення з вугільного або нафтової сировини. Залежно від джерела, існує кам'яновугільний сольвент, його характерні особливості регламентуються ГОСТом 1928/79, і нафтовий розчинник, властивості якого відповідають вимогам ГОСТу [3]. Сольвент відноситься до групи летючих матеріалів. Процедура його отримання полягає в піролізі нафтових фракцій або після обробки кам'яного вугілля коксуванням. Серед відмінних рис кам'яновугільного сольвенту відзначається високий рівень розчинення всіляких лакофарбових виробів. Після обробки необхідної ділянки речовина швидко випаровується, одночасно поглинаючи все запахи.

Основна складова частина сольвенту – це суміш ароматичних вуглеводнів, їх вміст коливається в межах 56%, крім цього в сольвент входять: нафтени; пара-фіни; ненасичені циклічні вуглеводні. Кам'яновугільний сольвент випускають трьох марок - А, Б і С (в залежності від технології виробництва).

Технічні характеристики продукту включають такі пункти:

- зовнішній вигляд - від прозорої, безбарвної рідини до світло-жовтого відтінку продукту;
- щільність при температурі 20°C - від 0,860 до 0,895 г / см<sup>3</sup>, в залежності від марки;
- летючість по ксилолу в межах 1,8-2,0; зміст фенолу: марка А - 0,01%, Б - 0,02%, С - 0,1%;
- вміст механічних домішок і води відсутні; масова частка сірки: марка А - не більше 0,10%, Б - не більше 0,15%, С - не більше 0,30%.
- межі 90% перегонки в інтервалі температур від 120 до 180°C.

Умови безпечної експлуатації. Будучи токсичною речовиною, вплив на організм сольвенту кам'яновугільного при недотриманні ТБ досить небезпечний. Перевищення ГДК парів провокують наркотичний вплив на центральну нервову систему, що характеризується запамороченням, головним болем і втомою. Спостерігається реакція в верхніх дихальних шляхах і на слизовій оболонці очей. При попаданні на шкіру кам'яно-вугільний розчинник подразнює. Правила експлуатації продукту регламентуються ГОСТом і включають безліч вимог. Серед них: при необережному розлитті кам'яновугільного сольвенту місце огорожується піском. Речовина збирається з використанням тирси або піску з обов'язковим застосуванням спеціальних пристосувань і речей індивідуального захисту, для виключення випадків зіткнення. Але, через те, що температура спалаху сольвенту 27 °С, він може спалахнути, якщо у літній період температура навколишнього середовища більше ніж 36 °С, тому обов'язково розглядаються і заходи протипожежної безпеки.

В результаті дослідження було проаналізовано сучасні методи відповідного реагування на аварії, пов'язані з розливами небезпечних речовин. Проведено огляд засобів індивідуального захисту з подальшою рекомендацією. Розглянуто способи поводження з небезпечними хімічними речовинами в залежності від їх властивостей та поведінки у навколишньому середовищі, а також приведені методи знешкодження хімічних відходів при аваріях даного типу. Запропоновано порядок дій керівного складу та підрозділів при аварії, що виникла при розливі небезпечних хімічних речовин, розроблено план локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації техногенного характеру.

Таким чином, досліджені методи ліквідації умовної аварії, на прикладі підприємства «Науково-виробниче об'єднання «СИНТОП» Донецької області, пов'язаної з витоком легкозаймистого розчинника сольвенту ( $C_nH_{2n}(OH)_2$ ) в навколишнє середовище, можуть бути використані підрозділами радіаційного та хімічного захисту під час надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Інформаційно–аналітична довідка про виникнення НС в Україні у 2020 році [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.dsns.gov.ua/>
2. Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру: Закон України від 08.06.2000 р. Офіц. вісн. України. 2000. № 28. Ст. 1155.
3. ГОСТ 1928/79. ССБТ. Сольвент каменноугольный. Технические условия. Введен 01.01.81.

УДК 351.865:351.746.1 (327)

### ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО СТАНУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРАВОВОГО МЕХАНІЗМУ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ОСОБИСТОСТІ В УКРАЇНІ

*Цимбал Б.М., к.т.н., НУЦЗ України*

*Помаза-Пономаренко А.Л., д.н. з держ. упр., с.д., НУЦЗ України*

*Крюков О.І., д.н. з держ. упр., професор, НУЦЗ України*

Стратегія національної безпеки України (прийнята на період до 2030 року) дає підстави стверджувати, що її відмінною особливістю, що дозволяє якісно її відмежовувати від попередніх стратегій, є принцип людиноцентризму та соціальної орієнтованості [3; 5]. Саме з урахуванням цього аспекту варто проводити розгляд положень як Стратегії національної безпеки України до 2030 року загалом, так й інших стратегічних документів, що мають бути прийняті відповідно до неї [3]. Їх перелік наведено в табл. 1.

Аналіз стану виконання вимоги, що міститься в Стратегії національної безпеки України до 2030 року щодо необхідності розробки інших стратегій, засвідчує, що ставлення до реалізації певних заходів у нашій країні є неоднозначним, бюрократичним і затягнутим у часі. Свідченням цього є те, що виконання вимоги норми Закону України «Про національну безпеку України» [2, ч.1 ст 26], яка стосується особливостей розробки Стратегії національної безпеки, має відбуватися за дорученням Президента України і в термін 6 місяців з моменту вступу Глави держави на пост [2]. Як відомо, шостий Президент України В. Зеленський вступив на посаду 20.05.2019 року, а Стратегія національної безпеки була введена в дію його указом, зокрема 14.09.2021 року [3], а мало б бути наприкінці грудня 2019 року. Очевидно, що ця ситуація засвідчує неналежне виконання вимоги щодо строків розробки такої стратегії (і не якої-небудь вимоги, а законодавчої, адже вона міститься в Законі України «Про національну безпеку України»). Так само не виконується у строки вимога, згідно якої Уряду України та іншим державним органам доручено за відповідними сферами національної безпеки подати у шестимісячний строк на розгляд РНБО України проекти стратегій, наведених у табл. 1, зокрема Стратегії громадської безпеки та цивільного захисту України. Це негативно позначається на стані гарантування системи безпеки загалом.

Отже, сучасний стан функціонування правового механізму публічного управління безпекою особистості в Україні характеризуємо як перманентний. Це зумовлює кристалізацію проблем, наявних у зазначеній сфері, а також появу нових. На наше переконання, вирішити їх можливо за умови застосування системного підходу до формування та функціонування цього механізму. Обґрунтуванню цього підходу будуть присвячені подальші наукові дослідження.

Перелік правових документів, що мають бути розроблені відповідно до Стратегії національної безпеки України до 2030 року

№ з/п	Назва правового документа	Стан виконання
1	Стратегія людського розвитку	введена в дію указом Президента України 02.06.2021 р.
2	Стратегія воєнної безпеки України	введена в дію указом Президента України 25.03.2021 р.
3	Стратегія громадської безпеки та цивільного захисту України	МВС України розроблено проєкт стратегії [1]
4	Стратегія розвитку оборонно-промислового комплексу України	введена в дію указом Президента України 20.08.2021 р.
5	Стратегія економічної безпеки	введена в дію указом Президента України 11.08.2021 р.
6	Стратегія біобезпеки та біологічного захисту	введена в дію указом Президента України 17.12.2021 р.
7	Стратегія інформаційної безпеки	Кабінет Міністрів України 15 вересня 2021 року схвалив Стратегію [4]
8	Стратегія кібербезпеки України	введена в дію указом Президента України 26.08.2021 р.
9	Стратегія зовнішньополітичної діяльності	введена в дію указом Президента України 26.08.2021 р.
10	Стратегія забезпечення державної безпеки	стратегія поки не розроблена

Джерело: складено на підставі [1; 2; 3; 4]

## ЛІТЕРАТУРА

1. МВС розробило проєкт Стратегії громадської безпеки та цивільного захисту України // Новини ДСНС України від 13.05.2021 р. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Ostanni-novini/124095.html>.
2. Офіційний веб-сайт Верховної Ради України. URL: <https://www.rada.gov.ua/>.
3. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 вересня 2020 року «Про Стратегію національної безпеки України» № 392/2020 від 14.09.2020 р. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/3922020-35037>.
4. Стратегія інформаційної безпеки – 2025: що зміниться у сфері цифрових прав. URL: <https://dslua.org/publications/strategiia-informatsiynoi-bezpeky-2025-shcho-zminytsia-u-sferi-tsyfrovyykh-prav/>.
5. Помаза-Пономаренко А.Л. «Національна безпека», [in:] Законодавство України: монографія. Х.: НУЦЗУ. 2018. 168 с.

## КОЕФІЦІЄНТИ ЗАХИСТУ ЛИЦЬОВИХ ЧАСТИН ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ

*Чернуха А.А., к.т.н., доцент, НУЦЗ України  
Журавльова О.С., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України  
Звягин Н.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Для забезпечення постійної готовності газодимозахисної служби до виконання оперативних завдань в непридатному для дихання середовищі, особовий склад повинен надійно захищатись від дії небезпечних хімічних речовин (далі НХР). Експлуатація захисних дихальних апаратів та їх обслуговування повинні здійснюватись відповідно до вимог ДСТУ EN 137-2002 «Засоби індивідуального захисту органів дихання. Апарати дихальні автономні резервуарні зі стисненим повітрям. Вимоги, випробування, маркування» та Настанови з організації газодимозахисної служби в підрозділах оперативно-рятувальної служби (далі ОРС) цивільного захисту МНС України [1]. Згідно нормативних документів, керівник гасіння пожежі або керівник аварійно-рятувальних робіт повинен оцінити можливість захисту особового складу апаратами, якими оснащено підрозділи ОРС. При можливості досягнення гранично-допустимої концентрації (далі ГДК) в підмасочному просторі, експлуатація апарату неприпустима.

Задачею дослідження є визначення залежностей концентрації НХР в підмасочному просторі лицьових частин різних типів. Важливим етапом дослідження дієздатності захисних дихальних апаратів є дослідження зони обтюрації, а саме підсосу отруйних речовин в підмасочний простір. Доцільно провести дослідження лицьових частин ізолюючих апаратів різних типів. Було обрано чотири типи масок.

За величиною ГДК в повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи безпеки (ГОСТ 12.1.007-76):

- 1-й — речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше  $0,1 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$  (свинець, ртуть, озон);
- 2-й — речовини високонебезпечні, ГДК  $0,1 \dots 1,0 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$  (кислоти сірчана та соляна, хлор, фенол, їдкі луги);
- 3-й — речовини помірно небезпечні, ГДК  $1,1 \dots 10,0 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$  (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий);
- 4-й — речовини малонебезпечні, ГДК більше  $10,0 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$  (аміак, бензин, ацетон, гас).

При роботі приладу, навколишнє отруєне середовище моделювалося за допомогою купола. Об'ємна концентрація НХР ( $\text{CO}_2$ ) під куполом підтримувалась постійною 35 %. Дослідження проводилось протягом 3 с. Розрідження в підмасочному просторі підтримувався на рівні  $500 \pm 50$  (Па). Після створення розрідження, фіксувалось значення концентрації отруйної речовини в підмасочному просторі на протязі часу випробування (рис. 1).

Для кожного типу лицьових частин експеримент повторювався 5 разів. Перевірки дисперсії середньоквадратичного відхилення проводилась за критерієм Кохрена для рівня значущості 0,05.

При апроксимації отримана лінійна модель залежності концентрації НХР від часу розрідження в підмасочному просторі та типу лицьової частини (достовірність апроксимації 0,9892).

$$\varphi_{\text{пп}} = A \cdot t, \% \quad (1)$$

де  $A$  – коефіцієнт захисту лицьової частини,  $\text{с}^{-1}$ .

В результаті експериментальних досліджень отримані наступні значення коефіцієнту  $A$  для різних типів лицьових частин. Для лицьової частини, що відповідає рис. 1а,  $A = 0,0419 \text{ с}^{-1}$ ; рис. 1б  $A = 0,0376 \text{ с}^{-1}$ ; рис. 1в  $A = 0,0312 \text{ с}^{-1}$ ; рис. 1г  $A = 0,0231 \text{ с}^{-1}$ .

Якщо припустити, що здатність проникнення в підмасочний простір у різних НХР не нижча ніж у вуглекислого газу, то отримані залежності дозволяють розрахувати можливість захисту особового складу ОРС при дії НХР в режимі нормальної роботи (час розрідження не перевищує 1 с.) та в режимі «паніки» (час розрідження до 10 с. та більше).

Враховуючи, що в нормативних актах ГДК наведена в масовій концентрації ( $C_m$ ),  $\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$ , наведену залежність більш доцільно навести у відповідному вигляді:

$$C_m = A \cdot t \cdot M \cdot V_m^{-1} \cdot 10^4, \text{мг}\cdot\text{м}^{-3}, \quad (2)$$

де  $M$  – молярна маса НХР,  $\text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ;  $V_m$  – молярний об'єм,  $\text{л}\cdot\text{моль}^{-1}$ .

З отриманих залежностей можна заключити, що на підсос навколишнього середовища в підмасочну зону впливають складність конструкції та площа обтюраторії лицьових частин. Так самою надійною виявилась шолом-маска без переговорного пристрою з великою площею обтюраторії, а найбільш небезпечною для використання панорамна маска.

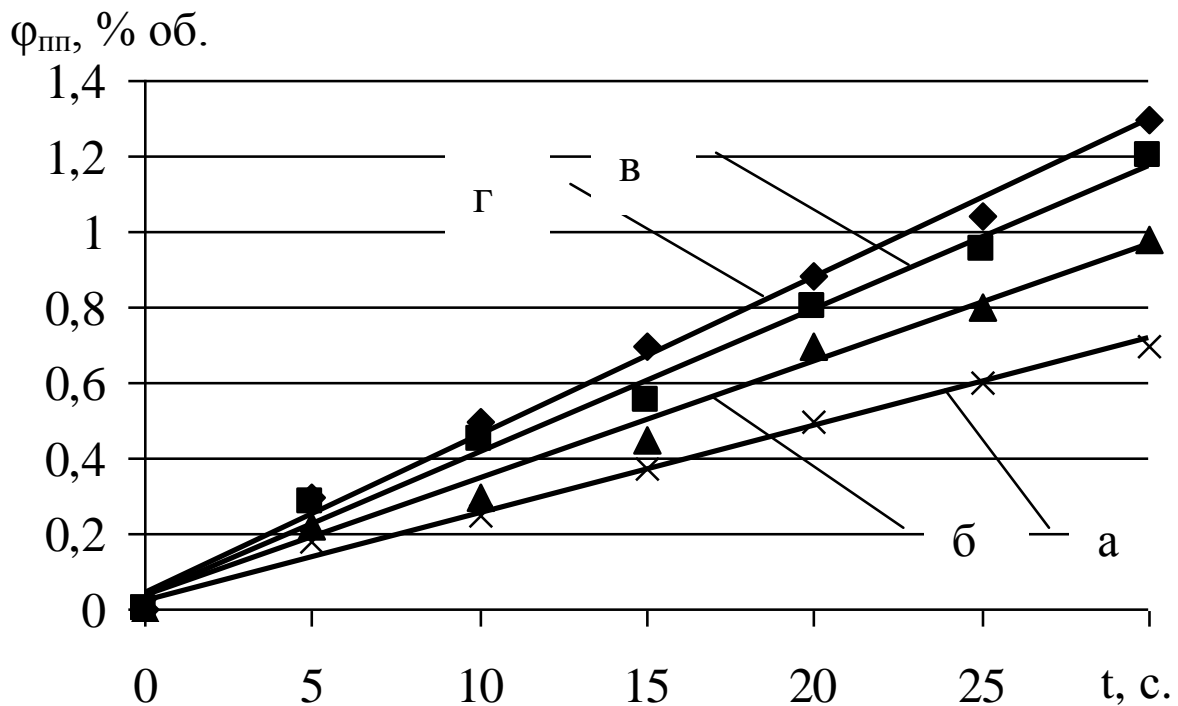


Рисунок 1. – Концентрація CO<sub>2</sub> в підмасочному просторі для лицьової частини різного типу: а) шолом-маска; б) шолом маска (переговорний пристрій); в) лицьова частина панорамного типу (MSA AUER); г) лицьова частина панорамного типу (ППМ-88).

*Висновки.* Встановлено принципи вибору лицьових частин з високим ступенем захисту. Отримано залежність концентрації НХР в підмасочному просторі в залежності від типу лицьової частини і часу розрідження. Для даної залежності виведено коефіцієнти типу лицьової частини апарату. Виведено залежність для отримання масової концентрації НХР в підмасочному просторі, що надає можливість прогнозування та порівняння результату з ГДК НХР.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Чернов С.М., Ковалишин В.В. Ізолюючі апарати. Обслуговування та використання. Навчальний посібник. Львів, “СПОЛОМ”, 2002. 194 с.
2. Стрілець В.М. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Основи створення та експлуатації: Навчальний посібник. Х.: АПБУ, 2001. 118с.
3. Рекомендації для вивчення повітряних протигазів “Drager” PA 90 SERIES {PA 92} у підрозділах гарнізонів пожежної охорони. К.: УДПО МВС України, 1995. 19 с.

УДК 351.861

### ДИРЕКТИВА СЕВЕЗО III І НАЦІОНАЛЬНЕ ЗАКОНОДАВСТВО В СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Чиркіна М.А., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Великі аварії часто викликають серйозні наслідки, про що свідчать такі аварії як у містах Севезо, Бхопал, Швайцерхалле, Енсхеде, Тулуза, а також Бансфілд. Більше того, їх вплив може виходити за межі країн. Наслідки великих аварій можуть виходити за межі держав, а екологічні та економічні витрати у зв'язку з аварією несуть не лише підприємства, що постраждали внаслідок аварії, а й відповідні держави-члени. Тому необхідно встановити та вжити заходів безпеки та заходів, спрямованих на зменшення ризику, для запобігання можливих аварій, зменшення ризику аварій, що виникають, а також мінімізації наслідків у разі їх виникнення, роблячи можливим забезпечення високого рівня захисту на території всього Союзу. Таким чином, існує потреба у гарантії того, що існуючий високий рівень захисту залишиться принаймні незмінним або підвищиться. Сьогодні в країнах Європи впроваджується Директива 2012/18/ЄС (Севезо III) від 4 липня 2012 р про контроль загроз виникнення значних аварій, пов'язаних з використанням небезпечних речовин, та вносить ряд додаткових вимог [1]:

1. Технічні доопрацювання з урахуванням змін в класифікації хімікатів Європейського Союзу (ЄС).
2. Більш відкритий для громадян доступ до інформації про ризики, причиною яких є місцеві компанії, і про те, як себе вести у випадку аварії.
3. Більш ефективні правила щодо участі громадян в проектах планування землекористування.
4. Доступ в суд для тих громадян, які не отримали належний доступ до інформації або участі.
5. Більш суворі стандарти перевірки об'єктів, що гарантують більш ефективне виконання правил безпеки.

Впровадження положень цієї Директиви є одним із зобов'язань, взятих Україною у рамках Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом. Протягом 2018-2019 рр. Координатором проектів Організації з безпеки і співробітництва в Європі (ОБСЄ) в Україні разом з Державною службою надзвичайних ситуацій розроблено матеріали для внесення змін до Закону України № 2245-III «Про об'єкти підвищеної небезпеки» і постанови Кабмін України № 956 «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки».

05 серпня 2021 року Президентом України підписано Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо об'єктів підвищеної небезпеки» (далі – Закон №1686-IX). Про зміни стосовно об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН). Основна мета ухваленого Закону – це зниження ризиків аварій на об'єктах підвищеної небезпеки (ОПН) та погодження чинного законодавства України нормативно-правовими актами ЄС, зокрема,



положеннями Директиви 2012/18/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 04 липня 2012 року щодо контролю загроз виникнення великих аварій, пов'язаних із використанням небезпечних речовин (т.зв. Директива Севезо III).

Закон №1686-ІХ вносить зміни в:

- 1) Кодекс цивільного захисту України,
- 2) Закону України «Про об'єкти підвищеної безпеки»,
- 3) Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності»,
- 4) Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності».

Директива застосовується до підприємств у сфері діяльності з ОПН. Директива не застосовується до:

- полігонів небезпечних відходів, крім тих, на яких можливе визначення кількості небезпечних речовин;
- обладнання, установок, виробництва з наявністю на них лише джерел іонізуючого випромінювання;
- авіаційні, автомобільні, водні, залізничні транспортні засоби, що здійснюють перевезення небезпечних речовин за межами об'єкта;
- об'єкти розвідки, видобутку та розробки корисних копалин, включаючи розвідку та розробку морського дна, на яких небезпечні речовини не підняті на поверхню і перебувають у звичайному природному середовищі, зокрема вуглеводні;
- гідротехнічні споруди, крім тих, що містять речовини, небезпечні для навколишнього природного середовища.

Закон № 1686 набирає чинності через один рік з дня його опублікування, крім пунктів 3 та 4 розділу II «Прикінцеві та перехідні положення», що стосуються:

- забезпечення прийняття Кабінетом Міністрів України протягом одного року з дня набрання чинності цим Законом нормативно-правовими актами, передбаченими цим Законом, приведення своїх нормативно-правових актів у відповідність до нього та забезпечення приведення міністерствами та іншими центральними органами виконавчої влади їх нормативно-правових актів відповідність до цього Закону;
- інформування Кабінетом Міністрів України у 2022 році Верховної Ради України про стан виконання цього Закону. Ці положення набудуть чинності вже з моменту опублікування Закону «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо об'єктів підвищеної безпеки».

Аналіз положень законодавства України у визначеній сфері свідчить, що вони відповідають вимогам Директиви 2012/18/ЄС (ступінь відповідності – високий) та міжнародним стандартам, оскільки, починаючи з 2001 року, Закон України «Про об'єкти підвищеної безпеки» (далі – Закон про ОПН) розроблявся з урахуванням вимог Директиви Ради 96/82/ЄС від 09 січня 1996 року і надалі до нього також вносилися відповідні зміни.

У зв'язку із внесенням Директивою 2012/18/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 04 липня 2012 року про контроль загроз виникнення значних аварій, пов'язаних із використанням небезпечних речовин (далі – Директива Севезо III), 01 червня 2015 року змін до Директиви Ради 96/82/ЄС (Офіційний вісник ЄС, L 197, 24 липня 2012 року, с. 1 – 37) та скасуванням її виникла потреба перегляду відповідних положень чинного законодавства в зазначеній сфері. Під час опрацювання Закону про ОПН виявлено невідповідність його положень положенням Директиви Севезо III [2].

Отже, на сьогодні Закон про ОПН є єдиним законодавчим актом у сфері діяльності ОПН, який, у свою чергу, з урахуванням курсу України на європейську інтеграцію відповідно до Постанови Верховної Ради України від 13 березня 2014 року № 874 «Про підтвердження курсу України на інтеграцію до Європейського Союзу та першочергові заходи у цьому напрямі» потребує внесення змін, а розроблення проекту Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо об'єктів підвищеної

небезпеки» є єдиним шляхом досягнення мети.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Директива 2012/18/ЄС Європейського парламенту і Ради від 4 липня про контроль великих аварій, пов'язаних з небезпечними речовинами 2012 року. 24.7.2012 UA Офіційний вісник Європейського Союзу L 197/35. Законодавчі акти, 2018. № 1.36 с.

2. Пояснювальна записка до проекту Закону України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо об'єктів підвищеної небезпеки" від 19.11.2020 № 4407 (Одержаний ВР України). URL: <https://ips.ligazakon.net/document/GI03728A?an=3>

УДК 37.091.2:614

### МЕХАНІЗМ ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ ЗА ОБ'ЄКТАМИ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

*Черкашин О.В., к.пед.н., НУЦЗ України*

Державний нагляд (контроль) з питань цивільного захисту здійснюється за додержанням та виконанням вимог законодавства у сферах техногенної та пожежної безпеки, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, за діяльністю аварійно-рятувальних служб, а також у сфері промислової безпеки та гірничого нагляду, поводження з радіоактивними відходами відповідно до Кодексу цивільного захисту України (далі – Кодекс ), Закону України "Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності" та інших законодавчих актів [1, с. 2].

Забезпечення пожежної безпеки на території України, регулювання відносин у цій сфері органів державної влади, органів місцевого самоврядування та суб'єктів господарювання і громадян здійснюються відповідно до Кодексу, законів та інших нормативно-правових актів [1, с. 3]. Зокрема, у статті 55 Кодексу прописано, що забезпечення пожежної безпеки суб'єкта господарювання покладається на власників та керівників таких суб'єктів господарювання [1, с. 3]. Також статтею 65 Кодексу визначено, що центральний орган виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сфері техногенної та пожежної безпеки, уповноважений організовувати та здійснювати державний нагляд (контроль) щодо виконання вимог законів та інших нормативно-правових актів з питань техногенної та пожежної безпеки, цивільного захисту і діяльності аварійно-рятувальних служб [1, с. 4].

У разі встановлення порушення вимог законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки, що створює загрозу життю та здоров'ю людей, посадові особи центрального органу виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сферах техногенної та пожежної безпеки, звертаються до адміністративного суду щодо застосування заходів реагування у вигляді повного або часткового зупинення роботи підприємств, окремих виробництв, виробничих ділянок, агрегатів, експлуатації будівель, споруд, окремих приміщень, випуску та реалізації пожежонебезпечної продукції, систем та засобів протипожежного захисту у порядку, встановленому законом.

Згідно із статистичними даними, тільки за останні п'ять років в Україні виникло 272411 пожеж, в яких загинуло 16756 людей, серед яких 484 дитини; отримали травми 8396 людей, з них 722 дитини; було врятовано 19157 людей та 1499 дітей; у 2008 році Україна посіла третє місце серед країн світу за найбільшою кількістю загиблих людей у пожежах [3].

Тож необхідно вдосконалити механізм контролю за станом пожежної безпеки суб'єктів господарювання шляхом розширення інженерно-технічних рішень та

профілактичних заходів на об'єктах, особливо з масовим перебуванням людей з метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій на цих об'єктах (див. рисунок 1).

Тим самим, можна констатувати, що запропонований механізм удосконалення контролю за станом пожежної безпеки суб'єктів господарювання дозволить ефективно вплинути на рівень протипожежного, техногенного та цивільного захисту об'єктів, що в свою чергу є запобіганням виникненню надзвичайних ситуацій.

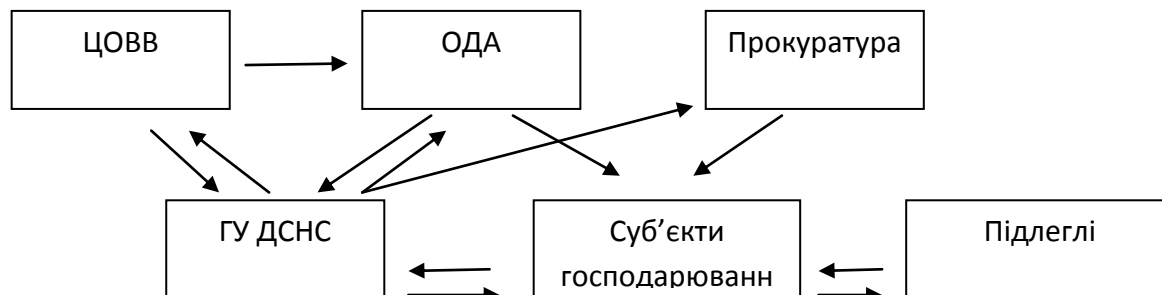


Рисунок 1. – Механізм удосконалення контролю за станом пожежної безпеки об'єктів суб'єктів господарювання

Все це – свідчення на користь теоретичної й практичної потреби досліджуваної теми.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02 жовтня 2012 року № 5403-VI [Електронний ресурс]. Режим доступу до джерела: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>

2. Закон України від 03 листопада 2016 року № 1728-VIII «Про здійснення заходів державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» [Електронний ресурс]. Режим доступу до джерела: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/877-16#Text>.

3. Національна доповідь про стан пожежної та техногенної безпеки в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу до джерела: <http://www.dsns.gov.ua/>.

УДК. 378:623.365

## УДОСКОНАЛЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ РОЗВІДКИ МІСЦЕВОСТІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОДАЛЬШОГО РОЗМІНУВАННЯ

*Шевчук О.Р., к.н. з. держ. упр., НУЦЗ України*

З розвитком суспільства, ростуть потреби в адаптації до ліквідації наслідків спричинених різноманітними винаходами, апаратами або видами діяльності людей. Тому і всі засоби реагування на надзвичайні ситуації, оснащення та екіпірування потребує певного удосконалення, а в певних напрямках і впровадження новітніх технологій [1, 2].

Робототехніка – це прикладна наука, що вивчає та впроваджує розвиток автоматизованих технічних систем (роботів). Ця наука спрямована на створення робототехнічних систем та роботів, призначених для вирішення різноманітних завдань, операцій та технологічних процесів.

# Різновиди роботів

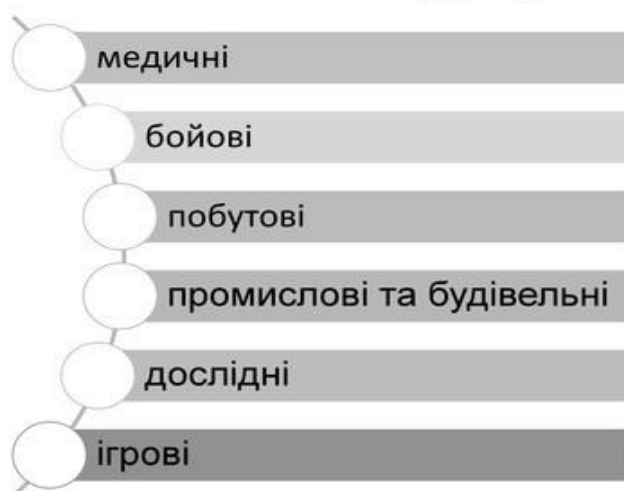


Рисунок 1. – Різновиди роботів



Рисунок 2. – Digital Vanguard-S ROV

Піротехнік (сапер) – це, переважно, людина. Проте, в цій роботі є велика загроза людським жертвам, тому краще роботи, які пов'язані з ризиком, перекласти на робототехніку, яка керується людиною.

Робототехнічні апарати використовуються для проведення аварійно - рятувальних робіт пов'язаних з ризиком для життя людей, а саме [3]:

- розвідка місцевості при пошуку потерпілих;
- розвідка місцевості на наявність вибухонебезпечних предметів;
- перевірка акваторій на наявність вибухонебезпечних предметів;
- гасіння пожеж.

Для полегшення роботи та зменшення ризиків для саперів, можна використовувати роботи при проведенні розвідки місцевості, а також у важкодоступних місцях та завалах.

Як зразок, робота для проведення робіт з розвідки та розмінування місцевості розглянемо апарат під назвою Digital Vanguard-S ROV це багатоцільовий робот, виготовлений компанією Med-Eng, який ефективно відповідає вимогам місії EOD та IED та загроз CBRN, а також місії спостереження та всіх інших тактичних місій.

Технічні характеристики даного робота мають наступні параметри: час роботи від 4 годин та швидкістю 7 км/год, він може долати від 20 км за виїзд, при цьому радіус контролю робота становить 500 м та більше – достатньо для того, щоб оператор міг проводити роботи з безпечної відстані. Даний робот складається з наступних елементів:

- рука – у вигляді щипців приєднана до головного корпусу, здатна фіксувати, стискати або піднімати вибухонебезпечні предмети. Забезпечена камерою для чіткого виконання піротехнічних робіт. Рука управляється керуючим пристроєм (конsoleм), на який і передається зображення з камер;

- голова робота – це штанга на якій знаходяться друга камера, яка може обертатися на 160° та підійматися на 50 см, що дозволяє проводити більш ретельний огляд місцевості поряд з апаратом;

- корпус робота – складається зі сплавів різних металів, поворотного двигуна, який приводить в дію гумовий гусиничний хід, яким оснащений робот. В ньому також встановлено літій-іонні батареї, пристрої бездротового зв'язку, температурний датчик, який знаходиться біля мікропроцесора, який і проводить безпосередній прийом даних для дистанційного керування роботом;

- керуючим пристроєм (конsoleм) – пристрій призначений для управління роботом, на котрому знаходиться екран, важелі та кнопки.

Приходимо до висновку, що задля зменшення ризиків травматизму та загибелі кваліфікованих співробітників, є необхідність у забезпеченні роботизованою технікою, та провести курс навчання щодо експлуатації апаратів піротехнічні підрозділів Головних управлінь Державної служби з надзвичайних ситуацій України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Рад Б.Я., Яковлев С.О. Робототехніка". М.: Вищ. шк., 2005. 271 с.
2. Соловйов І.І., Стрілець В.М. Проблемні питання виконання робіт з підводного розмінування. Енергозбереження та промислова безпека: виклики та перспективи: науково-технічний збірник: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (2–3 червня 2020 року). Київ: Основа, 2020. С. 225–231.
3. Воротніков С.А. Інформаційні пристрої робототехнічних систем. М.: Изд. МГТУ ім. Н. Е. Баумана. 2005.

УДК 351.862.4

## ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ: ТЕОРЕТИКО-ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ

*Шведун В.О., д.н. з держ. упр., професор,  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»*

Захищеність об'єктів критичної інфраструктури має першорядне значення для забезпечення безпеки особистості, суспільства і держави. В даний час питання захищеності цих об'єктів регулюються на підзаконному рівні. При цьому існує необхідність прийняття базового закону в даній сфері, який би визначив основні поняття, види і категорії критично важливих об'єктів, а також встановив би вимоги щодо забезпечення безпеки окремих категорій таких об'єктів.

У цілому, слід відзначити, Державна служба України з надзвичайних ситуацій володіє найбільш широкими можливостями щодо комплексного вирішення завдань, пов'язаних з:

- виявленням техногенної обстановки;
- аналізом і оцінкою ризику;
- підготовкою і прийняттям управлінських рішень по організації заходів забезпечення безпеки критично важливих об'єктів.

Єдиним органом щодо забезпечення безпеки і контролю, зокрема, в нормативно-правовому регулюванні забезпечення безпеки критично важливих об'єктів повинна стати Державна служба України з надзвичайних ситуацій.

Основним шляхом вдосконалення нормативно-правової бази забезпечення безпеки критично важливих об'єктів є прийняття базового закону в даній сфері, який би визначив основні поняття, види і категорії критично важливих об'єктів, а також встановив би вимоги щодо забезпечення безпеки окремих категорій таких об'єктів.

У процесі державного управління критичною інфраструктурою також необхідно враховувати різнохарактерні залежності. Поставка основних товарів і послуг суспільству все частіше стає результатом взаємодії між декількома постачальниками. Ці провайдери охоплюють всі сектори і підсектори об'єктів критичної інфраструктури, утворюючи складні взаємозв'язки. Хоча взаємозв'язок активів, систем і процесів заснований на більш ефективному управлінні ресурсами, він збільшує залежності. Їх можна широко визначити як взаємозв'язок між двома продуктами або послугами, в якій один продукт або послуга потрібна для створення іншого продукту або послуги. Наприклад, постачання продуктів харчування залежать від транспорту, банківський і фінансовий сектор використовує телекомунікації для аутентифікації транзакцій, а телекомунікації залежать від розподілу електроенергії.

Більшість основних послуг залежать від одночасного надання послуг з кількох секторів. Наприклад, охорона здоров'я не може бути реалізована за відсутності електрики, води і аварійних служб одночасно. Залежності можуть викликати ефекти різної інтенсивності і складатися з різних типів. Зокрема, після терористичного нападу, об'єкти критичної інфраструктури можуть постраждати від:

- фізичних залежних об'єктів: функціонування одних об'єктів інфраструктури залежать від поставок матеріальних продуктів з інших об'єктів інфраструктури;
- кіберзалежності: функціонування одних об'єктів інфраструктури залежить від інформації, переданої через інформаційну інфраструктуру.

Важливо відзначити, що залежності підвищують рівень уразливості. Загроза стає все більш гострою внаслідок широкої залежності урядових установ і приватного сектора від інформаційних і комунікаційних технологій, які посилюють вплив міжсекторальних і транснаціональних залежностей.

У зв'язку з цим слід відзначити, що сценарій, який, викликає найбільшу стурбованість у експертів, полягає в комбінованому використанні кібератаки на об'єкти критичної інфраструктури в поєднанні з фізичною атакою. Таке використання кібертероризму може призвести до посилення ефектів фізичної атаки. Прикладом цього може бути звичайна бомбова атака на будівлю в поєднанні з тимчасовою відмовою в електропостачанні або телефонному зв'язку. Підсумкове погіршення аварійного реагування, поки резервні електричні або комунікаційні системи не будуть задіяні та використані, може збільшити число жертв і громадську паніку.

Коли уразливості ведуть до збоїв в результаті терористичної атаки, залежності можуть викликати «каскадні ефекти». Наприклад, розповсюдження токсичних речовин у ланцюжку водопостачання призводить до збоїв у системі охорони здоров'я. Для стратегій захисту об'єктів критичної інфраструктури вкрай важливо використовувати причинно-наслідковий зв'язок, який існує між взаємозв'язками об'єктів критичної інфраструктури, залежностями і уразливими, як спосіб:

- досягти адекватного рівня розуміння (з боку всіх зацікавлених сторін, приватного або державного сектора);
- точок системної уразливості, що повинно бути відображено в більш точному управлінні ризиками та кризами.

При цьому завдання інтеграції концепції залежностей в процеси управління ризиками та кризами ускладнюється тим фактом, що залежності можуть змінюватися відповідно від режиму роботи даного об'єкту критичної інфраструктури.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Белоусов А.В. Наукові підходи до визначення ризику надзвичайних ситуацій як об'єкту управління. Наукові розвідки з державного та муніципального управління. 2015. №1. С. 224–235.

2. Домарацький М.Б. Забезпечення безпеки та підвищення ефективності захисту критично важливих об'єктів на державному рівні. Публічне управління і адміністрування в Україні. 2019. Вип. 14. С. 82–85.

3. Домарацький М.Б. Специфіка державного регулювання критичної інфраструктури в Україні. Публічне управління та митне адміністрування. 2020. № 2 (25). С. 24–28.

4. Михайлюк О.В. Цивільний захист: навчальний посібник. Ч.1. Соціальна, техногенна та природна безпека. Миколаїв: НУК, 2005. 136 с.

**УДК 614.8.084**

## МОДЕЛЮВАННЯ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖЕЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ PATHFINDER

*Щолоков Е.Е., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України,  
Отрош Ю.А., д.т.н., професор, НУЦЗ України,  
Майборода Р.І., викладач, НУЦЗ України*

Згідно статистичних даних найбільша частка смертей на пожежі відбувається через вплив небезпечних чинників пожежі. Важливою складовою збереження життя людей є забезпечення правильної та вчасної евакуації з приміщень охоплених пожежею [1]. Виконання вимог нормативних документів щодо забезпечення безпечної евакуації населення з приміщень під час виникнення надзвичайної ситуації допоможе знизити кількість або зовсім уникнути жертв, які можуть бути наслідком пожежі [2].

Проаналізувавши міжнародну електронну базу наукових робіт та статей Reseachgate виявлено, що напрям моделювання евакуації людей при пожежі є не досить дослідженим. Були опрацьовані наукові статті, котрі висвітлюють проблеми евакуації під час різних надзвичайних ситуацій та новітні методи, способи й стратегії.

Метою даної роботи є моделювання евакуації людей при пожежі в програмному забезпеченні Pathfinder.

Проведено комп'ютерне моделювання щодо фактичного часу евакуації цілісного майнового комплексу об'єктів виробничого та побутового призначення з адміністративними приміщеннями по вул. Глибочицькій, 44 міста Києва (рис.1, 2). Ці розрахунки проведені відповідно рекомендацій та інструкцій з використання програмного комплексу Pathfinder [3-5].

Розрахунок був проведений за двома найбільш імовірними варіантами виникнення пожежі. Було прораховано два найбільш вірогідні сценарії пожежі. Під час вибору сценарію виникнення пожежі виходили з наступного: пожежа виникає в приміщенні із найбільш пожежонебезпечним навантаженням або в приміщенні найменшим за об'ємом:

- сценарій 1 – пожежа виникає в гарячому цеху,
- сценарій 2 – пожежа виникає в адміністративному приміщенні.

Отримані наступні результати. Для Сценарію 1 фактичний час евакуації 74 с. Для Сценарію 2 розрахунковий час евакуації 95 с.

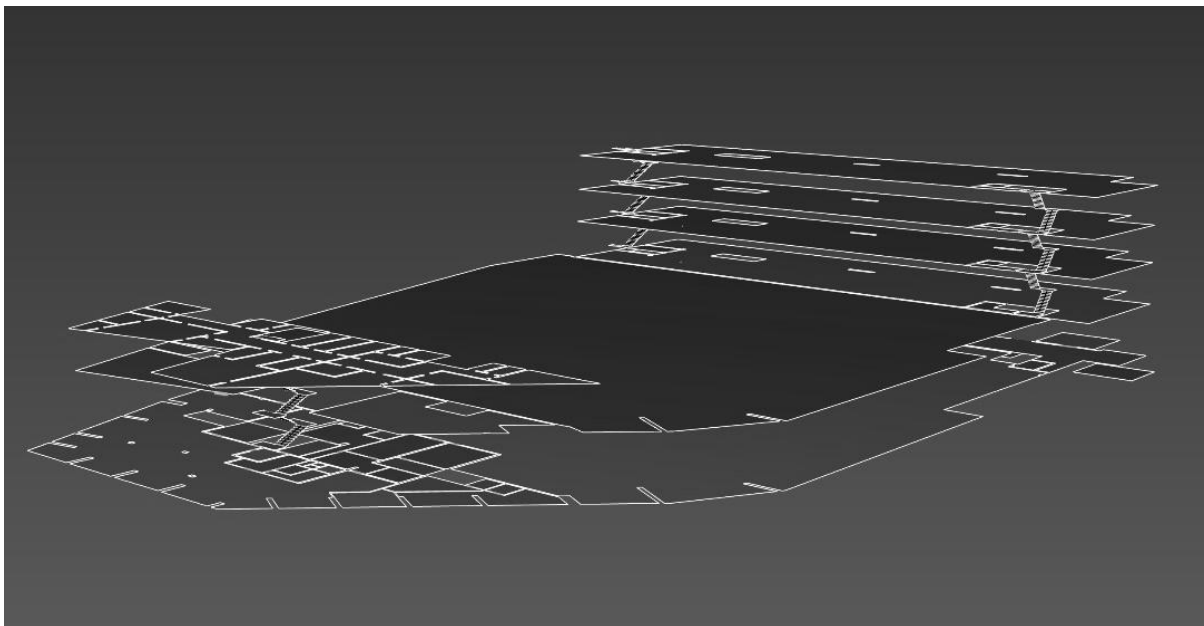


Рисунок 1 – Моделювання шляхів евакуації

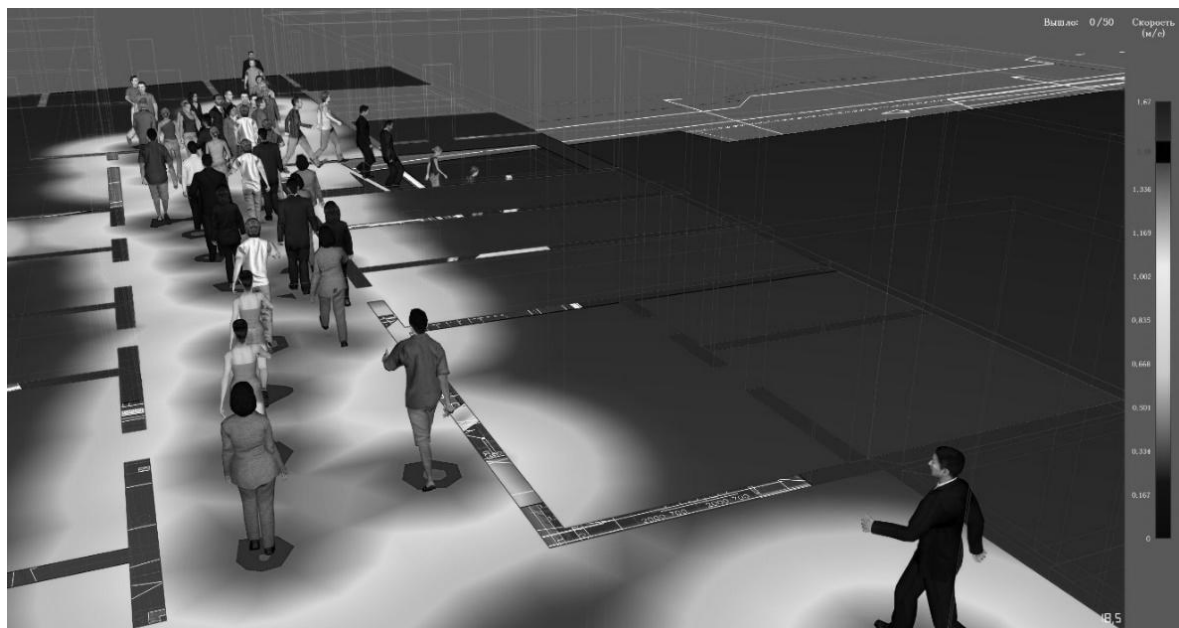


Рисунок 2 – Рух агентів у потоці

Основними висновками даної роботи є:

1. Використання програмного комплексу PATHFINDER дозволяє моделювати евакуацію у різних будівлях та приміщеннях;
2. Є можливість налаштовувати конкретний розрахунок з усіма можливими факторами: моделювання евакуації людей з обмеженими можливостями; здатність задання та коригування швидкості агентів на різних ділянках шляху евакуації; наявність функції, котра регулює початок руху агентів в заданій поведінці тощо.



3. Комп'ютерне моделювання є більш точним через врахування більшої кількості факторів, що впливають на кінцевий результат розрахунку евакуації.

4. Робота в програмі за умови наявності готової моделі приміщення не займає багато часу, час розрахунку залежить від величини моделі та потужності комп'ютера. Так, наприклад, розрахунок сценаріїв наявних в роботі проходив за 1-5 хвилин.

Таким чином, за результатом даної роботи можна зробити висновок, що використання програмного забезпечення Pathfinder дає більш точні результати ніж розрахунок, наведений у ДСТУ 8828:2019, завдяки більшій деталізації розрахунку евакуації, а також дозволяє уникнути можливих помилок та зменшити похибки розрахунків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2020 року [https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2020/Nauka/STATYSTYKA/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji\\_12.2020.pdf](https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2020/Nauka/STATYSTYKA/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji_12.2020.pdf)

2. ДСТУ 2272-2006 Терміни та визначення основних понять. Пожежна безпека.

3. <https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/>

4. <https://support.thunderheadeng.com/tutorials/pathfinder/fundamentals/>

5. <https://support.thunderheadeng.com/docs/pathfinder/2020-1/user-manual/>

**УДК 355.58**

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ В МИРНИЙ ЧАС ТА ОСОБЛИВИЙ ПЕРІОД

*Юрченко В.О., к.т.н., доцент*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Під стійкістю національної економіки держави необхідно розуміти здатність економіки в умовах ведення бойових дій та масштабних надзвичайних ситуацій забезпечувати збройні сили, підрозділи сил цивільного захисту всім необхідним, відновлювати промисловість та життєдіяльність всіх галузей економіки [1].

Стійкість економіки по великому рахунку залежить від наступних складових:

- людських ресурсів – основи виробничої потужності економіки;
- стану:
- промисловості, сільського господарства, транспорту;
- мобілізаційної підготовки всіх галузей економіки;
- природних ресурсів, сировинної та енергетичної бази;
- стратегічних та державних запасів, матеріально-технічного постачання;
- географічного розміщення виробничих сил;
- управління та зв'язку;
- науки, техніки, їх матеріальної бази та наукових кадрів;
- збройних сил, цивільного захисту;
- ступеня залежності від імпорту та інш.

Стрижнем підвищення стійкості та відновлення національної економіки є паливно-енергетичний комплекс. До складу паливно-енергетичного комплексу в особливий період входять підприємства, установи та організації електроенергетичного, ядерно-промислового, вугільно-промислового та нафтогазового комплексів незалежно від форми власності [4].

Основними завданнями підприємств, установ та організацій паливно-енергетичного комплексу в особливий період є:

виробництво відповідно до мобілізаційних завдань на особливий період електричної та теплової енергії, продуктів переробки нафти і газу, обладнання, комплектувальних виробів, видобуток вугілля, торфу, нафти і газу, постачання і транспортування нафти, газу та продуктів їх переробки, передача (постачання) електричної та теплової енергії для потреб Збройних Сил України та інших утворених відповідно до законів військових формувань, підприємств, установ та організацій, а також населення; утримання в належному стані об'єктів паливно-енергетичного комплексу та призначеної для їх обслуговування техніки відповідно до вимог законодавства, що діє в особливий період; забезпечення технічного прикриття та відбудови найважливіших об'єктів комплексу; посилення безпеки, охорони та оборони його об'єктів.

Особливе місце в паливно-енергетичному комплексі займає електроенергія [4]. З сучасним ростом виробництва споживання енергоресурсів у світі збільшується більш ніж вдвоє кожні 20 років. На основі електричної енергії появляються та розвиваються всі новітні галузі матеріального виробництва та сучасні галузі оборонного виробництва, які особливо електроємні. Наприклад, на будівництво одного сучасного літака-винищувача вагою 10 т витрачається близько 6 т алюмінію. Для виплавки такої кількості металу необхідно 20 т бокситів. Для переробки цієї сировини у метал споживається 100 тис. кВт·год електроенергії.

Дієвим засобом підвищення стійкості електроенергетики є розширення будівництва теплових та атомних електростанцій. Надійна робота теплових електростанцій залежить від постачання хімічним паливом – вугіллям, нафтою та газом.

Одним з найважливіших заходів щодо підвищення стійкості та зниження наслідків надзвичайних ситуацій є виконання вимог норм проектування інженерно-технічних заходів цивільного захисту (далі - ІТЗ ЦЗ), які рекомендують розміщувати [3].

а) на території великих міст:

- підприємства, пов'язані з обслуговуванням населення (хлібозаводи, продовольчі торгові центри, фабрики пошиття одягу, взуття та ін.);
- склади поточного постачання продовольчих і промислових товарів, що розосереджені на окраїні міста;
- пасажирські залізничні станції і річні порти, гаражі для автобусів, вантажних і легкових автомобілів, тролейбусні депо і трамвайні парки, що розосереджені на окраїні міста;

б) за межами зони можливих сильних руйнувань:

- нові промислові підприємства;
- підприємства з переробки та зберігання легкозаймистих і горючих рідин (нафта, бензин, масло та ін.);
- розподільні холодильники, важливі склади продовольчих і промислових товарів; • сортувальні залізничні станції і вузли;
- міські лікарні реабілітаційного лікування для видужуючих (онкологічні, туберкульозні, психіатричні), а також школи-інтернати;
- головні спорудження системи водопостачання;
- насосні та компресорні станції магістральних трубопроводів;
- міжнародні кабельні магістральні лінії зв'язку та інші важливі об'єкти;

в) за межами зон можливих руйнувань і зон катастрофічного затоплення:

- нові важливі підприємства;
- бази і склади матеріальних і продовольчих резервів;
- пансіонати, санаторії, будинки відпочинку;
- автодорожні та залізничні мости через судноплавні ріки, що знаходяться поза великими містами і розташовані на відстані, що виключає одночасне їх руйнування одним ядерним вибухом.

Розроблення та здійснення заходів, спрямованих на забезпечення сталого функціонування національної економіки в особливий період належать до повноважень

суб'єктів забезпечення цивільного захисту, визначених в розділі III статтях 16-19 Кодексу цивільного захисту України[2]. Реалізація цих повноважень здійснюються органами виконавчої влади та їх структурними підрозділами.

В сучасних умовах бойові дії ведуться зброєю, яка має величезну руйнівну силу і спроможна завдати небачені за своїми масштабами наслідки, пов'язані з великими людськими втратами та матеріальними збитками. Забезпечення підвищення стійкості національної економіки потребує від Єдиної державної системи цивільного захисту вирішення завдань щодо розробки нових засобів і способів захисту населення, обґрунтування шляхів і способів підвищення стійкості економіки, розробки форм та методів організації робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, удосконалення основ управління цивільним захистом на всіх рівнях виконавчої влади.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року (проект). URL: <https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc34>.
2. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012. № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
3. ДБН В.1.2-4:2019. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони).
4. Україна: перспективи розвитку. Консенсус-прогноз. Випуск 31, 2012 рік. Н. Горшкова, І. Могілат, І. Цикун та ін. К: Міністерство економічного розвитку та торгівлі. 34 с.

-----  
**Секція 2**  
**«НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ»**  
-----

УДК 331. 101

**РОЗРОБКА НОРМАТИВУ РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО З ПРИМІЩЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ НОШ РЯТУВАЛЬНИХ ВОГНЕЗАХИСНИХ**

*Бородич П.Ю., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*  
*Глуценко М.Р., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

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

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

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

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

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

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

$G$  – середньоквадратичне відхилення, с;

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

Для визначення середньозважених оцінок відповідних часток можливих результатів був використаний метод експертної оцінки. В якості експертів виступили викладачі Національного університету цивільного захисту України та співробітники оперативно-координаційного центру Головного управління ДСНС у Харківській області. Їм було запропоновано надати відповідну частку усіх можливих результатів, віднесених, відповідно (як це прийнято в оперативно-рятувальній службі в даний час), до оцінки «відмінно», «добре», «задовільно» або «незадовільно». В той же час, експертні оцінки характеризуються тим, що думки конкретних експертів можуть суттєво відрізнятись між собою. Щоб зменшити вплив некомпетентних експертів на підсумкову оцінку, яка і буде використовуватись для визначення частки результатів, що відповідають конкретній оцінці нормативу, пропонується метод визначення усередненої оцінки експертів, в основі якого лежить середньозважене значення тих оцінок, які надали експерти.

В основі розрахунку вагового коефіцієнта конкретного експерта лежить розрахунок суми квадратів відхилень запропонованих ним значень від середніх значень, отриманих в

результаті аналізу всіх результатів ваговий коефіцієнт вище в того експерта, у якого результати менше відрізняються від відповідних середніх значень. Щоб накопичити вихідні дані, необхідні для експертної оцінки, доцільно використовувати спеціальну форму, в якій зазначається оцінка, яку і-ий ( $i = 1, 2, \dots, k$ , де  $k$  кількість експертів) експерт вважає за доцільне виділити для оцінки  $j$ -ї частки ( $j = 5, 4, 3$  та  $2$ ) всіх можливих результатів виконання нормативу.

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

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

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

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

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

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

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

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

Використовуючи підходи, що запропоновані в [4] були розроблені нормативи рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних:

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

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бородич П.Ю., Пономаренко Р.В., Ковальов П.А. Імітаційне моделювання рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2015. Вип. 22. С. 8-13. <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Borodich.pdf>

2. Стрелец В.М., Ковалев П.А., Нередков Р.А. Закономерности использования аварийно-спасательной техники. Проблемы надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2008. Вип. 6. С. 127-132.

3. Стрілець В.М., Лобойченко В.М. Оцінка фільтрувальних протигазів-саморятівників за результатами полігонних випробувань. Проблеми пожежної безпеки. Харків: НУЦЗ України. 2013. Вип. 33. С. 175-182.

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

4. Зацюрский В.М. Основы спортивной метрологии: Учеб.для ин-тов физ. культ. М.: Физкультура и спорт. 1982. 256 с.

**УДК 614.84**

## **АНАЛІЗ ІНДИВІДУАЛЬНИХ СТРАХУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРИ ПРОВЕДЕННІ СПЕЦІАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ВИСОТІ**

*Бородич П.Ю., к.т.н., доцент, НУЦЗ України  
Долгополов Р.І., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Індивідуальні страхувальні системи (ІСС) являються засобом індивідуального захисту бійця у випадку його падіння з висоти при виконанні оперативних завдань. ІСС поділяють на пояси лямкові (ПЛ) та пояси безлямкові (ПБ).

При виконанні висотних робіт необхідно завжди використовувати пояс лямковий.

ІСС повинні забезпечувати виконання наступних функцій:

- захист при зриві («твердий» зрив з ривком, руйнування опорного каната або зрив працівника, що йде з нижньою страховкою);

- утримання (захист від зриву при виконанні робіт або рух по вертикалі з верхньою страховкою);

- позиціонування (утримання працюючої людини в визначеному місці робочої зони).

ІСС виготовляються з поліамідних або поліефірних стрічок.

Металеві пряжки повинні мати радіус закруглення кутів не менш 3 мм і не розташовуватися під пахвами, у районі бруньок і між ніг. Гострі країки повинні бути притуплені. Всі з'єднуючі шви повинні бути виконані контрастною ниткою. Стрічки повинні зшиватися нитками з того ж матеріалу, що й самі стрічки. Стрічка, будь-якою частиною перехідна в петлю, призначена для з'єднання з карабіном, страхувальним канатом, круглою металевою пряжкою або кільцем, обов'язково повинна бути забита за принципом коуша. На всіх місцях з'єднання петель ІСС із канатом неприпустимі потертості стрічок, розлохмачування, надриви стрічки або швів. У такому вигляді страхувальна система не повинна застосовуватися для виконання робіт.

Страхувальні системи повинні мати несучі петлі для кріплення страхувального канату, а для забезпечення зручності виконання робіт - допоміжні петлі для кріплення додаткового спорядження й устаткування. Допоміжні петлі повинні витримувати навантаження не менш 5 кг.

Поясна обв'язка (бесідка) – складається з пояса й петель, що охоплюють таз і стегна. Поясна обв'язка повинна витримувати навантаження не менш 12 кН без ушкоджень (рис.1, а).

Грудна обв'язка – охоплює грудну клітку працівника. Міцність грудної обв'язки повинна бути не менш 10 кН (рис. 1, б).

Поясна й грудна обв'язки для зручності роботи й рівномірного розподілу динамічного навантаження у випадку зриву працюючого повинні бути з'єднані між собою блокувальним фалом (рис.2). Використання карабіна для блокування бесідки із грудною системою та

петель грудної системи зі страхувальним канатом неприпустимо. Страхувальний канат повинен закріплюватися карабіном за блокувальний фал.

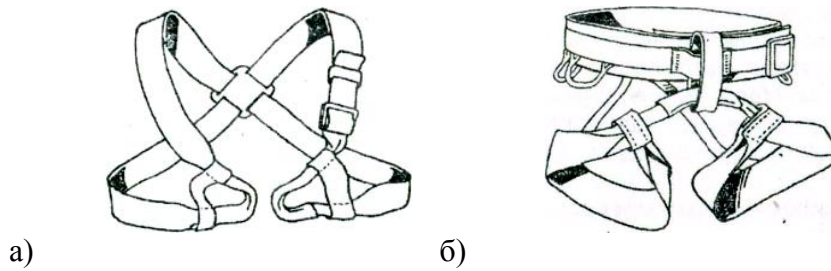


Рисунок 1. – Індивідуальні страхувальні системи: а) грудна, б) бесідка

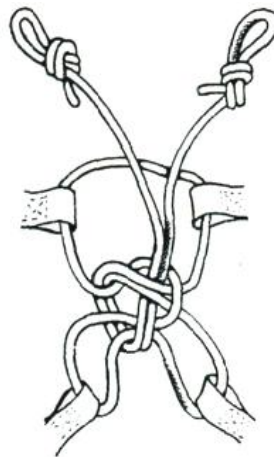


Рисунок 2. – З'єднання грудної й поясної систем



Рисунок 3. – Система страхувальна комбінована.

Універсальна страхувальна система — складається із з'єднаних між собою грудних і поясних обв'язок й являє собою єдину конструкцію, що забезпечує високий ступінь безпеки працюючого у випадку падіння з висоти. Міцність такої системи повинна бути не менш 15 кН.

На рисунку 3 показана система страхувальна комбінована «Крим-спелео». Конструктивно страхувальна система складається із трьох стрічок і шести пряжок. У системі повністю відсутні шви, що є її відмінністю й істотною перевагою перед іншими аналогічними конструкціями. Конструкція системи виключає використання такого

додаткового елемента, як блокувальний фал, його роль виконує цільна подвійна стропа. Центральна пряжка, розташована між верхньою й нижньою частиною системи, дає можливість відрегулювати точку підвісу залежно від росту.

Подвійна стропа на тілі людини фіксується поясом і грудним ременями, що створює єдину систему. Пояс, розташований на грудах й талії користувача, забезпечує комфортне положення тіла й безпеку. Пряжка, установлена на спині, забезпечує кріплення страхувального каната при виконанні робіт у закритих емкостях, бічні пряжки-півкільця дозволяють фіксувати положення працівника при виконанні робіт на висоті. Існує деяка відмінність між страхувальними системами, що випускаються для спелеологів й альпіністів, від систем для бойових завдань, яка полягає в розміщенні точки кріплення страхувального каната. У першому випадку точка кріплення розташовується спереду, на рівні грудей (рис. 4, а), а у другому випадку є можливість кріплення позаду на спині (рис. 4, б).

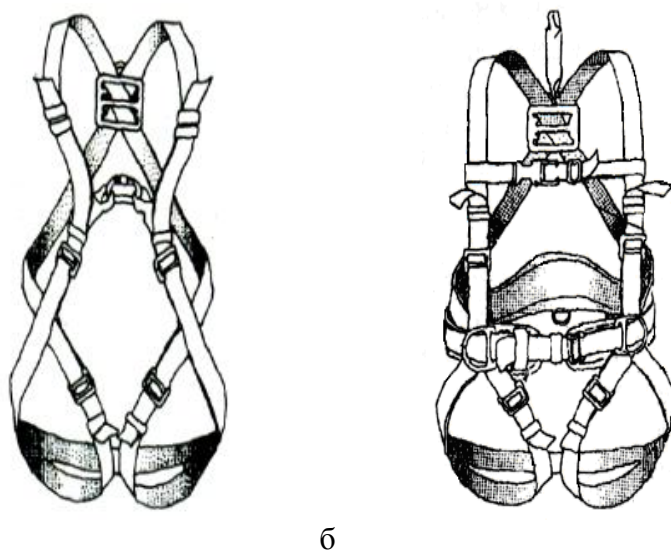


Рисунок 4. – Приклади конструкції комбінованих страхувальних систем: а) система, що використовується у спелеології, б) система, що використовується при проведенні робіт на висоті

Альпіністські системи в ряді випадків є кращими для застосування, тому що в екстремальних ситуаціях забезпечують не тільки більш «комфортне» і безпечне зависання, але й більш зручне положення працівника для організації подальшого виходу із зависання без сторонньої допомоги. З іншого боку, зависання на фалі, прикріпленому до спини, забезпечує гарантовану фізіологічну позу при зривах, що може зіграти вирішальну роль для збереження здоров'я. Такі системи є кращими при роботах у колодязях і шахтах - у них зручніше витягувати людину в ситуації, коли він пасивний. Існують ІСС, що мають можливість передньої й задньої підвіски й кільця з боків для позиціонування. Ці системи призначені для виконання висотних робіт, робіт у підземних комунікаціях і закритих емкостях.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.С. Учебное пособие. Выполнение высотно-верхолазных работ в безопасном пространстве. Симферополь: СПД «Барановская О.И.». 2008. 684 с.

2. Кузнецов В.С. Учебное пособие по освоению навыков для выполнения высотно-верхолазных работ с применением специальной оснастки и страховочных средств. Симферополь: Таврия. 2006. 384 с.



3. Безуглов О.Є., Горпинич І.А., Олійник Д.В., Семків О.М., Сипавін В.В. Пожежно-рятувальна підготовка: навч. посіб. Харків: НУЦЗ України. 2011. 228 с.

4. Кондратьев О.В., Добров О.Г. Техника промышленного альпинизма. Новосибирск, Сибирское соглашение. 2000. 118 с.

**УДК 614.8**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ГНІЗДА ПІД ДЕТОНАТОР В ПАТРОНОВАНІЙ ВИБУХОВІЙ РЕЧОВИНІ**

*Вавренюк С.А., д.н. з держ. упр, НУЦЗ України*

Типовий патрон-бойовик містить патрон розсипної вибухової речовини з розміщеним в ній капсулом-детонатором. Для утворення гнізда під детонатор в просипних ВР застосовують циліндричний індентор з конічним загостренням. Але такий індентор потребує значних зусиль для втілення у вибухову речовину, тобто великих трудовитрат. Відбувається суттєве стиснення ВР, що зменшує її детонаційну здатність і в подальшому може призвести до відмови патрона-бойовика. Окрім цього, збільшується діаметр патрона і зростає імовірність розриву оболонки, а індентор швидко зношується внаслідок значних сил тертя.

Згідно з Правилами [1] детонатор повинен бути введений в патрон-бойовик на повну глибину. Для створення заглиблення в порошкоподібних патронованих ВР використовують індентор у вигляді голки з можливістю прикладання до нього осьового зусилля. Недоліком такого пристрою є значні зусилля підривника, котрі передаються на вибухову речовину і оболонку. Це утруднює процес формування гнізда під детонатор в патронованій ВР і створює небезпеку.

В даній роботі поставлено задачу створити пристрій для формування гнізда під детонатор в патронованій вибуховій речовині зі зменшеним (потрібним для втілення індентора) зусиллям шляхом зменшення непродуктивних витрат енергії на стискання ВР.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрої для формування гнізда під детонатор в патронованій вибуховій речовині, який містить циліндричний індентор з конічним загостренням, індентор виконаний трубчастим із загостренням у вигляді зсіченого конуса.

Таке виконання пристрою дозволяє суттєво зменшити навантаження на підривника, а також підвищити безпеку[2].

На Рис. 1 подано переріз пристрою для формування гнізда під детонатор в патронованій вибуховій речовині, на Рис. 2 – вид зверху, на Рис. 3 – збільшений вигляд позиції 5 на Рис. 1.

У вибуховій речовині 1, котра знаходиться в патроні 2, гніздо під детонатор створюється за допомогою трубчастого індентора 3 прикладанням до його верхнього торця 4 осьового зусилля. При цьому нижній торець 5 індентора має загострення у вигляді зсіченого конуса.

При втіленні трубчастого індентора 3 у вибухову речовину 4 стиснення ВР в радіальному напрямку не відбувається (завдяки загостренню 5 у вигляді зсіченого конуса), а в осьовому напрямку стиснення ВР значно зменшується за рахунок надходження певної кількості порошкоподібної вибухової речовини всередину індентора. Зменшення стискання ВР дозволяє усунути агрегацію частиною порошку[4] та її негативні наслідки, а також зменшити потрібне осьове зусилля, прикладене до торця 4 індентора. Зазначене підвищує безпеку і полегшує працю підривника.

Слід зауважити, що витягання індентора із вибухової речовини також полегшується. При цьому ВР, котра опинилась всередині індентора 3, утримується силами тертя, а також додатково може утримуватись завдяки закриттю верхнього отвору 4 трубки.

Після вилучення індентора із ВР в отримане гніздо заглиблюють капсуль-детонатор. Отвір 4 індентора відкривають і висипають вибухову речовину із індентора на занурений капсуль-детонатор (при необхідності порошок із трубки можна виштовхувати стрижнем).

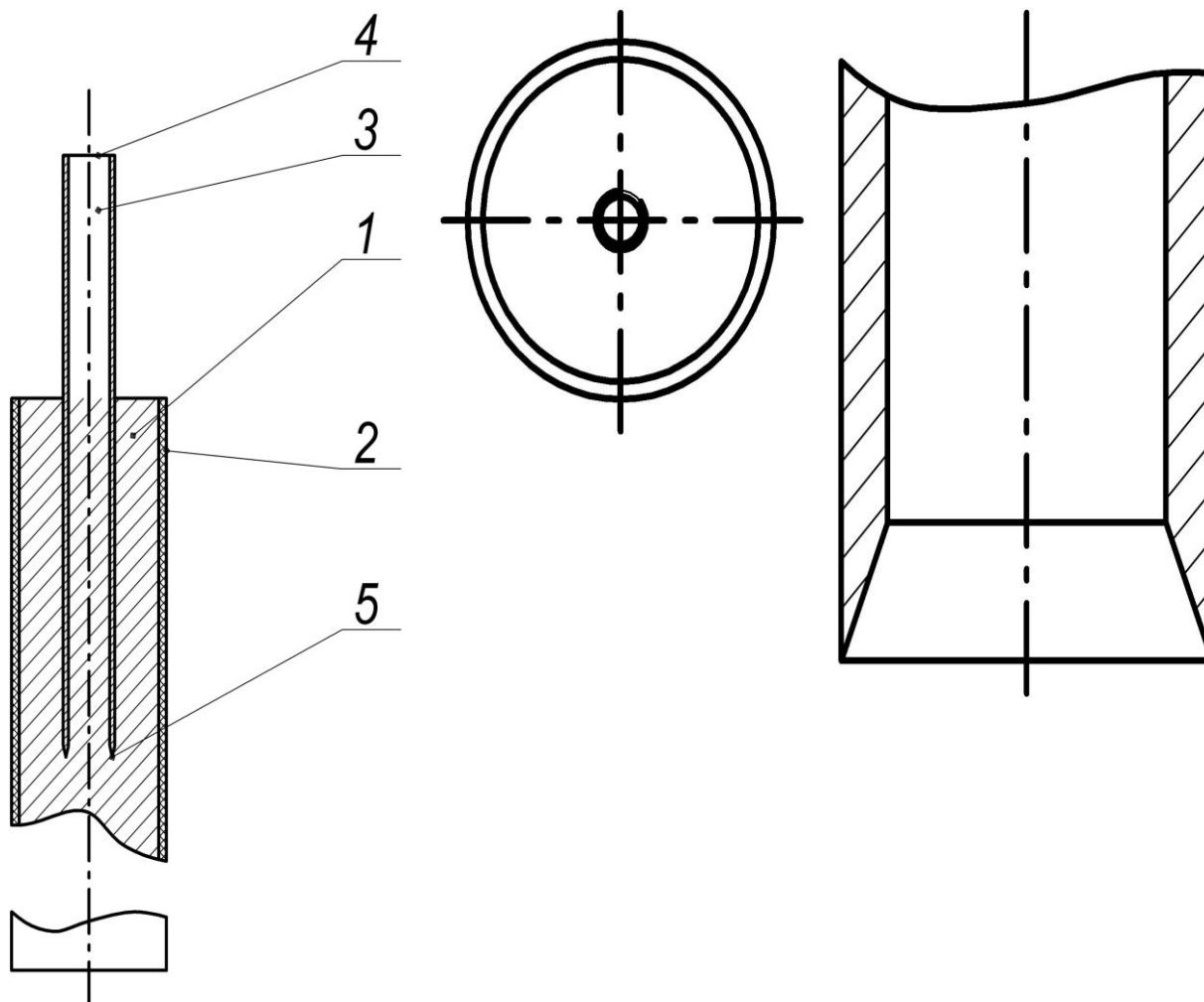


Рисунок 1 – Переріз пристрою для формування гнізда під детонатор в патронуванні вибуховій речовині

Рисунок 2 – Вид зверху

Рисунок 3 – Збільшений вигляд позиції 5 на рисунку 1

Випробування довели, що порівняно з прототипом потрібне зусилля зменшується в 2-3 рази (в залежності від ступеню злежування порошкової ВР). Запропонований пристрій може застосовуватись разом з іншими подібними інструментами [3].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Руководство по взрывным работам. М.: Воениздат. 1969. 345 с.
2. Единые правила безопасности при взрывных работах. § 118.
3. Бетин А.В., Нечипорук Н.В., Кобрин В.Н., Вамболь С.А., Тутубалин В.А., Бондаренко Н.В. Методы обезвреживания взрывателей артиллерийских боеприпасов при их утилизации. Открытые информационные и компьютерные технологии. Харьков. Нац. аерокосм. ун-т “ХАИ”. 2007. Вып. 34. 259 с.

4. Вавренюк С.А., Петренко О.В. Патент на винахід UA 91266 С2 Україна, МПК F42С 21/00. Спосіб визначення характеристик стійкості детонаторів до вібрації. Заявник і патентовласник НУЦЗУ. № а200811153; заяв. 15.09.2008; опубл. 12.07.2010, Бюл № 13. К: ДП «Український інститут промислової власності», 2010. 4 с.

**УДК 614.8**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ТА УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ ОРС ЦЗ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ**

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

*Лісняк А.А., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Гасіння лісових пожеж на території лісового та природно-заповідного фондів організовується КГЛП, зокрема [1]:

– КГЛП на території лісового фонду є старша посадова особа державної лісової охорони, лісової охорони інших постійних лісокористувачів і власників лісів, яка перебуває на пожежі;

– КГЛП на території природно-заповідного фонду є керівник або старша посадова особа служби державної охорони природно-заповідного фонду, яка перебуває на пожежі.

Застосування способів та технічних засобів для локалізації та ліквідації лісових пожеж наведено в [1-6]. Пожежно-рятувальні підрозділи (далі – ПРП) ОРС ЦЗ у районах виїзду залучаються для надання допомоги в гасінні пожеж на території лісового та природно-заповідного фонду в порядку, передбаченому мобілізаційно-оперативними планами ліквідації лісових пожеж, що розробляються лісогосподарськими підприємствами та спеціальними адміністраціями територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

ПРПОРС ЦЗ під час участі в гасінні пожежі на території лісового чи природно-заповідного фонду підпорядковуються в своїх діях КГЛП та залишають місце пожежі за його погодженням. Завдання ПРПОРС ЦЗ стосовно ліквідації пожежі ставить КГЛП. Він визначає ділянки робіт, закріплює за ПРП ОРС ЦЗ свого представника для технічного керівництва та підтримання зв'язку. Якщо КГЛП організував штаб на пожежі, до його складу включається представник від ПРП ОРС ЦЗ.

У разі загрози життю і здоров'ю особового складу або направлення ПРПОРС ЦЗ диспетчером (радіотелефоністом) ПЗЧ (ОКЦ) для гасіння інших пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (небезпечних подій) такий підрозділ залишає місце гасіння лісової пожежі, а старша за посадою особа цього ПРП ОРС ЦЗ інформує про прийняте рішення КГЛП.

У разі якщо ПРП ОРС ЦЗ першим прибув до місця виникнення пожежі на території лісового або природно-заповідного фонду, старша за посадою особа, яка має допуск до самостійного виконання обов'язків КГП, повинна організувати гасіння пожежі та викликати до місця події пожежні команди лісових пожежних станцій лісогосподарського підприємства та його представника чи посадових осіб служби державної охорони природно-заповідного фонду [1].

Після прибуття до місця лісової пожежі представника лісогосподарського підприємства чи служби державної охорони природно-заповідного фонду, який за посадою уповноважений здійснювати керівництво гасінням лісової пожежі, старша посадова особа ПРП ОРС ЦЗ доповідає йому про обстановку та вжиті заходи для гасіння пожежі. Із цього моменту ПРП ОРС ЦЗ вважається в оперативному підпорядкуванні КГЛП та виконує його завдання стосовно ліквідації пожежі.

Старша посадова особа ПРП ОРС ЦЗ, яка прибула до місця пожежі на території лісового або природно-заповідного фонду, повинна уточнити в КГЛП обстановку, з'ясувати

чи є загроза від лісової пожежі населеним пунктам чи іншим об'єктам, отримати від нього завдання стосовно оперативних дій ПРП на визначеній ділянці гасіння пожежі та представника для технічного керівництва роботами і підтримання зв'язку [1].

У разі загрози розповсюдження лісової пожежі на населений пункт чи інший об'єкт, за погодженням із КГЛП основні зусилля ПРП ОРС ЦЗ необхідно зосередити на захист цього населеного пункту чи інших об'єктів, поінформувати про обстановку ОКЦ територіального органу ДСНС, залучити за потреби додаткові сили і засоби та надати місцевим державним адміністраціям та органам місцевого самоврядування допомогу в організації оповіщення та евакуації населення. Якщо лісова пожежа розповсюдилася на населений пункт чи інший об'єкт, оперативні дії ПРП ОРС ЦЗ, у тому числі залучених до гасіння лісової пожежі, зосереджуються для рятування та екстреної евакуації людей, гасіння будівель і споруд, за потреби залучаються додаткові сили і засоби. Керівництво гасінням пожежі в населеному пункті чи іншому об'єкті бере на себе старша за посадою особа органу управління чи ПРП ОРС ЦЗ в порядку, визначеному главою 8 розділу II [1], про що інформує ОКЦ територіального органу ДСНС та КГЛП.

У разі загрози переростання лісової пожежі у велику або для гасіння складної лісової пожежі КГЛП утворює штаб на пожежі, який координує та забезпечує дії залучених сил і засобів. Під час гасіння складної лісової пожежі утворюються оперативні дільниці, на яких зосереджується необхідна кількість сил і засобів. У разі формування по периметру пожежі окремих фронтів утворюються додаткові оперативні дільниці. Начальника кожної оперативної дільниці штаб на пожежі забезпечує поквартальними планами (карти) лісового масиву [1].

Під час гасіння складної лісової пожежі організовується комплексне застосування наземних та авіаційних сил і засобів. Заходи щодо гасіння лісової пожежі здійснюються безперервно в цілодобовому режимі з дотриманням заходів безпеки, урахуванням необхідності відпочинку та ротації особового складу, обслуговування та ремонту техніки й обладнання, а також інших об'єктивних чинників. У нічний час для недопущення травмування учасників гасіння пожежі внаслідок падіння дерев організовується патрулювання та гасіння кромки пожежі вздовж доріг, протипожежних розривів та завчасно створених мінералізованих смуг [1].

Для організації оперативних дій ефективно використовуються найбільш сприятливі вечірній та вранішній періоди доби, коли інтенсивність поширення пожежі мінімальна. Після гасіння пожежі для контролю та догашування повторних загорянь на площі, пройденій вогнем, застосовуються ранцеві вогнегасники та шанцевий інструмент.

Під час гасіння пожеж у лісових масивах, що зазнали радіоактивного забруднення, КГЛП повинен ужити заходів для захисту учасників гасіння від опромінення та організувати дозиметричний контроль у місцях проведення робіт [1]. Для організації оперативних дій необхідно використовувати поквартальні плани (карти) щільності радіоактивного забруднення лісових масивів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України від 26.04.2018 р. № 340. «Статут дійорганівуправління та підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожежі з змінами і доповненнями, внесеними наказом МВС України від 18.10.2021 р. № 761».
2. Сиротенко А.М., Дубинин Д.П., Корытченко К.В. Экспериментальное исследование способа создания противопожарных разрывов объемными шланговыми зарядами. Проблемы пожарной безопасности. 2011. № 30. С. 234–241.
3. Dubinin D., Lisnyak A. The double charge explosion models of explosive gases mixture to create a fire barrier. Проблемы пожарной безопасности. 2011. № 41. С. 65–69.
4. Говаленков С.В. и др. Математическое моделирование параметров взрыва объемно-шлангового заряда в пологе леса. Системи обробки інформації. 2011. №2(92).

С. 282–285.

5. Дубинин Д.П., Корытченко К.В. Исследование ширины противопожарного барьера, создаваемого взрывом топливовоздушных зарядов. Чрезвычайные ситуации: образование и наук. 2014. 9(1). С. 21–25.

6. Говаленков С.В., Дубинин Д.П. Применение взрывного способа для борьбы с лесными пожарами. Системы обработки інформації. 2009. № 2 (76). С. 135–139.

**УДК 614.843**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ**

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

В роботах [1–4] встановлено, що ефективність застосування тонкорозпиленої води (далі – ТРВ) для гасіння пожежі буде залежати від технічних засобів подавання та їх розпилення. Розглянемо характеристики існуючих мобільних засобів пожежогасіння ТРВ [5].

Розглянемо світові компанії з виробництва сучасних технічних засобів пожежогасіння ТРВ. Так компанією FOGTEC (Німеччина) [6] проводиться розробка мобільних автономних засобів, таких як KFT 25/120, KFT 25/120-MD. Представлені засоби укомплектовуються ємністю об'ємом 100 л, також можуть працювати від сторонньої ємності. Робочий тиск складає 120 Бар при витраті 20 л/хв., а маса установок без урахування ВР (далі – ВР) складає 150 кг. Також компанією FOGTEC передбачено розробка мобільних засобів, які інтегровані в пожежно-рятувальні автомобілі (далі – ПРА), таких як KFT 25/Z III та KFT 40/120. Дані засоби укомплектовані ємністю об'ємом 200 л (KFT 40/120). Робочий тиск складає 120 Бар при витраті 20 л/хв. (KFT 25/Z III) та 40 л/хв. (KFT 40/120), маса установки KFT 25/Z III без урахування ВР складає 140 кг та установки KFT 40/120 до 340 кг відповідно.

Fireco (Італія) [7] є одним зі світових лідерів з виробництва насосів високого тиску, в яких використовуються мембранні або поршневі насоси, а двигуни – бензинові з потужністю – 9, 14 та 18 к.с. та дизельні – 10, 11, 12, 15 та 19 к.с. При цьому є можливість комбінувати насосні групи: 50, 70, 80 та 100 л/хв. при тиску 40 і 50 бар – 135 л/хв. при тиску 20 бар – 42 л/хв при 100 і 150 бар – 34 л/хв на 170 бар. Модулі пожежогасіння укомплектовуються шлангом високого тиску довжиною 50-100 м та водяним пістолетом високого тиску з витратою 40 л/хв, а маса установок без урахування ВР складає від 100 кг в залежності від модифікації та комплектації. Також в модулях передбачено виконання резервуару різної форми (L, T, C, O – подібну, куб або квадрат) та ємності, від 100 л до 3500 л.

Відома європейська компанія Rosenbauer (Австрія) [8] пропонує використовувати модульні системи високого тиску UHPS MOBIL та модуль UHPS SKID, що встановлюються на транспортний засіб. Робочий тиск складає 100 Бар при витраті 38 л/хв, а маса без урахування ВР складає близько 200 кг. Представлені засоби укомплектовуються ємностями об'ємом 130 л для води та 20 л для піноутворювача. Для гасіння складних та великих пожеж пропонується використовувати модульну систему UHPS XL з витратою 58 л/хв, а робочий тиск при цьому складає 100 Бар, що інтегрована в ПРА. Також компанією Rosenbauer розроблені мобільні вентилятори FANERGY XL, які за допомогою повітря та води створюють повітряно-водяну суміш. При цьому витрата води складає від 150–300 л/хв, а маса від 900–3250 кг.

Компанією EmiControls (Італія) [9] пропонується застосовувати протипожежні турбіни. Витрата води з цих протипожежних турбін складає близько 100–4000 л/хв., а маса близько 1000 кг. Турбіни бувають стаціонарні, мобільні та встановлені на ПРА.

Німецькою компанією HNE Technologies AG [10] для гасіння пожеж застосовуються мобільний блок MFU 40-50 HiCAFS. Витрата води складає близько 50 л/хв., а маса – 120 кг,

робочий тиск насосу – 40 Бар. Також компанією мобільний блок пожежогасіння MFU 50-150, витрата води складає 150 л/хв., а маса – 240 кг, робочий тиск насосу – 50 Бар.

Індійською компанією Murlı Techno PVT. LTD [11] застосовується для гасіння пожеж мобільні блоки подачі ТРВ з витратою 60 л/хв. при тиску – 40 Бар. Також цією ж компанією запропонована мобільна система пожежогасіння ТРВ високого тиску. Витрата води при роботі складає 22 л/хв., маса 150-350 кг та робочий тиск насосу – 100 Бар.

Китайською фірмою Everbest Fire Equipment Co., Ltd [12] система гасіння ТРВ представлена як стаціонарними засобами та і мобільними при цьому робочий тиск насосу складає 120 Бар.

Корейська фірма Corporation NEOTECHKOREA [13] здійснює виробництво та випуск мобільних засобів пожежогасіння ТРВ. Так у моделей MOB-1W, MOB-1B, MOB-1A, MOB-1AS витрата води під час роботи складає 15–25 л/хв., а робочий тиск 200 Бар.

Компанія Safequip (Pty) Ltd [14], здійснює виробництво мобільних блоків пожежогасіння, а саме: економічний блок низького тиску продуктивність насосу складає 416 л/хв., а робочий тиск – 2,5 Бар; економічний блок високого тиску продуктивність насосу – 17–20 л/хв., а робочий тиск – 35 Бар; економічний блок з одиночним робочим колесом продуктивність насосу – 500 л/хв., а робочий тиск – 7 Бар; економічний блок з подвійним робочим колесом продуктивність насосу – 400 л/хв., а робочий тиск – 10 Бар.

Продукція імпульсного пожежогасіння Impulse Fire Extinguishing System виробником якої є компанія IFEX<sup>®</sup> Technologies GmbH (Німеччина) [15] здійснює виробництво ранцевих і мобільних засобів пожежогасіння, таких як 13 litre Backpack 3001/12, Fast Attack Unit 3072 та транспортних засобів. Подання ТРВ здійснюється за допомогою спеціальних стволів IFEX, які під'єднанні до засобів пожежогасіння при цьому для забезпечення великої швидкості розряду в камері тиску в столі утворюється тиск повітря 25 бар.

З урахуванням вище зазначеного можна сказати, що до техніко-економічних показників засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою відносяться масо-габаритні характеристики засобів пожежогасіння ТРВ, мобільність, вартість, витрати на навчання роботи з технічним засобом, обслуговування та ремонт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін Д.П., Лісняк А.А. Дослідження розвитку пожеж в приміщеннях житлових будівель. VII Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист». 2017. С. 60–62. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5065>.
2. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Лісняк А.А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпиленним водяним струменем. Проблеми пожежної безпеки. 2018. № 43. С. 45–53. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7022>.
3. Дубінін Д.П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. №46. С. 47–53. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10560>.
4. Дубінін Д.П., Лісняк А.А. Застосування установки періодично-імпульсної дії для гасіння пожеж в будівлях дрібнорозпиленою водою. 20 Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку». 2018. С.172–175. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7474>.
5. Дубінін Д.П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. Вип. 33. С. 15–29. doi: 10.52363/2524-0226-2021-33-2.
6. FOGTEC Fire Protection. Retrieved from <https://fogtec-international.com>.
7. Fireco S.R.L.. Retrieved from <https://www.fireco.eu>.
8. Rosenbauer International AG. Retrieved from <https://www.rosenbauer.com/de/int/world>.

9. EmiControls. Retrieved from <https://www.emicontrols.com>.
10. HNE Technologies AG. Retrieved from <https://www.hne.ag>.
11. Murlifiresafety PVT. LTD. Retrieved from <http://www.murlifiresafety.com>.
12. Everbest Fire Equipment Co., Ltd. Retrieved from [www.ebfire.com](http://www.ebfire.com).
13. Corporation NEOTECHKOREA. Retrieved from <http://www.corpwin.com>.
14. Safequip (Pty) Ltd. Retrieved from <http://www.safequip.co.za>.
15. IFEX. Retrieved from <https://www.ifex3000.com/en/home/>.

**УДК 614.84**

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОВЕДЕННЯ РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ У ВИСОТНОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДИНКУ**

*Голик Ю.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України  
Сенчихін Ю.М., к.т.н., професор, НУЦЗ України*

Пожежі в висотних та будівлях підвищеної поверховості свідчать про те, що здійснити евакуацію всіх людей, що населяють поверхи над осередком пожежі і місця поширення вогню, при наявності в будинку гранично припустимих небезпечних чинників пожежі (температура, дим, концентрація отруйних та задушливих парів і газів у повітрі) у більшості випадків неможливо [1]. Швидкість поширення диму і теплових потоків настільки велика, що навіть при працюючій системі протипожежного захисту люди можуть бути заблоковані від основних шляхів евакуації.

Пожежно-рятувальні підрозділи після прибуття до місця пожежі негайно приступають до надання допомоги людям. Евакуація людей у першу чергу здійснюється по сходових клітках що незадимлюються, по пожежних ліфтах, маршовими сходами і сходами, що з'єднують балкони і лоджії будинку [2].

Час евакуації по сходовій клітці залежить від висоти і конструктивно-планувального рішення клітки, від фізичної підготовленості і злагодженості в роботі особового складу. Результати досліджень з проведення рятувальних робіт у 28-ми поверховому житловому будинку відображені в табл.1.

У крайньому випадку, допускається евакуація людей через задимлені приміщення в безпечні зони за допомогою евакуаційних апаратів (саморятівників), а також на балкони або лоджії з навітряного боку будинку.

Рятувальні роботи можна проводити шляхом виводу людей до віконних прорізів з подальшим їх спуском по автодрабинам (АД), колінчатим підйомникам (АКП), за допомогою рятувальних мотузок, ручних пожежних драбин та інших спеціальних пристроїв і приладів [3]. Однак, забезпечити масову евакуацію людей за допомогою АД неможливо, тому що висота АД обмежена і перестановка їх в умовах пожежі займає багато часу.

Результати досліджень з підйому і спуску пожежних та рятуванню людей за допомогою АД представлені в табл. 2.

При рішенні керівника гасіння пожежі (КГП) про використання для евакуації людей АД, необхідно знати і враховувати їхні параметри роботи [4].

Час, затрачений на проведення евакуаційно-рятувальних робіт у будинку в умовах поганої видимості в сходовій клітині (задимленої чи слабо освітленої), значно збільшується (у середньому більш ніж на половину). Відповідно збільшується і витрата кисню, споживаного газодимозахисниками, який складає в середньому 0,1 МПа на поверх, а в умовах задимленості - 0,2 МПа на поверх.

Таблиця 1

Результати досліджень з проведення рятувальних робіт по сходовій клітці

Дії	Поверх	Час, с	
		підйом, с	спуск, с
Підйом з першого поверху будинку ланки ГДЗС у складі 6 чоловік, без включення у ЗІЗОД	10	178	-
	14	260	-
	16	372	-
	20	408	-
	28	661	-
Те ж, із включенням у ЗІЗОД	10	368	-
	14	441	-
	16	499	-
	20	765	-
	28	1663	-
Спуск на перший поверх будинку ланки ГДЗС у складі 4 чоловік, із тим, що рятується (90 кг), без включення у ЗІЗОД	28	1763	-
	20	1180	-
	16	928	-
	14	770	-
	10	530	-
Те ж, із включенням у ЗІЗОД	28	2324	-
	20	1540	-
	16	1088	-
	14	924	-
	10	620	-
Спуск на перший поверх будинку групи людей, що рятуються, з 8 чоловік у супроводі трьох пожежних по сходовій клітці, що не задимлюється	28	504	-
	20	360	-
	16	288	-
	14	252	-
	10	180	-

Таблиця 2

Результати досліджень з проведення рятувальних робіт з допомогою АД

Дії	Поверх	Час, с	
		підйом, с	спуск, с
Підйом 1 людини	9	68	-
	12	91	-
	14	119	-
Спуск 1 людини	9	-	80
	12	-	120
	14	-	210
Спуск 10 людей	9	-	292
	12	-	350
	14	-	536

Дослідження по підйому ланок ГДЗС у верхні поверхи будинку по маршах сходових клітин показали, що затрачуваний на це середній час - нерівномірний. На відміну від підйому, спуск ланок ГДЗС із людьми, що рятуються, був рівномірним по усій висоті. При цьому на проведення рятувальних робіт у будинку варто включити витрати часу на пошук потерпілих і винос їх до сходової клітини [5].



## ЛІТЕРАТУРА

1. Сенчихін Ю.М., Сенчихін В.Ю. Аналіз небезпечних чинників пожежі. Проблеми пожежної безпеки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: НУЦЗ України, 2016. С. 36-39. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3895>
2. Пожежна тактика: Підручник. [П.П. Ключ, В.Г. Палюх, А.С. Пустовой та ін.]. Харків: Основа, 1998. 592 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1192>
3. Сенчихін Ю.М. Нетрадиційний пожежний висотний рятувальник та його тактичне забезпечення: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук. Харків. 1997. 20 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4626>
4. Довідник керівника гасіння пожежі. Київ: ТОВ "Література-Друк", 2016, 320 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/9477>
5. Сенчихін Ю.М., Херхадзе А.А. Проблеми тактико-технічного забезпечення пожежно-рятувальних робіт у будинках підвищеної поверховості. Збірник наукових праць. Науковий вісник будівництва. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. 1999. Вип. 5. С. 106-108. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4594>

**УДК 351.861**

### **ПРОВЕДЕННЯ РЯТУВАЛЬНИХ ТА ІНШИХ НЕВІДКЛАДНИХ РОБІТНА ЗРУЙНОВАНИХ БУДИНКАХ ПРИ ЗЕМЛЕТРУСАХ**

*Демент М.О., к.пед.н., доцент, НУЦЗ України*

Аварійно-рятувальні роботи – це роботи, спрямовані на пошук, рятування і захист людей, в тому числі надання їм невідкладної медичної допомоги, захист матеріальних і культурних цінностей та довкілля при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

З метою рятування людей і надання їм допомоги включають: розвідку району лиха і осередку ураження, маршруту висування формувань та проведення робіт; локалізацію і ліквідацію пожеж на шляху введення рятувальних формувань і об'єктах рятувальних робіт (розшуку і рятування людей, які знаходяться в завалених сховищах, підвалах, завалах, палаючих, загазованих, задимлених або затоплених будинках і виробничих приміщеннях), розкриття розвалених, пошкоджених, завалених захисних споруд і рятування людей, які знаходяться в них; надання першої медичної допомоги потерпілим; винесення потерпілих і евакуація з осередку ураження, небезпечних зон у безпечний район.

Для ліквідації наслідків землетрусів залучаються формування, оснащені інженерною технікою (бульдозерами, екскаваторами, кранами, домкратами, бензорізами) та іншою потужною технікою і інструментом.

При проведенні рятувальних робіт у районі землетрусу в першу чергу:

- витягують людей із-під завалів із зруйнованих та палаючих будинків і надають їм першу медичну допомогу;
- влаштовують проїзди (переходи) у завалах;
- локалізують та усувають аварії на інженерних мережах, які загрожують життю людей або перешкоджають проведенню рятувальних робіт;
- валять або зміцнюють конструкції будинків і споруд, що загрожують обвалом;
- обладнують пункти збору потерпілих та медичні пункти;
- організовують водопостачання.

В організації і веденні рятувальних робіт особливе значення мають пошуки потерпілих. Необхідно встановити, де і в яких умовах вони перебувають. Потрібно ретельно обстежити завали, підвальні приміщення, порожнини завалів будівель.

Звільнення людей з-під завалів є найважливішим і найскладнішим видом рятувальних робіт. Якщо потерпілі знаходяться поблизу поверхні або завалені невеликими уламками

одноповерхових будівель, то розбирають завали вручну. Потерпілих, які знаходяться в глибині завалів (під завалом), дістають через вузькі проходи (висотою 0,7-0,9 м, шириною 0,6-0,7 м), зроблені з боку завалів. Для прокладання проходів використовують пустоти і щілини, що виникли в завалі від падіння великих елементів будівель. Якщо прохід зробити неможливо або на це потрібно багато часу, то людей, які знаходяться в глибині завалів, витягують, розбираючи завали зверху вручну. Якщо не вдається швидко витягнути потерпілого, йому надають першу медичну допомогу, яку можливо надати у конкретній ситуації.

Землетруси останніх років показують, що люди під руїнами можуть залишатися живими, якщо вони не поранені, до двох-трьох тижнів. Для рятування людей із пошкоджених дво-, три- (і більше) поверхових будинків зі зруйнованими виходами і сходами споруджують трапи, настил із дошок товщиною не менше 5 см з прибитими впоперек дошок дерев'яними брусками на відстані 25-30 см один від одного, а також роблять отвори в сусідні (суміжні) приміщення, які мають виходи. У ряді випадків для рятування потерпілих з верхніх поверхів напівзруйнованих будинків, коли немає безпосередньої загрози обвалу, застосовують переносні приставні драбини, канати, механічні драбини, підвісні колиски.

Рятуючи людей із пошкоджених будинків, особливу увагу слід приділяти додержанню безпеки, оскільки інколи нестійкі конструкції будинків і споруд загрожують обвалом і небезпечні не тільки для людей, що перебувають у завалі чи заваленому сховищі, а й для особового складу формувань, які проводять рятувальні роботи. Необхідно оглянути такі конструкції.

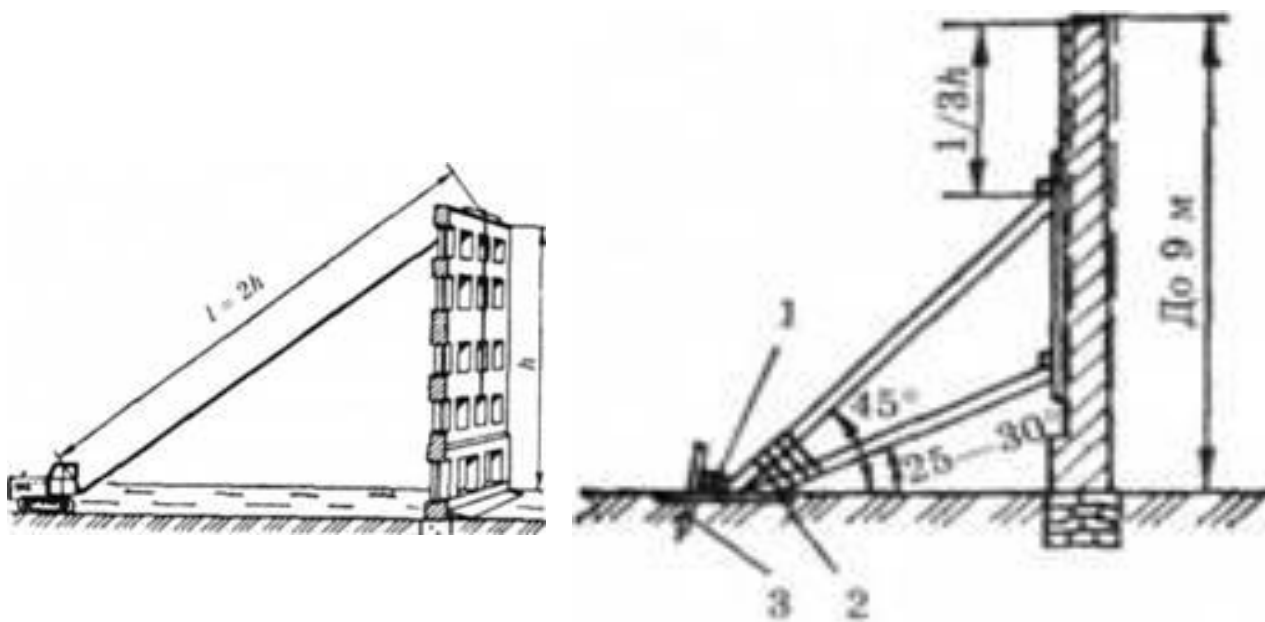


Рисунок 1. – Обрушування стіни будинку

Рисунок 2. – Укріплення стіни подвійним підкосом: 1 – за допомогою трактора лежень; 2 – опорний брус; 3 – паля

Нестійкі конструкції, падіння яких може викликати небажані наслідки, обвалюють. Для цього вибирають найбільш ефективний, простий і безпечний спосіб обвалювання. Конструкції, намічені до обвалювання, тимчасово укріплюють під косами, розпірками, стояками й огорожують. Перед обвалюванням проводять підготовчі роботи: підрубання основи конструкції, що обвалюється, обрубання зв'язуючих елементів (арматури, балок),

вертикальне розсічення широких конструкцій (стін будинків) і закріплення тросів за конструкцією. Потім конструкцію звільняють від тимчасових кріплень і за допомогою лебідок, тракторів, бульдозерів обвалюють їх (рис. 1). Обов'язковим є кріплення нестійких елементів конструкцій. Стіни висотою до 6 м кріплять простими підкосами, розміщеними під кутом 45-60° до горизонту, стіни висотою до 9-12 м кріплять подвійними дерев'яними підкосами або підкосами з металевих балок (рис. 2). Крім того, залежно від умов стіни можна укріплювати розпірками, встановленими між пошкодженою і цілою стіною суміжного будинку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Осипов В.І. Природні катастрофи на рубежі ХХІ століття. Вістник РАН. 2001. №4. С. 291-302.
2. Довідник рятувальника висотні аварійно рятувальні роботи на цивільних і промислових об'єктах. 2006. № 12. С. 127-134.

УДК 654.16

### МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ ЛОКАЛЬНОЇ RTLS-СИСТЕМИ ПРИ НАЯВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ПЕРЕПОН

*Закора О.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України,  
Фещенко А.Б., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Відстеження у реальному часі розташування пожежних і людей, що потрапили в пастку всередині приміщень, є важливою інформацією для пожежної команди. Особливо це стосується висотних або складних будівель. Завдяки RTLS-системі (англ. Real-time Locating Systems – система позиціонування у режимі реального часу) командир пожежної охорони може визначити, чи є пожежні, які опинилися в пастці або загубилися у вогні, відстежуючи їх позиції на плані будови. Сучасні RTLS-системи вирішують ключові проблеми для пожежної команди, включаючи відстеження та візуалізацію внутрішнього і зовнішнього розташування пожежних і людей у приміщеннях, а також обмін інформацією та синхронізацію між різними системами, такими як портативні термінали пожежних, системи управління центру керування і мобільні командні платформи, можуть забезпечувати управління всередині і поза приміщеннями у реальному часі, надавати картографічні послуги для аварійно-рятувальної команди під час пожежі [1]. Однак в умовах, коли прийом сигналів цієї системи ускладнено, для визначення координат мобільних об'єктів необхідні альтернативні методи позиціонування, такі як розгортання локальної RTLS-системи, що використовує стаціонарно розташовані радіомаяки (РМ) з відомими координатами. В умовах щільної міської забудови значно погіршується якість прийому GPS-трекерами сигналів, що використовуються задля позиціонування. Виходячи з цього актуальною проблемою є прогнозування та забезпечення (оперативне корегування) робочої зони локальної RTLS-системи в умовах надзвичайної ситуації (НС). З цією метою розроблено математичну модель розрахунку робочої зони різнице-далекомірної RTLS-системи. Для досягнення мети було розроблено критерій та загальну методику оперативного розрахунку робочої зони RTLS-системи при довільному розташуванні РМ та наявності у зоні НС перепон міської забудови, проведено експериментальне дослідження роботи моделі. Загальну методику оперативного розрахунку робочої зони побудовано на розрахунку модифікованого коефіцієнту геометрії (коефіцієнту зони) системи при наявності у зоні НС будівельних перепон:

$$K_3 = K_G \cdot K_B \cdot K_D, \quad (1)$$

де  $K_G$ ,  $K_B$ ,  $K_D$  – коефіцієнти, що відображають області задовільного прийому сигналів РМ за критеріями геометрії, неперекриття видимості та максимального віддалення.

Межі зон  $K_B$ ,  $K_D$ , можуть бути задані аналітично, але оперативний розрахунок цих зон і можливість прийняття оперативних рішень щодо перешкод вимагають моделювання загального коефіцієнту зони  $K_3$  на ЕОМ. Практичну модель системи прогнозування отримано за допомогою програмного середовища Borland C++Builder.

Реалізація робочої моделі враховує можливість довільного розташування позицій будь-якої кількості РМ, непрозорих та напівпрозорих перепон, що зручно створювати маніпулятором "миша", забезпечення оперативної зміни параметрів  $K_{ГМАХ}$  та  $D_{МАХ}$ .

Робота РДС передбачає прийом сигналів 3 - 4 РМ, які дозволяють розрахувати дві лінії положення, що відповідають позиції рухомого об'єкту. Під час досліджень програмної моделі загальна кількість маяків змінювалась від 3 до 5 (рис. 1,а), при цьому перевірялась відповідність розрахованої форми робочої зони зміні вихідних умов їх розташування.

Для дослідження реакції моделі на зниження дальності роботи РМ цей параметр знижувався для всіх РМ оперативного угруповання(рис. 1,б). Для дослідження можливостей прогнозування моделлю впливу будівельних перепон у розрахункову зону вводилося додатково від однієї до трьох перепон колового перетину (рис. 1,в).

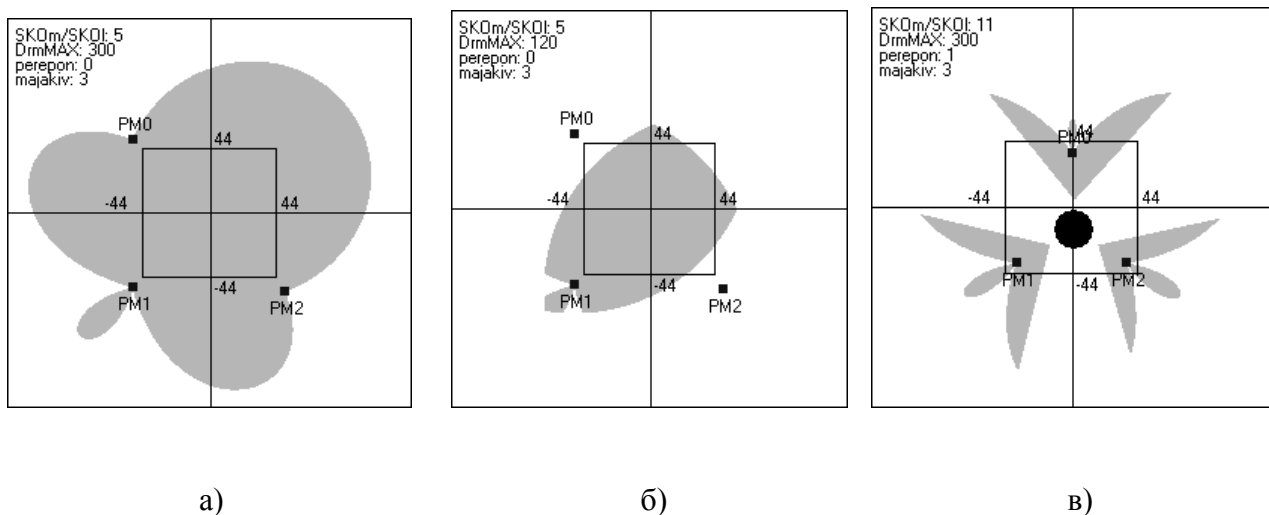


Рисунок 1. – Робочі зони RTLS-системи, розраховані при а) відсутності перешкод б) зменшення дальності дії РМ та в) при наявності у зоні НС непрозорих перепон.

Локалізація НС вимагає від оперативно-рятувальних підрозділів визначення таких параметри навігаційного забезпечення, як кількість, координати взаємного розташування РМ, параметри сигналів, що випромінюються. На підставі цих даних можуть бути задані умови розрахунку критерію (1) і відповідно модифікованого коефіцієнту геометрії.

Після розрахунку розмірів зони навігаційного забезпечення та нанесення границь роботи RTLS-системи на карту керівник ліквідації НС приймає управлінське рішення про необхідність залучення додаткових сил або засобів.

Як показали результати моделювання, якість радіонавігаційного забезпечення району НС в умовах міста суттєво залежить від кількості і якостей (форми) перепон у межах робочої зони, кількості РМ, що застосовуються для забезпечення району НС, та їх взаємного розташування. Отримані під час дослідження результати доводять, що вплив будівельних

перепон на вигляд робочої зони в цих умовах може бути важко передбачуваним. Використання розробленої моделі розрахунку робочої зони RTLS-системи для оперативного прогнозування і корегування відповідної зони в умовах міста дозволяє оперативно вирішувати дану проблему.

Перевагою етапної моделі розповсюдження є можливість довільного комбінування кількості та місця розташування як РМ, так і перепон РРХ. Тобто запропонована модель може бути використана при моделюванні процесу роботи системи в досить широкому спектрі тактичних ситуацій.

У зв'язку з переважно малою площею районів ліквідації НС, що виникають на практиці, модель було обмежено припущенням про розташування рухомих об'єктів та РМ в одній площині, не враховуючи сферичний характер земної поверхні. Подальше вдосконалення дозволяє усунути це обмеження. Насправді властивості багатьох перепон обмежують дальність РРХ лише частково, тобто мають напівпрозорий характер, тому в плані подальших досліджень вимагається більш досконале врахування перепон, що мають властивості часткового перепускання ЕМХ.

На випадок, якщо через умови траси РРХ робоча зона системи позиціонування є незадовільною, можуть бути передбачені інші технічні або організаційні методи навігаційного забезпечення, такі, як установка додаткових РМ, або зміна тих позицій, які використовуються. Розробка відповідних рекомендацій вимагає додаткових досліджень і може бути проведена з використанням створеної моделі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Загора О.В., Фещенко А.Б. Вибір каналу передачі даних підсистеми збору та відображення інформації системи моніторингу рухомих об'єктів району НС. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2017. Вип.26. С. 49-55.

**УДК 614. 84**

## **АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНІ РОБОТИ ПРИ ПОЖЕЖАХ І ВИБУХАХ**

*Слізаров О.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Найбільш древнім техногенним лихом для людей були пожежі їхнього житла і господарських споруд, які завдавали велику шкоду поселенням ще в доісторичні часи. Недарма виникнення пожежної справи може бути віднесено до античних часів, а професія пожежного - до найдавнішої аварійно-рятувальної спеціальності.

Пожежа – неконтрольоване горіння, що завдає матеріальних збитків, шкоди життю та здоров'ю громадян, інтересам суспільства та держави.

Пожежа небезпечна для людського організму як безпосередньо – ураження внаслідок впливу вогню та високих температур, так і побічно – у побічних ефектах пожежі (задуха внаслідок вдихання диму або аварія будівлі через високу температуру, що розплавляє його фундамент).

Пожежа може стати надзвичайною подією сама по собі, або бути викликаним іншим лихом (землетрус, поширення небезпечних речовин тощо). Збитки, заподіяні великою пожежею, потребують тривалого відновлювального періоду (відновлення спаленого лісу може зайняти кілька десятків років), а може бути й необоротним.

Вибух – це горіння, що супроводжується звільненням великої кількості енергії в обмеженому обсязі за короткий проміжок часу. Вибух призводить до утворення та поширення з надзвуковою швидкістю вибухової ударної хвилі (з надлишковим тиском більше 5 кПа), що надає ударний механічний вплив на навколишні предмети.

Вражаючими факторами вибуху є повітряна ударна хвиля і осколкові поля, що утворюються уламками різного роду об'єктів, технологічного обладнання, вибухових пристроїв.

Найпоширенішими джерелами виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру є пожежі та вибухи, що відбуваються: на промислових об'єктах; на об'єктах видобутку, зберігання та переробки легкозаймистих, горючих та вибухових речовин; на транспорті; у шахтах, гірничих виробках, метрополітенах; у будівлях та спорудах житлового, соціально-побутового та культурного призначення.

Локалізація та ліквідація пожеж

Гасіння пожеж є оперативними діями, спрямованими на порятунок громадян, майна та ліквідацію пожеж.

Першочергові рятувальні роботи, пов'язані з гасінням пожеж, проводяться після або в процесі розвідки. Розвідка являє собою сукупність заходів, що проводяться з метою збору інформації про пожежу для оцінки обстановки та прийняття рішень щодо організації оперативних дій. Розвідка проводиться безперервно з моменту виїзду на пожежу і до її ліквідації.

Під час проведення розвідки необхідно встановити: наявність та характер загрози людям, їх місцезнаходження, шляхи, способи та засоби рятування (захисту), а також необхідність захисту (евакуації) майна; наявність та можливість вторинних проявів небезпечних факторів пожежі (НФП), у тому числі обумовлених особливостями технології та організації виробництва на об'єкті пожежі; місце та площа горіння, що горить, а також шляхи розповсюдження вогню; наявність та можливість використання засобів протипожежного захисту; місцезнаходження найближчих вододжерел та можливі способи їх використання; наявність електроустановок під напругою та доцільність їх відключення; місця розтину та розбирання будівельних конструкцій; можливі шляхи введення сил та засобів для гасіння пожеж та інші дані, необхідні для вибору вирішального напрямку.

Особовим складом, що бере участь у розвідці, при необхідності та в залежності від обстановки виконуються і першочергові аварійно-рятувальні роботи.

Існує три основні способи гасіння вогню: охолодження палаючої речовини, наприклад, водою; ізоляція його від доступу повітря (землею, піском, покривалом) і, нарешті, видалення пального речовини із зони горіння (перекачування горючої рідини, розбирання конструкцій тощо).

У початковій стадії пожежі, яку можна виявити по запаху диму, задимлення, нагрівання конструкцій, вогонь поширюється порівняно повільно, але якщо не вжити енергійних заходів до гасіння, він дуже швидко може поширитися площею і перерости в суцільну пожежу.

Гасіння пожеж у будівлях та спорудах складається з двох періодів: локалізації та ліквідації. Локалізація означає запобігання його подальшому поширенню, а ліквідація - повне припинення процесу горіння.

У першому періоді основним завданням є обмеження поширення вогню та порятунок людей, у другому – здійснюється безпосередня ліквідація вогню.

Починати боротьбу з пожежею потрібно з тієї ділянки, де вогонь може створити загрозу життю людей, завдати найбільших збитків, викликати вибух або обвалення конструкцій.

Основний спосіб гасіння палаючих будівель - це подача вогнегасних речовин (води, піску, піни) на поверхні, що горять.

При гасінні пожежі слід, перш за все, зупинити поширення вогню, а потім гасити в місцях найбільш інтенсивного горіння, подаючи струмінь не на полум'я, а на поверхню, що горить. При гасінні вертикальної поверхні струмінь потрібно спрямовувати спочатку на його верхню частину, поступово опускаючись. Невелике вогнище в будинку слід залити водою або накрити щільною мокрою тканиною.

В умовах пожеж, що розвиваються, необхідно вживати заходів, щоб вогонь не поширився на суміжну частину будівлі або на сусідні будівлі.

При порятунку людей під час пожежі використовують основні та запасні входи та виходи, стаціонарні та переносні сходи. Люди, захоплені пожежею в будівлі, прагнуть знайти порятунок на верхніх поверхах або намагаються вистрибнути з вікон та з балконів. У разі пожежі багато хто з них неправильно оцінюють обстановку, допускають недоцільні дії. При виході з задимленого приміщення накиньте на обличчя рушник або хустку, змочену водою.

При ліквідації наслідків вибухів зона НС зазвичай обмежена порівняно невеликою територією. Однак кількість жертв при цьому може бути великою.

Вибухи можуть супроводжуватись пожежами. Внаслідок цього рятувальні роботи на конкретних робочих місцях мають передувати гасінню пожеж, а при необхідності гасіння пожеж, пошук і деблокування постраждалих повинні проводитися одночасно, рятувальні роботи при цьому повинні проводитися у високому темпі.

Динамічність виконання рятувальних робіт повинна забезпечуватися своєчасною зміною рятувальників на робочих місцях.

Якщо внаслідок вибуху різні об'єкти зазнали неоднакових руйнувань, а загальна площа руйнувань значна, то в цьому випадку роботи повинні проводитися насамперед на тих об'єктах, де допомога постраждалим гарантовано забезпечить порятунок їхнього життя.

Коли є достатньо сил і засобів, рятувальні роботи повинні виконуватися по всій зоні НС, а за наявності пожеж – відразу після їх гасіння на тих робочих місцях, де це стає можливим.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тактика спасательных работ. Материалы практики. КТИ МЧС РК, Кокшетау, с.139.

**УДК 614.846.6**

### **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ НА НАДІЙНІСТЬ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ**

*Калиновський А.Я., к.т.н., доцент, НУЦЗ України  
Коробка І.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Організація та управління процесами експлуатації, технічного обслуговування, ремонту сучасної пожежної техніки потребує впровадження автоматизованих систем управління, заснованих на застосуванні математичних моделей та методів, що дозволяють виробляти обґрунтовані та ефективні організаційні та управлінські рішення.

При моделюванні експлуатації автомобільної техніки застосовуються, як правило, методи теорії систем масового обслуговування, які дозволяють знайти основні параметри, необхідні для оцінки ефективності експлуатації автопарку [1].

Однак необхідно враховувати, що одним з найбільш важливих критеріїв ефективності експлуатації пожежної техніки стає ступінь готовності до виїзду і виконання завдань з гасіння пожеж.

У [2] авторами побудована загальна Марківська модель функціонування автопарку пожежної техніки окремого підрозділу, що дозволяє розглядати її можливі стани, що різняться між собою за ступенем готовності пожежної техніки і описує динаміку зміни готовності на основі розгляду прямих та зворотних переходів між різними станами моделі, що моделюється.

Основний висновок із попереднього аналізу динаміки зміни готовності реальних підрозділів, проведеного методами імітаційного моделювання на основі цієї моделі, полягає у неможливості опису її поведінки в рамках теорії систем масового обслуговування. Незважаючи на те що, модельована система є ергодичною, під час розгляду характеру її поведінки виникає необхідність обліку у ній змін початкового стану досить тривалих перехідних процесів.

Для моделювання функціонування реальних підрозділів з автопарком пожежної техніки необхідно з достатньою точністю визначити показники інтенсивності прямих та зворотних переходів у відповідних рівняннях Колмогорова. У них описують поведінку (моделюється) системи рівнянь які пов'язані з виникненням несправностей у процесі експлуатації пожежних автомобілів (поломок), які призводять до «виходу з ладу». Зворотні переходи обумовлені усуненням несправностей у процесі ремонту та технічного обслуговування (відновлення) пожежних автомобілів та призводять до «повернення до ладу».

Прямі переходи пов'язані з виникненням несправностей пожежних автомобілів у процесі експлуатації. Для кількісного опису переходів необхідно визначити для кожного пожежного автомобіля інтенсивність пов'язаного з виникненням несправностей потоку подій, що може залежати від різних експлуатаційних факторів (типу автомобіля, віку, пробігу, дорожніх та кліматичних умов тощо).

Прямі переходи між суміжними станами обумовлені потоками подій, пов'язаних із виникненням несправностей окремих автомобілів і кількісно описуються інтенсивностями потоків  $\lambda_i$  (поломок  $i$ -го ПА). Для кожного пожежного автомобіля інтенсивність пов'язаного з виникненням несправностей потоку подій  $\lambda_i$  є деякою величиною, яку можна визначити на основі аналізу статистичних даних про поломки автомобіля.

При математичному моделюванні використовується поняття «Параметр потоку відмов» (Failure intensity), що визначається як відношення математичного очікування кількості відмов об'єкта, що відновлюється за досить мале його напрацювання до значення цього напрацювання. Також використовується технічний параметр «напрацювання на відмову», що характеризує надійність приладу, пристрою або технічної системи, що відновлюється. Вона визначається як відношення сумарного напрацювання відновлюваного об'єкта до математичного очікування числа його відмов протягом цього напрацювання. Ключовим поняттям є «напрацювання» (Operating time), під яким розуміється тривалість або обсяг роботи, причому залежно від виду об'єкта, що відновлюється, вона може бути представлена різним чином. Допускається її подання як безперервними величинами (тривалість роботи в годинах, кілометраж пробігу тощо), так і цілими (число робочих циклів, запусків тощо).

При математичному моделюванні експлуатації автотранспортних засобів напрацювання найчастіше оцінюються у показниках пробігу. Такий підхід є виправданим у разі експлуатації великими автоперевізниками, оскільки практично весь технічний ресурс автотранспортних засобів виробляється за досить короткий час.

Загальне напрацювання автотранспортних засобів безпосередньо пов'язане з таким поняттям, як зношення, амортизація (depreciation). Для оцінки залишкової вартості використовуються як показники пробігу, і час експлуатації автотранспортних засобів. При цьому враховується зміна якості автотранспортних засобів не тільки в ході експлуатаційного зносу, а й внаслідок інших деградаційних процесів, пов'язаних із накопиченням ушкоджень при старінні.

Відмінні риси пожежної автомобільної техніки в порівнянні з використанням автотранспортних засобів в інших сферах діяльності виявляються у відносно великій тривалості експлуатації та малу інтенсивність застосування. Тому при моделюванні різних експлуатаційних показників, що відображають характеристики якості та надійності, стає необхідним облік тимчасового фактора. На експлуатаційну надійність пожежної



автомобільної техніки, крім тимчасового фактора, істотний вплив можуть надавати режим роботи, дорожні та кліматичні умови, в яких вона експлуатується, а також якість технічного обслуговування та зберігання.

В даному випадку є доцільним зробити таке припущення: узагальнене напрацювання, яке розуміється як ступінь зносу, є деякою функцією стану об'єкта, що повністю визначає всі його експлуатаційні характеристики. Узагальнене напрацювання пожежної автомобільної техніки, на думку авторів, слід представляти деяким емпірично обґрунтованим функціоналом:

$$Dd = F(T, L, W, C, S, R), \quad (1)$$

який враховує основні експлуатаційні фактори: вік автомобіля (T) та його пробіг (L), з урахуванням впливу додаткових факторів, зумовлених режимом експлуатації у певних дорожніх (W) та кліматичних умовах (C), а також якістю обслуговування (S) та умовами зберігання (R). Повний диференціал у просторі основних змінних T і L має вигляд:

$$dD = P(S, R)\delta T + Q(C, W)\delta L, \quad (2)$$

де P(S,R) і Q(C,W) є деякі функції додаткових факторів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ле Тхань Бинь, Сатин А.П., Прус Ю.В. Прогнозирование готовности пожарной техники на основе Марковской модели поломок и восстановления. Технологии техносферной безопасности. 2012. № 5(45). 11 с.

2. Ле Тхань Бинь, Алехин Е.М., Прус Ю.В., Сатин А.П. Имитационное моделирование динамики готовности автомобильной пожарной техники. Материал XXVI-й международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности». М.: ВНИИ ПО МЧС России. 2014. С. 396-399.

УДК 614.846.6

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Калиновський А.Я., к.т.н., доцент, НУЦЗ України  
Семків В.О., ад'юнкт, НУЦЗ України*

Ефективне використання технічних засобів та нових технологій є одним з основних факторів, що впливають на зниження людських та матеріальних втрат при пожежах, успішного їх гасіння та проведення рятувальних робіт. У галузі розвитку пожежної техніки робиться акцент на створення машин покращеної прохідності; робототехніки, що здійснює цілодобовий контроль за об'єктом, що охороняється, розвідку та оперативну оцінку пожежної обстановки, гасіння пожеж, охолодження при пожежі будівельних конструкцій та технологічного обладнання, рятування людей та евакуацію матеріальних цінностей; широкого спектру пожежно-технічного озброєння для пожежних підрозділів та інших формувань реагування на надзвичайні ситуації [1].

При створенні нових видів вітчизняної продукції враховуються зарубіжні досягнення. Так, в провідних країнах світу успішно експлуатують комбіновані пожежні автомобілі, які виконують подвійне призначення. Дана техніка дозволяє ефективно гасити пожежі в

багатоповерхових будинках, на великих промислових підприємствах, а також використовується для порятунку людей із верхніх поверхів будівель[2].

Якщо розглядати основні тенденції у розвитку пожежних автомобілів, то можна виділити кілька напрямків. Одним з найбільш перспективних є розширення функціональності пожежного автомобіля [3]. Наприклад, автомобіль MultiStar фірми Magirus (Німеччина) (рис. 1) може виконувати три функції (гасіння, аварійно-рятувальні роботи та підйом людей та вантажів на висоту).



Рисунок 1. – Пожежний багатofункціональний автомобіль "MULTISTAR".

Потужність насоса: 3000 л/хв при 10 бар / 400 л/хв при 40 бар, об'єм вогнегасної рідини, вода: 1900 л або 2400 л; піна: 300 л (система дозування піни під тиском MagirusCaddiSys). На такому автомобілі збільшений і склад оперативного розрахунку до 9 осіб, відповідно і тактичний потенціал підрозділу на такому пожежному автомобілі значно зростає, порівняно зі звичайними пожежними автоцистернами[4].

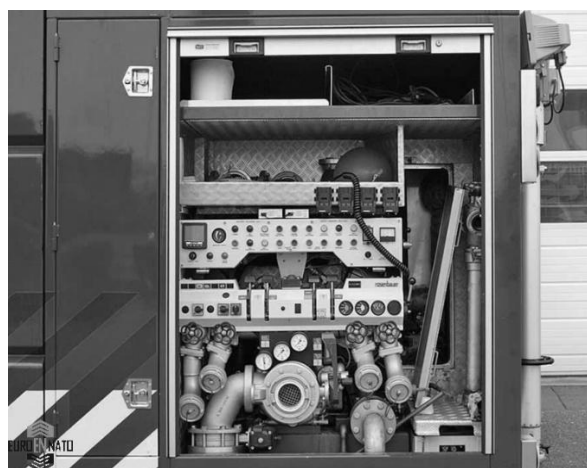


Рисунок 2. – Спеціальні контейнери Rosenbauer HFE-NH30

Для виконання особливих завдань під час ліквідації надзвичайних ситуацій виробники пожежно-рятувальної техніки виготовляють ще й вузькоспеціалізовані машини. В Європі таку техніку найчастіше виготовляють на шасі причепів або у вигляді спеціальних контейнерів, також контейнерних комплексів (рис. 2), для транспортування яких використовують автомобілі з механізмом зміни кузовів типу «мультиліфт». Наприклад, блок-

контейнер у форм-факторі ISO 20 Ft на піддоні FlatRack виробництва Rosenbauer Hook Lift Fire Engine (Німеччина) [5] з головним пожежним насосом NH30, використовується як мобільна насосна станція для проведення пожежних та рятувальних робіт. Контейнерне виконання пожежного комплексу дозволяє використовувати для доставки установки до місця пожежогасіння та порятунку без використання спеціальних пожежних самохідних машин. Контейнер має вбудовану цистерну для зберігання вогнегасної рідини об'ємом 12000 літрів, з використанням насоса продуктивністю 3000 л/хв у лінійно-високого тиску та низького тиску з потоком 400 л/хв. Привід насоса автономний за допомогою дизельного двигуна. Об'єм пінобака 800 літрів. Зовні комплекс закритий рольставнями та висувними каретками для утримання додаткового обладнання та інструменту.

Таким чином, проаналізувавши світовий досвід, прослідковується тенденція до багатофункціональності та модульності. Можна сформулювати чотири основні напрями реалізації концепції багатофункціональності: надання аварійно-рятувальних функцій пожежним автомобілям гасіння, в першу чергу, автоцистернам; розширення можливостей аварійно-рятувальних автомобілів за рахунок наділення їх функціями пожежогасіння; надання функцій пожежогасіння висотним рятувальним автомобілям (автодрабинам, автопідіймачам); розширення функціональності пожежних автомобілів гасіння (перш за все це відноситься до пожежних автомобілів для зон промислового ризику, тобто об'єктових пожежних автомобілів), за рахунок застосування на одному пожежному автомобілі 4-5 видів вогнегасних речовин та пристроїв для їх подачі (блок-контейнер).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Яковенко Ю.Ф. Пожарные автомобили нового поколения: концепция многофункциональности. Средства спасения. Противопожарная защита. 2004.
2. UNE-EN\_1846-1-2011 URL: [https://kupdf.net/download/une-en184612011\\_5af724ace2b6f52014fbcbea\\_pdf](https://kupdf.net/download/une-en184612011_5af724ace2b6f52014fbcbea_pdf).
3. ГОСТ Р 53247-2009. Техника пожарной. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения.
4. Magirus. URL: <https://www.magirusgroup.com/de/en/home/>
5. Rosenbauer Hook Lift Fire Engine. URL: <https://www.rosenbauer.com/en/int/rosenbauer-world/products/fire-fighting-systems/truck-mounted-pumps/nh25-nh35-nh45-nh55>

УДК 358.31, 358.238, 629.122, 629.1.03, 629.1.07

## ДОСЛІДЖЕННЯ РУЙНУВАННЯ СКЛА КОНТЕЙНЕРОМ З ВОГНЕГАСНОЮ РЕЧОВИНОЮ

*Калиновський А.Я., к.т.н., доцент, НУЦЗ України  
Поліванов О.Г., ад'юнкт, НУЦЗ України*

Постає питання, що до можливості руйнування скла при гасінні пожеж в багатоповерхівках з використанням імпульсного вогнегасника Тайфун-10 контейнерами з вогнегасною речовиною в середині. Для визначення впливу дії імпульсного навантаження на скло, що викликано ударом від контейнеру з PLA-пластику наповненого вогнегасною рідиною здійснено серію варіативних розрахунків при зміні таких параметрів: товщина скла; відстань між двома елементами скла; початкова швидкість.

Для досягнення поставленої мети виконано наступні етапи: побудовано параметричну геометричну модель; створено скінчено елементну сітку; визначено швидкість при якій відбувається удар контейнеру зі склом; проведені розрахунки при різних геометричних та фізичних параметрах;

Геометрична модель складається з пакету скла, контейнеру у формі сфери та рідни всередині неї.

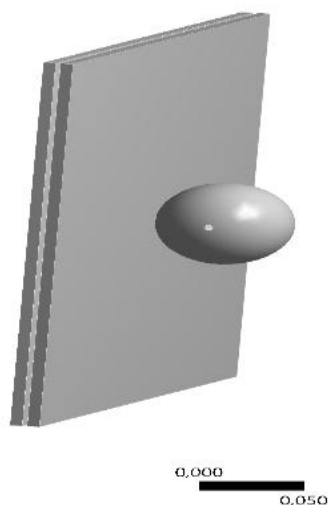


Рисунок 1 – Геометрична модель конструкції 6 мм товщині скла

Розмір скла задавався 300x300 мм. Товщина скла задавалася : 3 мм, 5 мм та 6 мм. Відстань між двома пластинами змінювалась відповідно 0,6 мм, 1 мм, 2 мм, 2,5 мм. Контейнер знаходиться на відстані 0,1 мм від скла. Геометричні параметри контейнеру: радіус  $R=34$  мм; товщину  $\delta=3$  мм

Для проведення розрахунків необхідно створити скінечно-елементну модель. При вирішенні задачі було використано тривимірний елемент з трьома степенями вільності в вузлу. Для скла було створено регулярну сітку розмір елемента дорівнює 1мм, та по товщині було задано 2 елемента. Для було створено довільну сітку, розмір елемента було обрано 0,1 мм.

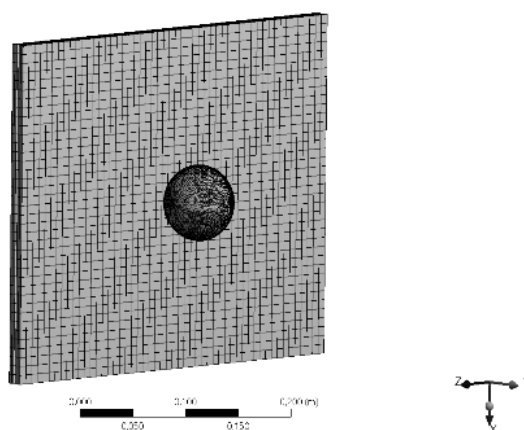


Рисунок 2 – Геометрична модель конструкції при товщині скла 6 мм

З експерименту відомо, що початкова швидкість контейнеру становить до 50 м/с. У даному випадку передбачається, що початковий кут дорівнює 54 градусів, а відстань до удару 15 м. Для визначення кінцевої швидкості розглянемо рух тіла у полі тяжкості Землі, опір повітря враховувати не будемо.

Розглянемо найбільш не сприятливий випадок: швидкість 40 м/с, товщина скла 6 мм, відстань між склом 2,5 мм. На рисунках показано переміщення, інтенсивність напружень та максимальні головні напруження.

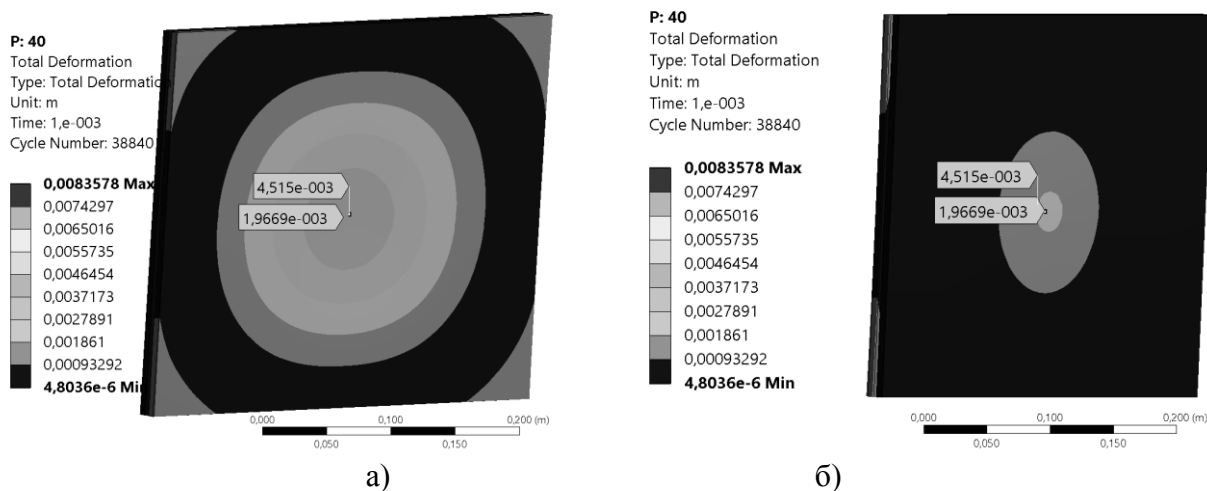


Рисунок 3 – Переміщення у склі 1 (а) та у склі 2 (б)

Переміщення у місці контакту дорівнюють у склі 1 – 4,5 мм (75% від товщини скла), склі 2 – 2 мм (33% від товщини скла).

Також визначено інтенсивність напружень та максимальні головні напруження у склі.

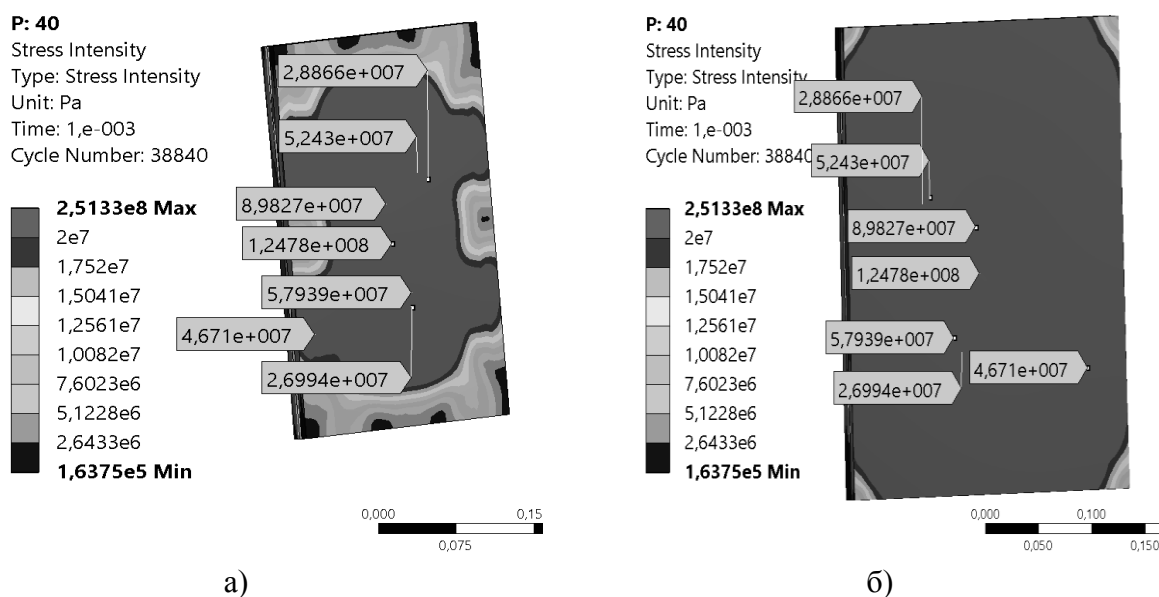


Рисунок 4 – Інтенсивність напружень у склі 1 (а) та у склі 2 (б)

Фіолетовим кольором зображено місця в яких напруження перевищують границю міцності для скла. З результатів видно, що при заданих параметрах, скло буде зруйноване, що і було підтверджено експериментальними дослідженнями.

## РОЗРОБКА ЗАСОБУ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИПАРУВАННЯ ТОКСИЧНИХ РІДИН

*Кірсев О.О., д.т.н., професор, НУЦЗ України*

В теперішній час для ізоляції розливів токсичних рідин використовують звичайні повітряно-механічні піни. Але такі піни мають низьку стійкість, що викликає потребу в багаторазовому нанесенні піни на поверхню рідини. Тому є актуальною задача підвищення стійкості піни. Високу стійкість мають тверді піни. Але більшість твердих пін одержують з токсичних компонентів. Крім того такі тверді піни є горючими речовинами.

Для ізоляції поверхні токсичних рідин запропоновано швидкотвердіючі піни (ШТП), на основі небезпечних негорючих компонентів. Для отримання швидкотвердіючих високостійких пін поєднують процес геле та піноутворення. Для цього змішують розчини полісилікату натрію та активатора гелеутворення. Після чого додають піноутворювач та спінують систему. Через деякий час така піна втрачає текучість. Час втрати текучості піни було визначено експериментально в попередніх роботах [1]. З раніш досліджених гелеутворюючих систем обрано сім, які дозволяють забезпечити час втрати текучості піни близько до однієї хвилини (табл 1).

Таблиця 1

Значення концентрацій полісилікату натрію ( $\omega_1$ ) та активатора гелеутворення ( $\omega_2$ ), які викликають гелеутворення протягом  $40 \pm 20^\circ\text{C}$

№	Каталізатор гелеутворення	$\omega_1, \%$	$\omega_2, \%$
1	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	6,0	5,5
2	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	3,0	4,5
3	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	6,5	15
4	$\text{NH}_4\text{Cl}$	3,5	4,0
5	$\text{NaHCO}_3$	8,0	8,5
6	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	8,0	9,0
7	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	6,5	6,0

Для цих систем було досліджено стійкість піни. Найбільшу стійкість забезпечила система з каталізатором гелеутворення  $\text{NaHCO}_3$ . Ця система показала найкращі результати серед обраних сьомих систем. Експериментальні дослідження часу існування цієї піни при товщині початкового шару в 10 см. досягає 24 години.

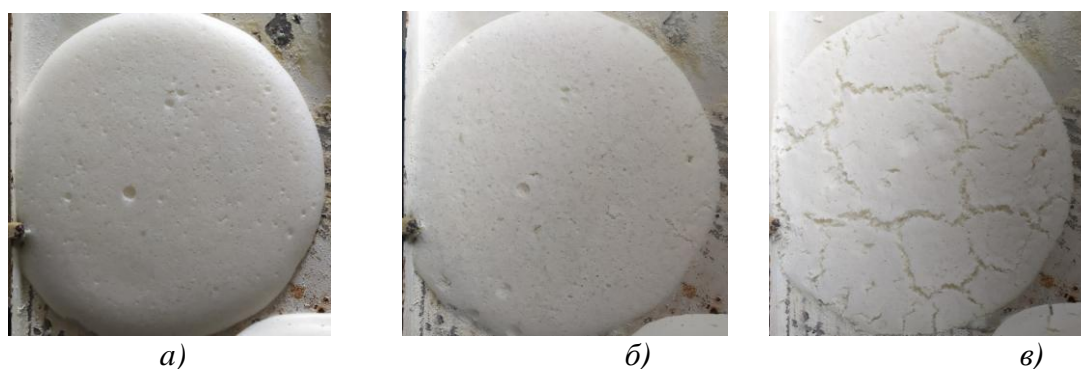


Рисунок 1. – Зовнішній вигляд ШТП (система 1 + 0,5 % КМЦ). а) ШТП початковий вид; б) ШТП через 24 години; в) ШТП через 72 години.

Для підвищення стійкості пін до гелеутворюючого складу запропоновано додавати водорозчинні полімери [2]. Найкращим водорозчинним полімером для підвищення стійкості піни стала натрієва сіль карбометілцелюлози (КМЦ). Найкращі результати отримані для піноутворюючої композиції  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$  (9%) +  $\text{NaHCO}_3$  (9%) + ПУ(6%) + КМЦ(0,5%). Експериментально було досліджено стійкість та ізолюючі властивості такої піни. (рис.1).

Помітні зміни в зовнішньому виді твердої піни спостерігались через 24 години після її одержання. Після 72 годин спостережень не спостерігались зміни в зовнішньому вигляді твердої піни. На піні утворились не велика кількість тріщин.

Для ШТП  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$  (9%)+ $\text{NaHCO}_3$  (9%)+6%ПО+0,5%КМЦ було досліджено ізолюючі властивості по відношенню до пари бензену. Така тверда піна товщиною 5 см зменшує масову швидкість випаровування бензелу більш ніж у 9 разів. Вона зберігає ізолюючі властивості більш ніж 5 діб.

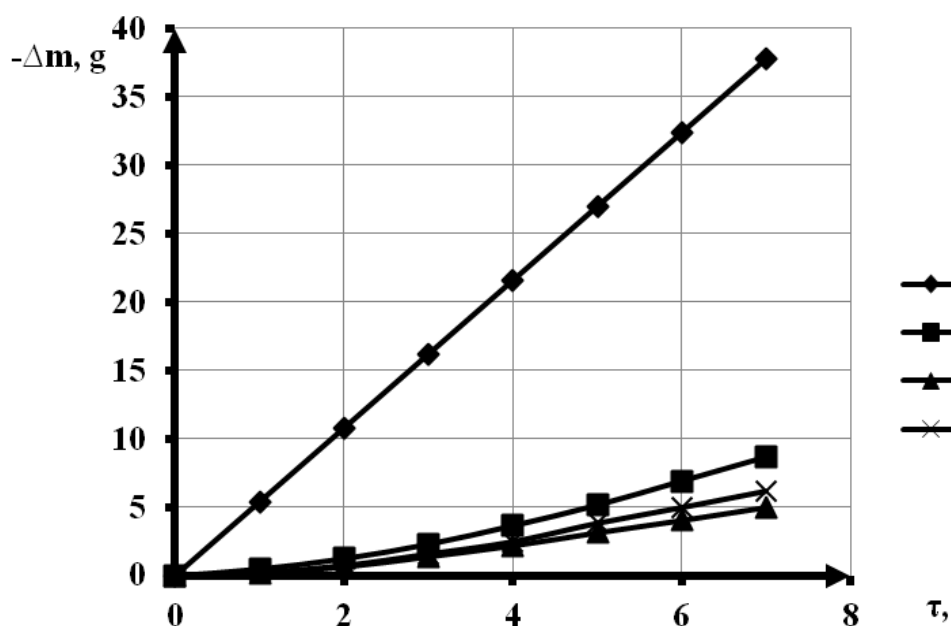


Рисунок 2. – Залежність втрати маси бензену ( $\Delta m$ ) за рахунок випаровування від часу ( $\tau$ , доба) з вільної поверхні та через шар ШТП при товщині шару піни 5 см.

◆ - вільна поверхня, ■ – ШТП за відсутності КМЦ, × - ШТП + КМЦ(0,5%), ▲ - ШТП + КМЦ(0,5%) – 5 діб.

Спостереження поведінки шару піни на поверхні бензену дозволило зробити висновок, що на поверхні бензену ШТП поступово притуплюється. Це відбувається через поступове заповнення пінних комірок у нижній частині твердої піни. При цьому сам гелевий каркас зберігає свою цілісність, а пінні плівки, утворені рідиною, втрачають суцільність. З досліджених ШТП на поверхні рідкого бензолу найбільш стійкою є піна на основі системи  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$ (9%)+ $\text{NaHCO}_3$ (9%)+6%ПО+0,5%КМЦ. Через 24 години така піна занурюється у шар бензолу на 65% своєї висоти, що відповідає плавучості 35%. Час виходу бензолу поверхню піни складає щонайменше 48 годин.

*Висновки.* Для ізоляції поверхонь токсичних рідин запропоновано використовувати піни, що швидко твердіють. Для отримання швидкотвердіючих пін запропоновано поєднання процесів геле та піноутворення. Найкращі ізолюючі характеристики показала швидкотвердіюча піна складу  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5 \text{SiO}_2$  (9%) +  $\text{NaHCO}_3$  (9%) + 6% ПО + 0,5% КМЦ. При товщині шару піни 5 см масова швидкість випаровування бензолу зменшується більш ніж у 9 разів у порівнянні з випаровуванням з вільної поверхні. Така піна зберігає ізолюючі властивості більш ніж 5 діб. Зроблено висновок про доцільність застосування швидкотвердіючих пін для ліквідації надзвичайних ситуацій із розливом токсичних рідин.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Pietukhov R., Kireev A., Slepuzhnikov E., Chyrkina M., Savchenko A. Lifetime research of rapid-hardening foams. Problems of emergency situations. 2020. № 31. P. 226 – 233.
2. Петухов Р.А., Кіреєв О.О., Слепужніков Є.Д., Савченко О.В., Шевченко С.М., Дейнека В.В. Підвищення часу існування пін швидкого твердіння. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2020. № 32. С 215–222.

УДК 614.84

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ

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

Ефективність виконання дій за призначеннями підрозділами аварійно-рятувальних формувань залежить від багатьох чинників, зокрема, від їх чисельності. Процес визначення чисельності сил та засобів аварійно-рятувальних формувань в різних населених пунктах є достатньо складним процесом. З метою визначення чисельності сил та засобів використовують нормативні та ймовірно-статистичні підходи. Нормативні підходи переважно полягають у визначенні кількості сил та засобів залежно від чисельності населення у відповідній адміністративно-територіальній одиниці [1]. Недоліком вказаного підходу є те, що під час його використання не враховується стан оперативної обстановки, яка склалася на території населеного пункту. Ймовірно-статистичні підходи під час визначення кількості сил та засобів для аварійно-рятувальних формувань, на відміну від нормативних, дозволяють врахувати стан оперативної обстановки в населеному пункті. Суть цього підходу полягає у тому, що спершу проводиться дослідження характеристик потоку викликів, які пов'язані з пожежами та іншими небезпечними подіями, а потім на основі отриманих даних оцінюється ймовірність залучення певної кількості сил та засобів аварійно-рятувальних формувань до виконання завдань за призначенням. На основі проведеної статистичної оцінки приймається рішення щодо необхідної чисельності сил та засобів для комплектування ними підрозділів аварійно-рятувальних формувань. При цьому недоліком ймовірно-статистичного підходу є те, що під час оцінки ймовірності зайнятості певної кількості підрозділів до обслуговування викликів використовуються математичні моделі, які побудовані на основі закону розподілу Пуассона. У випадку коли потік викликів не може бути описаний цим законом і провівши оцінку зайнятості підрозділів обслуговуванням викликів можна отримати не достовірні дані. Відповідно перед проведенням цієї оцінки необхідно спершу перевірити умову, яка полягає в тому, що потік викликів є пуассонівським.

В роботі проведено статистичне дослідження потоку викликів, які пов'язані з пожежами в різних за площею і чисельністю населення містах України за період 2020 року. Виконання оцінки потоку викликів по чисельності пожеж пояснюється тим, що згідно офіційної статистики, пожежі становлять більшість серед небезпечних подій, які виникають на території України. Для цього спершу на основі виконаного кластерного аналізу було проведено поділ міст на відповідні групи за чисельністю населення. Загалом встановлено шість груп міст. Критеріями для групування слугували площа території та чисельність населення. Далі із сформованих груп відібрано по декілька міст по яким в подальшому досліджено потік викликів, які пов'язані з пожежами. Окрему групу становило місто Київ. В кінці було перевірено гіпотезу про те, що потік викликів у містах, які потрапили до вибірки є пуассонівським. Перевірка названої раніше гіпотези виконувалася з використання програмного продукту STATISTICA. Розраховано значення критерію узгодженості Пірсона та кількість степенів свободи з урахуванням характеристик пуассонівського розподілу. Далі значення критерію узгодженості Пірсона були перераховані в критерій Романовського. Це



було зробленого для того щоб не визначати табличні значення критерію Пірсона з використанням спеціальних таблиць.

Висновок по отриманому статистичному розподілу з використанням розрахункового значення критерію Романовського формулюється таким чином, що у випадку коли  $R < 3$ , то можна стверджувати про підтвердження висунутої гіпотези стосовно пуассонівського розподілу потоку викликів, у інших випадках висунута гіпотеза відхиляється. Результати досліджень наведені в табл. 1. У 7 із 26 досліджуваних міст, а це складає майже 27 % від загальної їх кількості, потік викликів, який пов'язаний з виникненням пожеж є пуассонівським.

Таблиця 1

Результати перевірки статистичної гіпотези про пуассонівський розподіл потоку викликів, які пов'язані з пожежами, котрі виникають на території міст

Кластер	Назва населеного пункту	Дисперсія показника кількості пожеж	Розраховане значення критерію Пірсона	Кількість степенів свободи	Розраховане значення критерію Романовського
1	Київ	63,63	232,25	2	115,13
2	Дніпро	7,88	119,4	8	27,85
	Львів	2,24	73,75	3	28,88
	Миколаїв	3,31	68,11	5	19,96
	Одеса	5,16	76,29	7	18,52
	Харків	23,59	221,43	4	76,87
3	Бердянськ	2,22	30,77	3	11,34
	Горішні Плавні	0,01	–	–	–
	Ірпінь	0,04	–	–	–
	Нетішин	0,07	–	–	–
	Покров	0,15	–	–	–
4	Вінниця	3,02	93,96	3	37,13
	Полтава	1,12	7,31	3	1,76
	Рівне	0,33	0,36	1	0,45
	Суми	0,74	1,01	2	0,5
	Херсон	0,35	8,69	1	5,44
5	Біла Церква	1,84	29,97	3	11,01
	Ізюм	1,47	61,72	2	29,86
	Олександрія	0,3	0,1	1	0,64
	Марганець	0,65	3,9	1	2,05
	Ужгород	1,72	18,28	2	8,14
6	Глухів	0,1	–	–	–
	Моршин	0,01	–	–	–
	Теплодар	0,07	–	–	–
	Токмак	0,33	0,44	1	0,4
	Першотравенськ	0,21	1,38	1	0,27

По 7 населеним пунктам не вдалося розрахувати значення критерію Пірсона, що може бути пов'язано із невеликою кількістю пожеж, які виникали на їх території за період 2020 року. Значення кількості пожеж для них коливається в межах від 5 до 57 за рік. В населених

пунктах у яких було підтверджено висунуту статистичну гіпотезу про пуассонівський потік викликів кількість пожеж складає від 69 до 342.

Таким чином, проаналізувавши отримані результати досліджень можна зробити висновок, що не завжди потік викликів, який пов'язаний з виникненням пожеж у містах є пуассонівським. Відповідно перед тим як проводити ймовірнісну оцінку зайнятості певної кількості підрозділів аварійно-рятувальних формувань обслуговуванням викликів в містах і використовуючи при цьому математичні моделі, які побудовані на основі закону розподілу Пуассона, необхідно спершу перевірити відповідність потоку викликів пуассонівському.

## ЛІТЕРАТУРА

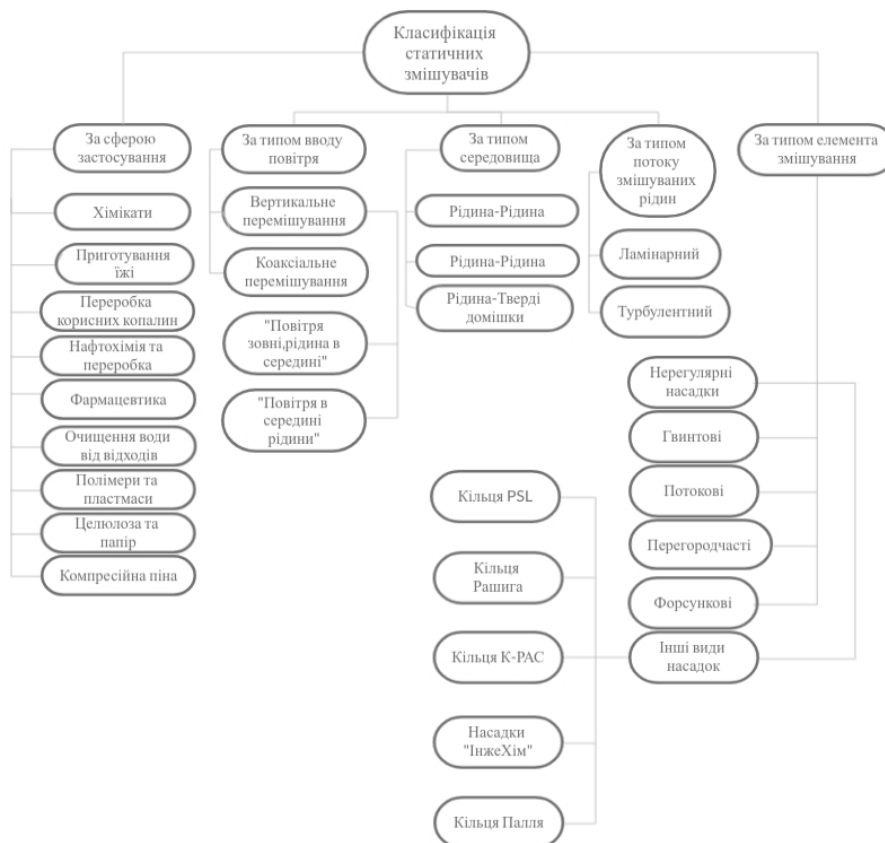
1. Коханенко В.Б., Беляєв В.Ю. Принцип комплектації підрозділів пожежно-рятувальних частин в населених пунктах України з урахуванням умов експлуатації. Проблемы пожарной безопасности. 2017. № 41. С 98–103.

УДК 814.6

## ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ СТАТИЧНИХ ЗМІШУВАЧІВ

*Коршенко Д.М., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*  
*Грищенко Д.В., заступник начальника курсу, НУЦЗ України*

Перемішування – це з'єднання об'ємів різноманітних речовин з метою отримання однорідної суміші, наприклад розчинів, емульсій, суспензій і т.д [1]. Процес перемішування може проходити самовільно, наприклад у результаті дифузії компонентів системи, або примусово в результаті підведення механічної енергії ззовні, наприклад за допомогою мішалок, або створенням неоднорідності потоку [1].



Статичнеперемішуванняозначаєперемішування без участімеханічнихпристроїв. Продукти перемішуються лише за рахунокенергії потоку за участю нерухомо закріплених змішувальних елементів, щосприяютьбезперервномурозподілу і перерозподіл узагального потоку по перерізузмішувального каналу. Необхідна для перемішування середовище енергія підводиться в потік за допомогоююнасосів, щоперекачуютьцірідиникрізьтрубопроводи.

В сучасному світі великої уваги набуває питання використання статичних змішувачів у різних сферах промисловості. Висока ефективність, низькі капітальні та експлуатаційні витрати, мале споживання енергії, невеликі розміри, відсутність внутрішніх рухомих деталей – це значно відрізняє статичні змішувачі з інших типів змішувального устаткування. Тому статичні змішувачі широко використовуються в хімічній та нафтохімічній промисловості, при виробництві та переробці пластмас, очищенні газів, що відходять, питної та стічних вод, у виробництві синтетичних волокон, у фармацевтиці, харчовій та целюлозно-паперовій галузях та в інших видах промисловості.

Узагальному вигляді було створено загальну характеристику (рис.1).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Богданов В.В., Христофоров Е.И., Клоцунг Б.А. Эффективные малообъемные смесители. Л.: Химия. 1989. 224 с.

УДК 614.842.8

## ЩОДО КОМПЛЕКТУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ЧАСТИН УКРАЇНИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЮ ТЕХНІКОЮ

*Коханенко В.Б., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Від часу прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику залежать розміри збитків та життя людей. Порядок та принципи розміщення пожежно-рятувальних частин в населених пунктах України, їх комплектація як основною, так і спеціальною пожежною та аварійно-рятувальною технікою встановлюється нормативною документацією [1]. Однак, в нормативній документації відсутній аналіз місцевості розташування ДПРЧ та шляхів слідування до місця надзвичайної події, що безпосередньо впливає на час прибуття та успіх слідування аварійно-рятувальної техніки[2].

Розташування пожежно-рятувальних підрозділів та недостатня їх комплектація необхідними аварійно-рятувальною технікою та плавзасобами не дозволяє своєчасно прибути до місця надзвичайної ситуації та необхідним чином провести рятувальні роботи. Тому, спираючись на отримані результати досліджень, слід запропонувати комплектацію пожежно-рятувальних підрозділів пожежно-рятувальною технікою відповідно до її умов експлуатації та обслуговування. Для цього необхідно переглянути існуючу комплектацію пожежно-рятувальних підрозділів.

Тому актуальною є проблема комплектації пожежно-рятувальних частин основною та спеціальною пожежною та аварійно-рятувальною технікою, яка потребує вирішення актуального наукового підходу не лише з кількісної оцінки техніки, але й з якісної(яке саме базове шасі повинна мати техніка, якою саме повинна бути техніка за призначенням).

Мета даної роботи полягає в переукомплектаціїдержавних пожежно-рятувальних частин (ДПРЧ) за рахунок перерозподілу пожежно-рятувальної техніки між підрозділами,дооснащення їх технікою на повноприводному шасі, всюдохідами, плавзасобами, що сприятиме скороченню часу прибуття до населення.

Для скорочення часу прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику слід враховувати по кожній області України наявність лісів, річок, озер, штучних водоймищ

та заболочених місцевостей. Також слід враховувати стан доріг та співвідношення доріг з твердим покриттям до ґрунтових доріг по областях України та укомплектовувати пожежні гарнізони відповідним чином.

Пропонується пожежні гарнізони в областях з більшістю доріг з незадовільним станом та з ґрунтовими дорогами, комплектувати протипожежною технікою на шасі повнопривідних автомобілів, або дообладнувати існуючу протипожежну техніку засобами підвищеної прохідності [3].

При наявності річок, озер, штучних водоймищ та заболочених місцевостей, комплектувати пожежні гарнізони плавзасобами, суднами на повітряній подушці, то що.

Встановлено, що площа України 603,7 тис. км<sup>2</sup>, середня по Україні лісистість становить 15, 9 %, а всі ліса складають 10,8 млн. га. Розподіл співвідношення площ областей України, лісів, водної поверхні, кількості населення, її щільності наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Співвідношення площ областей України, лісів, водної поверхні, кількості населення та її щільності

Адміністративна область України	Площа області км <sup>2</sup>	Населення, чол.	Щільність, чол/км <sup>2</sup>	Площа ліса, га	Площа, км <sup>2</sup> водної поверхні (довжина, км)
1	2	3	4	5	6
Вінницька	26513	1616511	61, 07	3000	23048
1	2	3	4	5	6
Волинська	20144	1041316		6546, 8	3, 3
Дніпропетровська	31974	3285626	102, 76	15 тис.	53669,8
Донецька	26592	4320821	162, 40	204 тис.	
Житомирська	29832	1250401	41, 92	7000	
Закарпатська	12777	1259068	98, 54	595 тис.	
Запорізька	27180	1765926	64, 97	76,8 тис.	
Івано-Франківська	13928	1381798	99, 21	600 тис.	
Київська	28131	1722875	62, 24	16496	291400
Кіровоградська	24588	980600	40, 32	179, 1 тис.	
Луганська	26683	2211334	82, 87	1867, 81	
Львівська	21833	2537471	116, 22	5676, 58	3300 га
Миколаївська	24598	1164878	47, 6	70 тис.	
Одеська	33310	2395358	71, 91	1998,6	
Полтавська	28748	1462412	50, 87	274,6тис	1488 км <sup>2</sup>
Рівненська	20047	1159259	57,5	804,5тис	11,2 тис. га
Сумська	23834	1123400	47, 7	1954,8тис	10948 га
Тернопільська	13823	1074923	77, 76	192,4 тис.	3579 га
Харківська	31415	2738384	87, 16	318 тис.	3460 (6, 4)
Хмельницька	20645	1309687	63, 57	279,3 тис.	
Черкаська	20900	1250925	60, 45	3096,75	
Чернігівська	31911	1054626	33, 25	740 тис.	8, 5
Черновецька	8097	910035	112, 14	258 тис.	

Скоротити час прибуття до місця виклику можливо за рахунок більш ретельної комплектації пожежно-рятувальних частин основною та спеціальною пожежною та аварійно-рятувальною технікою. На сьогодні й досі склад пожежною та аварійно-рятувальною технікою в гарнізонах ДСНС як по їх кількості, так і по їх виду призначається на підставі чисельності населення, що не пов'язано з умовами слідування до місця події.

Планомірне комплектування пожежно-рятувальних частин пожежною та аварійно-рятувальною технікою не лише на підставі нормативних документів, а також з урахуванням певних особливостей розташування пожежних гарнізонів, їхніх доріг (бездоріжжя), характеру місцевості (ліса, лісостепа, гори, болота), наявності водоймищ та річок, стану з надзвичайними подіями в регіонах, де розташовані ці ДПРЧ, дозволить значно скоротити час прибуття до місця виклику.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова КМУ від 27.11.2013 року №874 «Про затвердження критеріїв утворення державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин) Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту в адміністративно-територіальних одиницях та переліку суб'єктів господарювання, де утворюються такі підрозділи (частини)».

2. Коваленко Р.І. Дослідження основних статистичних закономірностей процесу функціонування державних пожежно-рятувальних частин міста Харкова. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Kovalenko.pdf>.

3. Коханенко В.Б., Беляев В.Ю. Принцип комплектації підрозділів пожежно-рятувальних частин в населених пунктах України з урахуванням умов експлуатації. Проблеми пожежної безпеки. Харків: НУЦЗ України. 2017. №41. С. 98-104.

**УДК 614. 841**

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ШВИДКОГО РОЗГАЛЬМУВАННЯ ШАСІ ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРН

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

Одним із пріоритетних завдань ДСНС України, на шляху до формування служби європейського рівня, є оновлення сучасної пожежно-рятувальної техніки, що дасть змогу ще ефективніше виконувати завдання за призначенням. Саме тому Служба порятунку продовжує нарощувати зусилля стосовно всебічного спеціально-технічного переоснащення органів управління та сил цивільного захисту сучасними зразками техніки та забезпечення ними підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, у тому числі з використанням потенціалу і ресурсів місцевих органів влади та міжнародних організацій [1].

На сьогодні матеріально-технічне оснащення підрозділів ДСНС перебуває в незадовільному стані. Із штатної потреби у 10 тис. 288 одиниць техніки, у наявності є лише 9 тис. 709 одиниць. До того ж більше 80% техніки морально застаріла та потребує заміни.

Відповідно до [2] з 2017 року проходить планове нарощування матеріально-технічної бази сил цивільного захисту та їх технічного переоснащення сучасною технікою.

Враховуючи сучасні вимоги та тренди розвитку пожежно-рятувальної техніки на сьогодні найбільш запотребованим є пожежні автомобілі з об'ємом цистерни до 5000 л. Основним виробником пожежно-рятувальної техніки на теренах України є сучасне промислове підприємство "Пожмашина".

В якості базового шасі при виготовленні пожежно-рятувальної техніки яка б відповідала сучасним вимогам було взято автомобіль МАЗ-5309. Таким чином вітчизняним виробником було розроблено сучасні багатофункціональні автоцистерни АЦ-4-60 (530927)

515М (рис.1) та АЦ-4-60 (5309) 505М. З 2017 року по 2020 рік в підрозділі ДСНС України надійшло понад 350 одиниць зазначених автоцистерн [3].

Проаналізувавши технічні характеристики даного автомобіля можна зазначити що він обладнаний робочою, стоянковою, запасною та допоміжною гальмівними системами. Стоянкова гальмівна система впливає на гальмівні механізми заднього моста, що наводяться за допомогою гальмівних камер з пружинними енергоаккумуляторами. При включенні гальмівної системи стоянки важіль крана управління встановлюється (поворотом) в крайнє фіксоване положення. Стиснене повітря, що стискає силові пружини енергоаккумуляторів, виходить в атмосферу і пружини приводять у дію гальмівні механізми. Тобто для початку руху даного автомобіля, після вимкнення двигуна, необхідно деякий час для заповнення гальмівної системи стисненим повітрям [6].



Рисунок 1. – Пожежний автомобіль АЦ-4-60 (530927) 515 М

На АЦ-4-60 (530927) 515М та АЦ-4-60 (5309) 505М система пневмоприводу слугує для дистанційного керування: увімкнення і вимкнення зчеплення двигуна шасі автомобіля, піднімання та опускання освітлювальної щогли, складання та розкладання підніжок кабіни бойового розрахунку. Тобто можливе суттєве зниження тиску повітря в пневмоприводі автомобіля при непрацюючому двигуні.[4,5]

Для швидкого виїзду автоцистерн з гаражу частини заводом- виробником в пневмосистему шасі автомобіля додатково підключено (вмонтовано) систему швидкого розгальмування, яка складається з трубопроводу зі штуцером підключення до зовнішнього джерела стисненого повітря через швидкокороз'ємне з'єднання та зворотного клапану. В якості зовнішнього джерела стисненого повітря є балон. Але можна стверджувати, що передбачена заводом-виробником система не є ефективною оскільки ускладнюється технічне використання та обслуговування даного повітряного балону під час несення служби черговими караулами.

Відповідно до вимог технічного обслуговування цього балону існує необхідність його періодичної заправки за допомогою повітряного компресора (у разі повного використання робочого запасу повітря). Для цього його необхідно відкріпити від системи розгальмування, демонтувати з автомобіля. Складність використання та обслуговування повітряного балону системи розгальмування полягає в його розташуванні у важкодоступному місці (між кабіною водія та цистерною), що потребує певних зусиль, умінь та навичок від водія автоцистерни.

Якщо балон системи розгальмування автоцистерн Ц-4-60 (530927) 515М та АЦ-4-60 (5309) 505М вчасно не заповнити необхідним запасом стисненого повітря то нормативний час збору і виїзду за сигналом “Тривога” буде становити 7-8 хвилин.

З огляду на окреслену проблему, автор пропонує систему швидкого розгальмування, яке змонтоване на автоцистернах використовувати в випадках необхідності швидкого виїзду при знаходженні їх поза межами частини (в польових парках при ліквідації наслідків надзвичайної ситуації).

Для швидкого виїзду автоцистерн, які перебувають в приміщенні гаражу частини пропонується використовувати стаціонарні автомобільні повітряні компресори з продуктивністю до 300 літрів за хвилину, живленням 220 В, ступенем стиснення 8 бар., облаштовані датчиком падіння тиску [7]. Подачу стисненого повітря до пневмосистеми шасі автомобіля здійснювати через швидкороз'ємне з'єднання системи швидкого розгальмування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Урядовий портал. Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України. [Електронний ресурс]. Режим доступа: [http://old.kmu.gov.ua/kmu/control/publish/article?art\\_id=246396011](http://old.kmu.gov.ua/kmu/control/publish/article?art_id=246396011).
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 січня 2017 року № 61-р “Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій”.
3. ТОВ ПК “Пожмашина”. [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://pkpm.com.ua/ua/>.
4. Автоцистерна пожежна АЦ-4-60 (530905) -505М “Настанова щодо експлуатації 505 М-00-00-00НЕ”. Чернігів: “Пожмашина”. 2014. 36 с.
5. Автоцистерна пожежна АЦ-4-60 (530905) -515М “Настанова щодо експлуатації 515 М-00-00-00НЕ”. Чернігів: “Пожмашина”. 2014. 36 с.
6. Автомобіль МАЗ-530905 “Інструкція по експлуатації 53095-3902002-010PE”. Чернігів: “Пожмашина”. 2014. 36 с.
7. Автомобільні компресори. [Електронний ресурс]. Режим доступа: <https://epicentrk.ua/shop/mpkc-kompresorna-golovka-venom-2055i-1ec49666-8ada-688a-95df-bb20e83bae6c.html>.

**УДК 614.843**

## ПОДРІБНЕННЯ ВОДИ УДАРНОЮ ХВИЛЕЮ

*Криворучко Є.М., викладач, НУЦЗ України*

Суцільні струмені води являють собою нерозривний потік, що має велику швидкість і порівняно невеликий перетин. Ці струмені характеризуються певною ударною силою і великою дальністю польоту; при цьому значні об'єми води впливають на малу площу. Найбільший вогнегасний ефект досягається при подачі води в розпиленому вигляді, так як при цьому збільшується площа одночасного рівномірного охолодження, вода швидко нагрівається і перетворюється на пару, відбираючи на себе велику кількість теплоти.

Розпилені струмені характеризуються незначною ударною силою та дальністю дії, але зрошують велику поверхню. При подачі води розпиленими струменями створюються найбільш сприятливі умови для її випаровування, при цьому відбувається підвищення охолоджувального ефекту та розбавлення горючого середовища негорючою парою. Відомо, що при однаковій інтенсивності подачі води на охолодження металевих конструкцій сумарний коефіцієнт тепловіддачі в разі застосування розпилених струменів у два - три рази більший, ніж при охолодженні компактним струменем [1].

Чіткого значення оптимальної дисперсності крапель води для гасіння пожеж не існує. Так за кількісними показниками визначено, що оптимальна дисперсність крапель у потоці

ТРВ повинна бути під час застосування для протидії вибухам не менше ніж 10 мкм, для гасіння полум'я пропану в межах 4–32 мкм, для підвальних приміщень не менше ніж 115 мкм, а для гасіння пожеж класу А і Б – 150 мкм [2].

В роботі [3] проведено експериментальне дослідження періодично-імпульсного способу подрібнення води. Отримані результати дозволяють зробити висновок про доцільність подальшого вивчення зазначеного способу. В запропонованій установці подрібнення води відбувається ударною хвилею, що поширюється у стволі установки.

Подрібнення води ударною хвилею відноситься до перспективних способів утворення водяного туману.

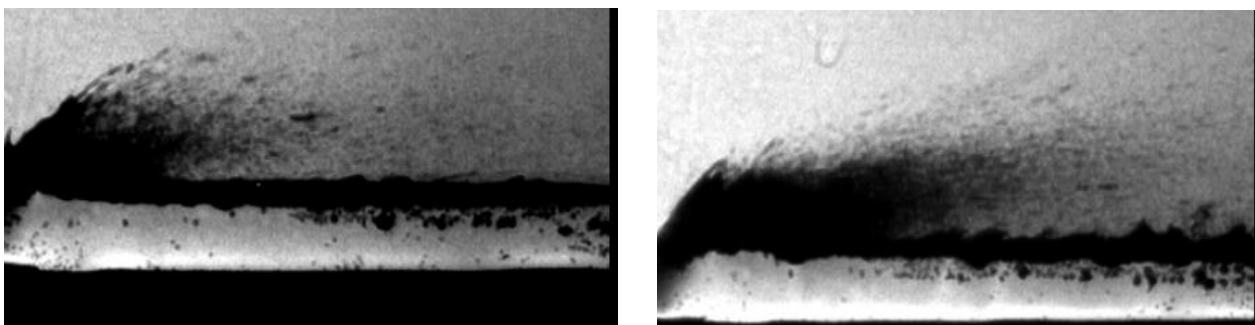


Рисунок 1. – Тіньові фотографії водяного розбризкування потоком повітря, що викликається ударною хвилею на час 3 мс для значень числа Маха від 1,3 до 1,6

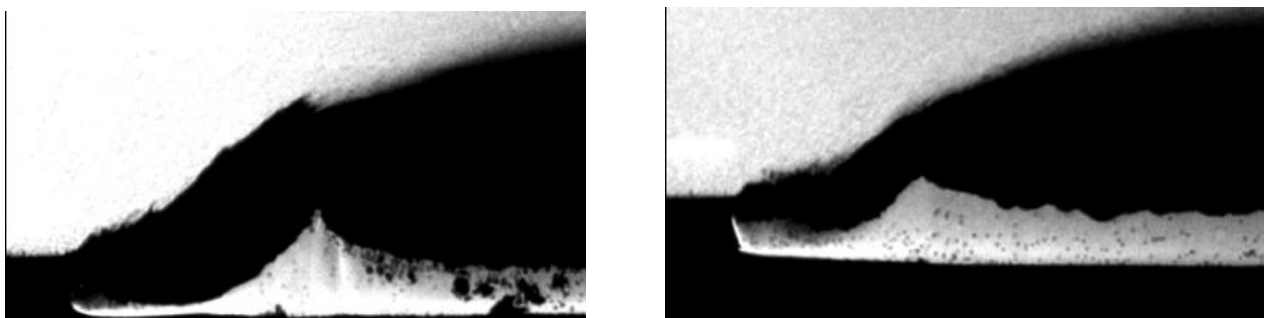


Рисунок 2. – Тіньові фотографії водяного розбризкування потоком повітря, що викликається ударною хвилею на час 3 мс для значень числа Маха понад 1,6

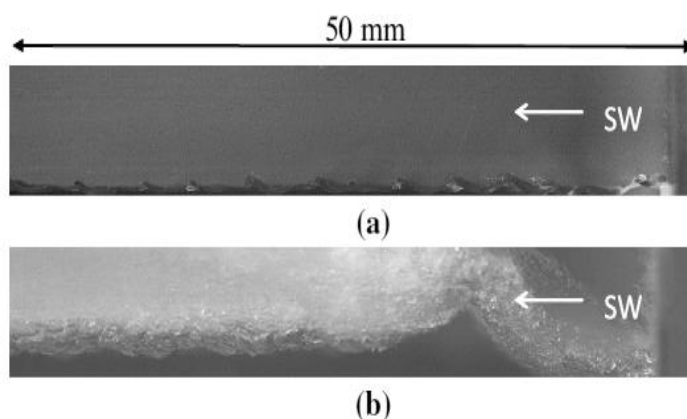


Рисунок 3. – Зображення, отримані з експериментів, проведених із шаром води глибиною 10 мм під впливом ударних хвиль з числами Маха 1,11 (а) та 1,43 (б)



В роботі [4] експериментально досліджено взаємодію ударної хвилі, що поширюється в повітрі, з поверхнею води, по якій ковзає хвиля, в ударній трубці з використанням тіньової та прямої іскрової фотографії. Було встановлено, що при низькому ударному числі Маха ( $1,3 < Ma < 1,6$ ) розпилення в основному витісняється з рециркулюючої області, утвореної заднім боком у нижній стінці каналу (рис. 1). При більших числах Маха розбризкування утворюється з поверхневої хвилі та з усієї поверхні води (рис. 2).

Подібні результати були отримані і в роботі [5]. Проведені експериментальні дослідження показали, що при ударній хвилі з числом Маха 1,11 на відображенні повітря-вода спостерігаються «бризги» з деякими макроскопічними крапельками води, при ударній хвилі з числом Маха 1,43 відбувається формування водяного туману з мікроскопічних крапель (рис. 3).

Проведені дослідження підтверджують ефективність подрібнення води ударними хвилями високої інтенсивності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник керівника гасіння пожежі. За загальною редакцією Кропивницького В.С. К.: ТОВ "Літера-Друк". 2016. 320 с.
2. Дубінін Д.П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонко розпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків, НУЦЗ Ураїни. 2021. № 33. С. 15-29.
3. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Криворучко Є.М., Лісняк А.А. Експериментальне дослідження водяного аерозолі, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. Проблеми пожежної безпеки. Харків: НУГЗУ. 2020. Вып. 47. С. 29 – 34.
4. Andrzej Teodorczyk and Joseph E. Shepherd, Interaction of a Shock Wave with a Water Layer, Explosion Dynamics Laboratory Report FM2012.002, May 2012. Revision of December 13, 2015.
5. Rodriguez, Vincent & Jourdan, Georges & Marty, Antoine & Allou, A. & Parisse, J.D.. (2016). Planar shock wave sliding over a water layer. Experiments in Fluids. 57. 10.1007/s00348-016-2217-6.

УДК 621.396.6

## ОЦІНКА ЧАСУ СПРАЦЬОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОВИБУХАЮЧИХ КОМУТАТОРІВ ПРИ РОБОТІ ВИСОКОВОЛЬТНИХ УСТАНОВОК В АВАРІЙНОМУ РЕЖИМІ

*Кучер Д.Б., д.т.н., професор, Лишак Г.В., Смиринська Н.Б.  
Інститут Військово-Морських Сил  
Національного університету "Одеська морська академія"*

Сучасний прогрес людства неможливий без розвитку систем критичного призначення (далі – СКП), які здійснюють діяльність та надають послуги у галузі енергетики, хімічної промисловості, транспорту, інформаційно-комунікаційних технологій, електронних комунікацій тощо. Відмови чи збої у роботі як усієї системи, так і її елементів можуть призводити до значних економічних втрат, фізичних ушкоджень або створювати загрозу людському життю. Саме тому питанням надійності, стійкості та живучості таких систем приділяється велика увага.

Одним з напрямків підвищення стійкості та живучості СКП є забезпечення їх надійної роботи в складній електромагнітній обстановці, що представляє собою сукупність

електромагнітних полів, струмів та напруг, які впливають як на всю систему, так і на її окремі елементи.

Аналіз результатів досліджень, наведених у роботах [1, 2], показав, що в основі електромагнітних пошкоджень елементів СКП лежать імпульсні перенапруги, під впливом яких з'являються: хибні спрацьовування та деградація параметрів електрорадіоелементів; структурні ушкодження р-n переходів; тепловий пробій, що викликає подальше плавлення та вигорання металізації та контактних доріжок; пробій твердих та рідких діелектриків, повітряних та вакуумних проміжків.

Саме тому питання підвищення стійкості та живучості СКП в умовах виникнення імпульсних електричних перенапруг нерозривно пов'язані із завданнями швидкодіючої комутації та перекомутації струмів високої щільності на різних елементах системи.

Застосування відомих високовольтних засобів перемикання (реле, газових розрядників, контакторів, варисторів тощо) для послідовної перекомутації декількох елементів обмежується їх високою інерційністю та неможливістю чіткого співпадіння вольтамперних характеристик при перерозподілі струмів високої щільності на навантаження [1, 2].

У роботах [3, 4] показано, що для відведення небезпечних струмів і напруг від чутливих елементів СКП, можливе застосування спеціальної структури, що включає набір поглинаючих навантажень, які поетапно включаються в аварійний ланцюг системи електровибухоючими комутаторами (провідниками).

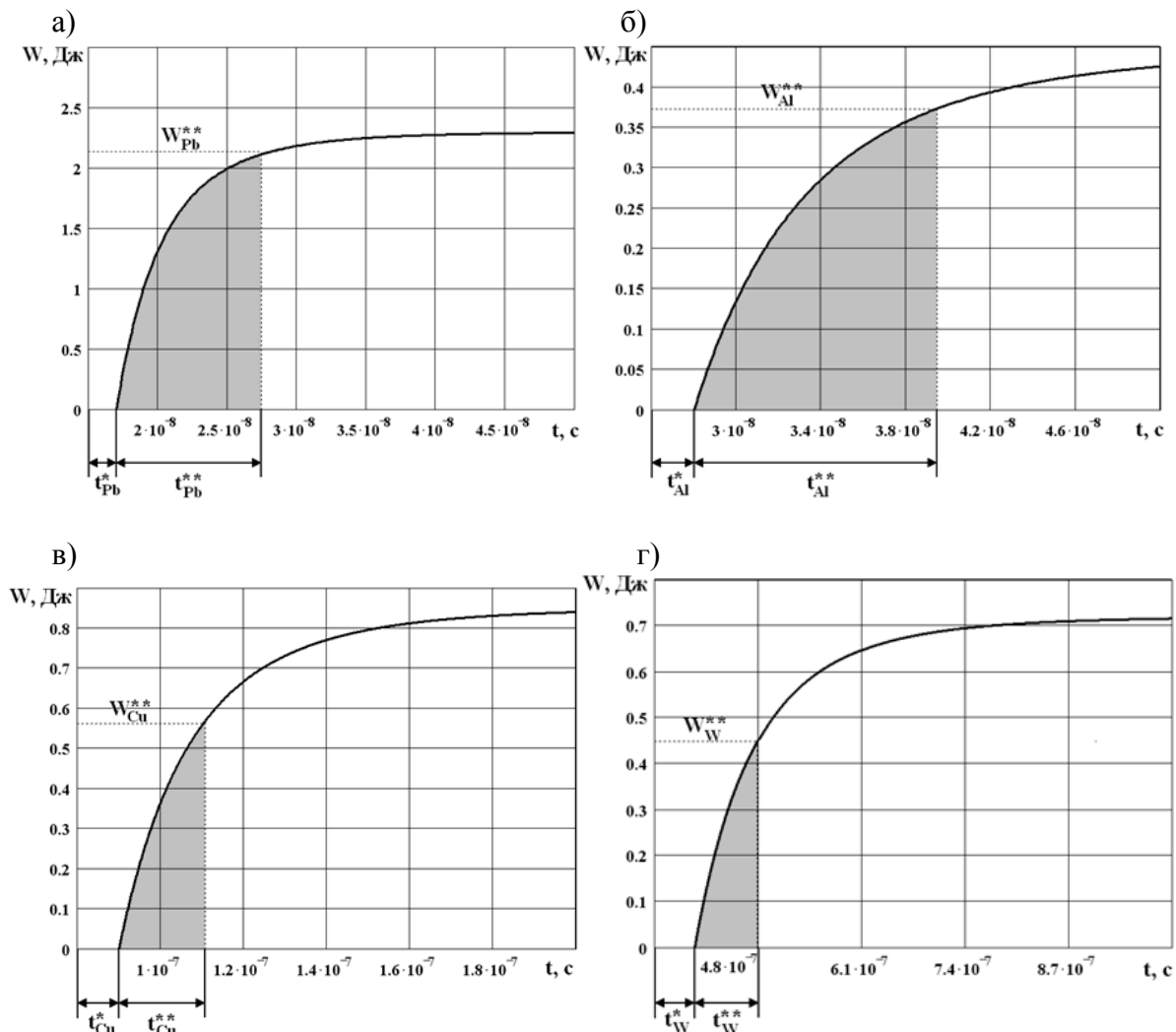


Рисунок 1. – Залежності енергії, що підводиться до провідника, від часу електричного навантаження для ЕВП, виконаного зі свинцю (а), алюмінію (б), міді (в) та вольфраму (г).

Звичайно, для ефективної роботи такої структури необхідна реалізація електричного вибуху кожного комутатора в наносекундному діапазоні. Це можливо шляхом переведення електровибухового провідника (далі – ЕВП) в екстремальний стан, коли речовина розширюється і поділяється на шари різної щільності в процесі поверхневого випаровування та об'ємного закипання (перетворення на дрібнодисперсний золь) [3].

Таблиця 1

Значення енергії електричного вибуху та питомої енергії сублимації електровибухаючих провідників

Матеріал ЕВП	Питома енергія електричного вибуху, Дж / г	Питома енергія випаровування (сублимації), Дж / г
Pb	$60,7 \cdot 10^3$	$1,67 \cdot 10^3$
Al	$44,4 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^3$
Cu	$20,1 \cdot 10^3$	$7,05 \cdot 10^3$
W	$7,4 \cdot 10^3$	$10,23 \cdot 10^3$

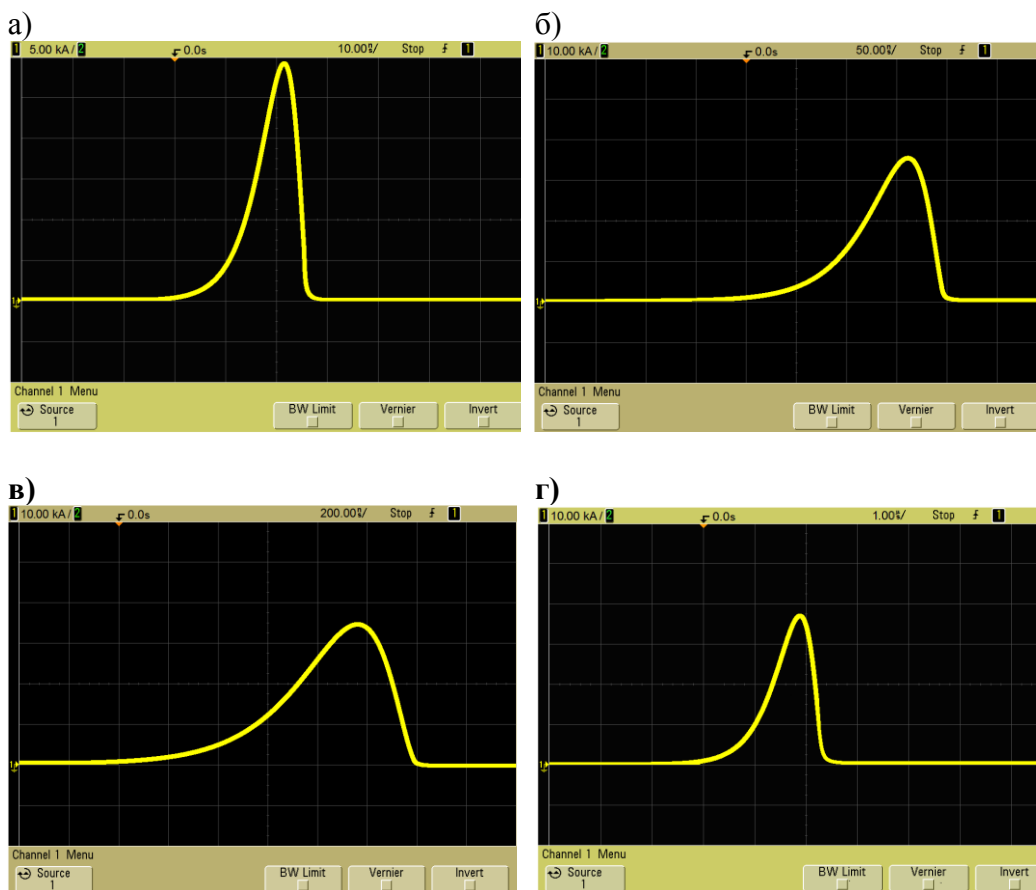


Рисунок 2. – Осцилограми електричного вибуху провідників довжиною 0,3 м і радіусом  $0,1 \cdot 10^{-3}$  м: а) свинцевий провідник (вертикальна розгортка 5 кА/ поділ, горизонтальна – 10 нс/поділ); б) алюмінієвий провідник (вертикальна розгортка 10 кА/поділ, горизонтальна – 50 нс/поділ); в) мідний провідник (вертикальна розгортка 10 кА/поділ, горизонтальна – 2000 нс/поділ); г) вольфрамовий провідник (вертикальна розгортка 10 кА/поділ, горизонтальна – 1 мкс/поділ)

Для підтримки термодинамічних параметрів екстремального стану речовини необхідно забезпечити однорідність нагрівання ЕВП аж до повної втрати провідності. У цьому випадку час перетворення різних ЕВП на дрібнодисперсний золь ( $t^{**}$ ), з урахуванням попереднього етапу його нагрівання струмами аварійного режиму ( $t^*$ ), можна представити залежностями представленими на рисунку 1.

Математичне моделювання проводилося для різних матеріалів ЕВП, що мають однакову довжину (10 см) та радіус (0,1мм).

Аналізуючи результати моделювання, слід зазначити, що тривалість переходу в золь найменша у легкоплавких металів ( $t_{pb}^{**} \approx 1,05 \cdot 10^{-8}$ ) і найбільша у тугоплавких ( $t_w^{**} \approx 80 \cdot 10^{-8}$ ). При цьому, значення питомої енергії швидкого електричного вибуху найменші у тугоплавких металів та найбільші у легкоплавких (див. таблицю 1) [5]. Це, насамперед, пояснюється різною енергією сублимації матеріалів ЕВП (див. таблицю 1), за якої утворюється дрібнодисперсна маса (золь), що викликає втрату провідності.

Отримані залежності добре узгоджуються з результатами експериментального дослідження структури електровибухаючих провідників, що представлені в роботі [4]. Електричний вибух різних ЕВП здійснювався при ввімкненні в ланцюг генератора NSG 3060, призначеного для перевірки ліній електроживлення на електромагнітну стійкість. Осцилограми процесу електричного вибуху представлені на рисунку 2 [4].

Таким чином, тривалість екстремального стану провідника (комутатора), що характеризує його перетворення на дрібнодисперсний золь, для відведення небезпечної перенапруги, буде визначатися як конструктивними параметрами ЕВП так і його матеріалом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кравченко В.И. Молния. Электромагнитные факторы и их поражающее воздействие на технические средства. Харьков: Изд-во «НТМТ». 2010. 292 с.
2. Кравченко В.И. Электромагнитное оружие ведущих стран мира. Харьков: Изд-во «НТМТ». 2017. 419 с.
3. Кучер Д.Б., Смиринська Н.Б. Особливості конструкції пристрою формування послідовності потужних електромагнітних випромінювань в системах обмеженого об'єму. Системи обробки інформації. Харківський університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба. 2017. №4(150). С. 11–15.
4. Кучер Д.Б., Кучер Л.В., Смиринська Н.Б., Лишак Г.В. Експериментальні дослідження комплексної структури електровибухаючих провідників. Системи та технології. Дніпро: Університет митної справи та фінансів. 2020. Том 60. №2. С. 5–32.
5. Григорьев И.С., Мейлихов Е.З. Физические величины. М.: Энергоатомиздат. 1991. 1232 с.

**РОЗРОБКА ЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ РОЗКРИТТЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДІЯЛЬНОСТІ РЯТУВАЛЬНИКІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ**

*Льовін Д.А., ад'юнкт, НУЦЗ України*

*Стрілець В.В., к.т.н., Науково-дослідний експериментально-випробувальний центр*

В доповіді відмічено, що процес розкриття закономірностей функціонування системи «рятувальник – засоби захисту та забезпечення аварійно-рятувальних робіт – надзвичайна ситуація» (СРЗЗНС) може включати три види засобів імітації проведення аварійно-рятувальних робіт пожежно-рятувальним підрозділом: логічні, семіотичні та фізичні.

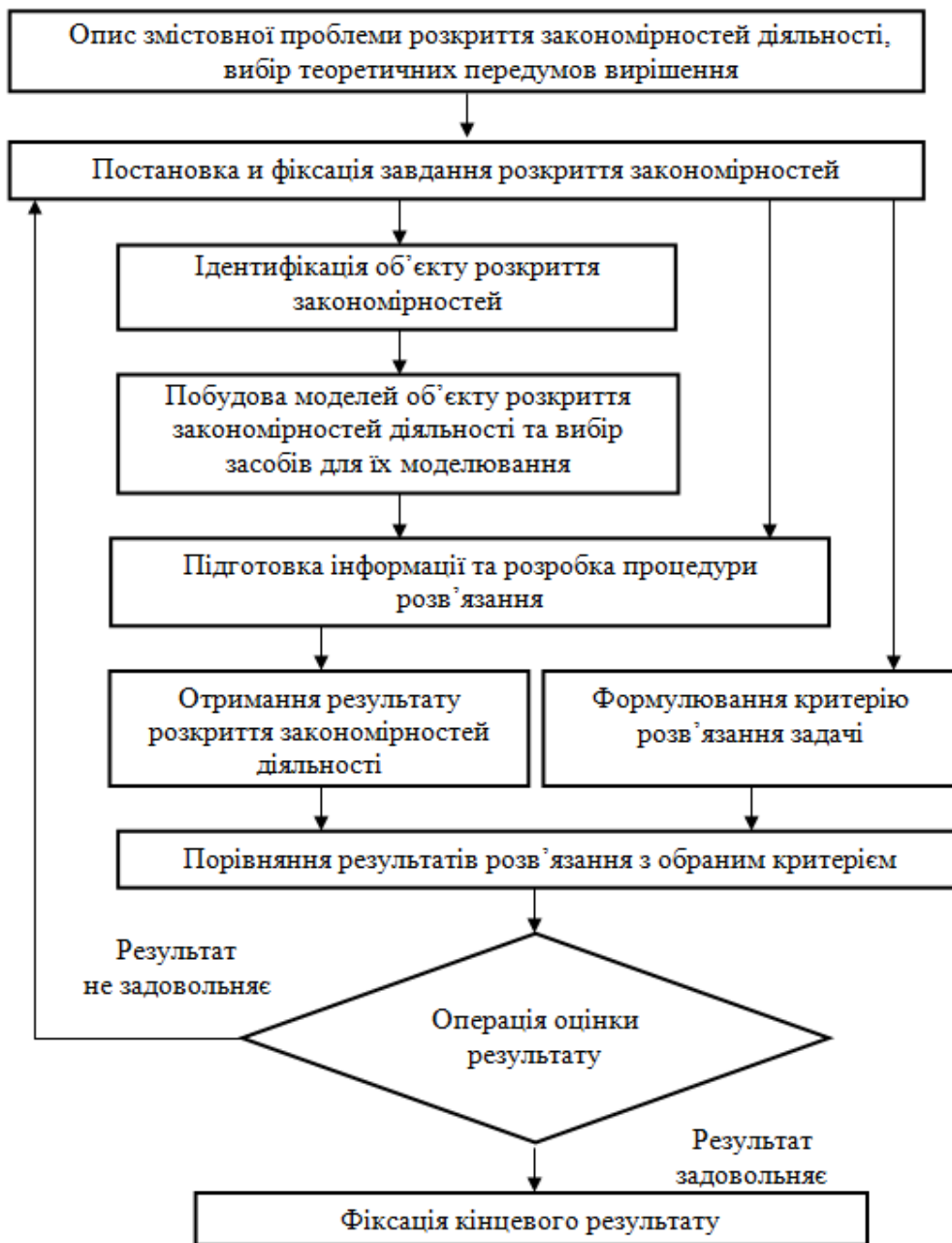


Рисунок 1. – Модель логічної структури розкриття закономірностей діяльності рятувальників

Логічні засоби імітації включають експертні процедури, інформацію про основні процеси, які виконують рятувальники, моделі проведення аварійно-рятувальних робіт, завдання розкриття закономірностей діяльності рятувальників, а також їх результати. Семіотичні засоби уявляють собою знакові системи формулювання процедур розкриття закономірностей і взаємодію експертів з тими технічними засобами, що забезпечують розкриття закономірностей, а також формулювання завдань дослідження та ін. Фізичні засоби імітації включають власне експертів, ЕОМ і технічні пристрої для ведення діалогу між екпертом і ЕОМ, технічні засоби фізичного моделювання і безпосередньо випробовуваних. Оскільки імітаційна система є складною системою, оскільки об'єднує експертів, засоби моделювання і спеціальне математичне і програмне забезпечення, то з точки зору системного підходу її структура повинна спиратись на моделі логічної, функціональної та семіотичної структури розкриття закономірностей діяльності рятувальників під час проведення аварійно-рятувальних робіт.

Оскільки розкриття закономірностей діяльності особового складу пожежно-рятувальних підрозділів є дослідницьким процесом, його логічна структура може бути представлена за допомогою узагальненої моделі, що повинна включати наступні операції:

- постановка задачі;
- пошук процедур рішення і підготовки інформації про об'єкт задачі;
- отримання результату;
- порівняння результату з критерієм; оцінка цього порівняння;
- фіксації остаточного результату.

На підставі опису вимог до розкриття закономірностей діяльності рятувальників в процесі функціонування СРЗЗНС побудована модель логічної структури розкриття закономірностей (рис.1), що складається з операцій і відносин між ними. У цій моделі логічної структури з'являється нова операція побудови моделі (наприклад, математичної у випадку моделювання на ЕОМ) об'єкта, для якого необхідно розкрити закономірності функціонування, і вибору засобів його моделювання. Ця операція виступає сполучною ланкою між операцією постановки і фіксації завдання розкриття закономірностей і операціями підготовки інформації і розробки процедури рішення. При цьому використовуються результати ідентифікації об'єкта діяльності пожежно-рятувального підрозділу. Операція отримання результатів розкриття закономірностей в процесі моделювання використовує операції підготовки інформації і розробки процедури рішення. На підставі результатів постановки завдання розкриття закономірностей проводиться операція формулювання критерію її рішення.

Отриманий результат рішення порівнюється із заданим критерієм і потім оцінюється шляхом операції оцінки результатів. Якщо результат рішення відповідає критерію, то він фіксується за допомогою операції фіксації остаточного результату. Якщо ж він не задовольняє, то інформація про це надходить в операцію постановки задачі, після коригування якої процес повторюється. При цьому модель функціонування СРЗЗНС може змінюватися.

Аналіз рис.1 показує, що рішення задачі розкриття закономірностей включає в себе не тільки опис змістовної проблеми розкриття закономірностей діяльності і вибір теоретичних передумов вирішення, але також створення моделей діяльності особового складу пожежно-рятувальних підрозділів, включаючи обґрунтування засобів для моделювання того, як функціонує СРЗЗНС, та вибір критеріїв для оцінки отриманих закономірностей.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПРОФЕСІЙНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

*Майдан В.С., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

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

Пожежі, що виникають в приміщеннях житлових будівель розповсюджуються назовні через 20-30 хвилин при зачинених вікнах та дверях, а при відчинених – протягом декількох хвилин [1-5]. При проведенні оперативних дій на пожежі особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів знаходиться у небезпеці, внаслідок утворення таких явищ, як займання шару нагрітих газів (ролловер), спалах (флешовер), зворотна тяга та викид полум'я (бекдрафт) [6]. Виходячи з вищенаведеного демонстрація явищ пожежі при розвитку для особового складу ПРП є актуальною задачею.

Для демонстрація явищ пожежі використовуємо макет будинку, що представлено на рис. 1. Макет будинку виготовлений з металу та складається з стін будинку 1, даху 2, із з'ємної задньої стінки для завантаження будинку твердим горючим матеріалом 3, із передньої кришки, необхідної для управління газообміном при розвитку пожежі в середині будинку 4 та підставки макету будинку 5 [6].

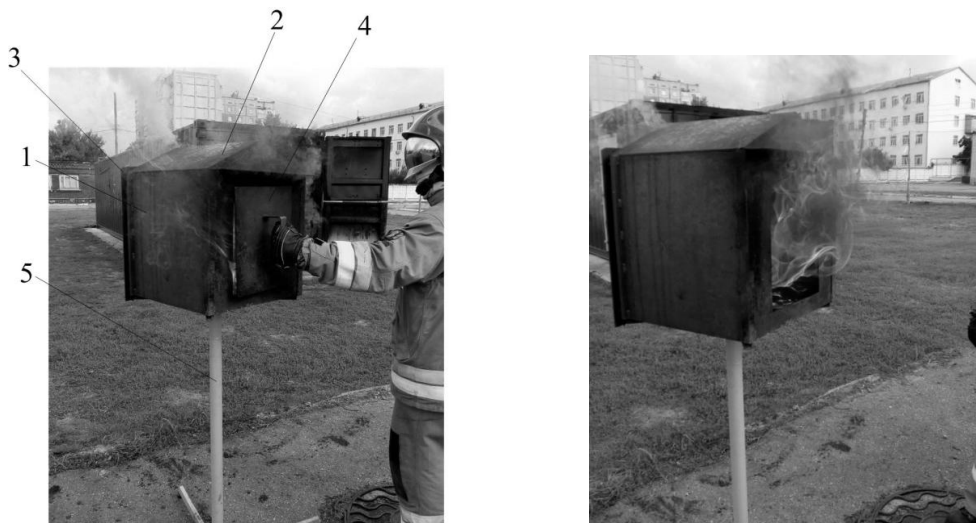


Рисунок 1. – Макет будинку для дослідження явищ пожеж: 1 – стіни будинку; 2 – дах будинку; 3 – з'ємна задня стінка для завантаження будинку твердим горючим матеріалом; 4 – кришка закриття переднього отвору для управління газообміном при розвитку пожежі; 5 – підставка макету будинку.

Вимірювання температури здійснювалось за допомогою тепловізору FLIR K33 виробництва компанії FLIR SystemsEstonia OÜ (рис. 2) з діапазоном температур від -20 до 150°C та від 0 до 650 °C, теплова чутливість складає < 40 мК при температурі 30 °C, при цьому похибка вимірювання напруги  $\pm 4$  °C або  $\pm 4\%$  при температурі навколишнього середовища від 10 до 35 °C. Фотореєстрація зображень з тепловізору здійснювалася за допомогою фотоапарату CanonPowerShot SX420 IS Black виробництва Японія.

Для підпалу в середині будинку використовувався газовий пальник Intertool GB-0021 з балоном на 220 г газу виробництва Китай, а для охолодження горючих димових газів та

гасіння пожежі всередині будинку застосовувався обприскувач Verto з об'ємом 1 л виробництва Польща.

Відомо, що при розвитку пожежі відбувається зміна його параметрів в часі і в просторі від початку виникнення до повної ліквідації горіння. Тому вимірювання температури в середині макету будинку відбувалося одразу після підпалювання вогнища з інтервалом 20-30 с. Результати фотореєстрації зображень з тепловізору при розвитку пожежі в середині макету будинку представлені на рис. 2.

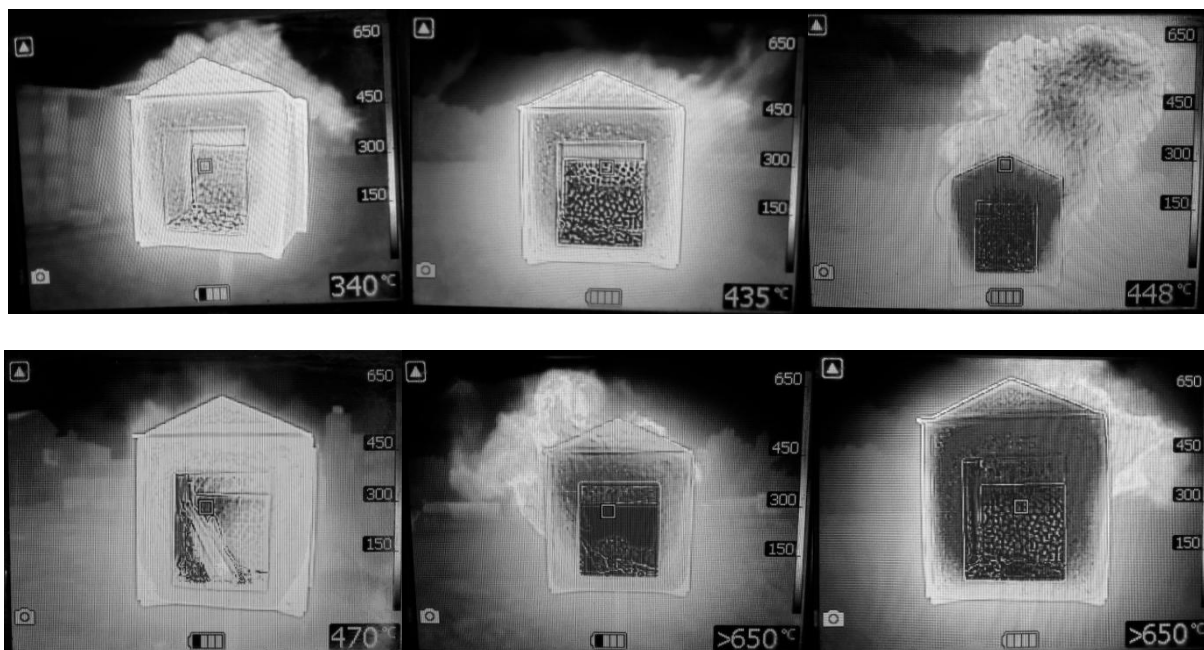


Рисунок 2. – Вигляд фотореєстрації зображень з тепловізору при розвитку пожежі в середині макету будинку за наявності кисню.

Проведені експериментальні дослідження, щодо виникнення та визначення явищ пожежі (роллер, флешвер та бекдрафт) із застосуванням макету будинку. Визначено, що розвиток пожежі з обмеженим доступом кисню відбувається з виникненням явищ пожежі, а при необмеженому доступу кисню відбувається у звичайному режимі. Наочно продемонстровані за допомогою макету будинку явища пожежі при її розвитку з обмеженим доступом кисню. Окрім демонстрації явищ пожеж отримані також результати фотореєстрації зображень за допомогою тепловізору, що представлені в роботі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін Д.П., Лісняк А.А. Дослідження розвитку пожеж в приміщеннях житлових будівель. VII Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист». 2017. С. 60–62. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5065>.
2. Дубінін Д.П., Коритченко К.В., Лісняк А.А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водняним струменем. Проблеми пожежної безпеки. 2018. № 43. С. 45–53. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7022>.
3. Дубінін Д.П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водняним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10560>.
4. Дубінін Д.П., Лісняк А.А. Застосування установки періодично-імпульсної дії для



гасіння пожеж в будівлях дрібнорозпиленою водою. 20 Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку». 2018. С. 172–175. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7474>.

5. Дубінін Д.П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. Вип.33. С. 15–29. doi: 10.52363/2524-0226-2021-33-2.

6. Дубінін Д.П., Лісняк А.А., Шевченко С.М., Криворучко Є.М., Гапоненко Ю.І. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. Вип.34. С. 110-121. doi: 10.52363/2524-0226-2021-34-8.

**УДК355.58**

## **ТЕХНОЛОГІЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПАРОГАЗОВОЇ ФАЗИ ХМАРИ НХР**

*Мельниченко А.С., викладач, НУЦЗ України*

Локалізація та знезараження здійснюється з метою обмеження поширення хмари НХР у напрямку місць масового проживання людей та розміщення важливих господарських об'єктів, а також максимального зниження концентрації парів НХР у хмарі.

Локалізація хмари постановкою водяних завіс застосовується при аваріях з викидом водорозчинних НХР, таких як аміак.

При викиді (протоці) НХР кислотного характеру (хлор, оксиди азоту, сірчистий газ, хлористий та фтористий водень, окис етилену, фосген та ін.) завіса ставиться з використанням водного розчину аміаку (аміачної води) влітку – 10 – 12%, взимку – 20-25% концентрації аміаку.

Перший рубіж постановки завіси призначається на межі території аварійного об'єкта. Другий – на зовнішньому кордоні санітарно-захисної зони. Машина для постановки завіс розміщується на відстані 20-30 м від межі хмари. Один розрахунок діє на фронті до 50 м. Машина для знезараження розміщується з вітряної сторони на відстані 10-15 м від протоки з інтервалом 10-15 м.

Пожежні (спеціальні) насадки встановлюються на сліді хмари на відстані не більше 30 м один від одного, по всій ширині хмари.

Ширина завіси на кожному рубежі повинна бути більшою за ширину хмари в приземному шарі на 5-10%. Висота завіси має бути не менше 10 м.

Завіса має ставитися безперервно протягом встановленого часу. Це досягається призначенням кількох машин. При цьому розгорнута лінія для встановлення водяної завіси не згортається, а може використовуватися для підключення резервних машин. Крім того, з метою безперервної постановки завіси в розгорнуту для встановлення завіси машину може подаватися вода з водонапірних колодязів і резервних машин.

Хороших результатів з локалізації та знезараження можна досягти лише при утворенні дрібно дисперсних водяних (парових) завіс. Чим дрібніша дисперсність водяної завіси (туманоподібний стан), тим краще досягається поглинання та осадження пари НХР.

Створюються завіси за допомогою пожежних машин, поливомийних машин, мотопомп, авторозливних станцій (військових - АРС), теплових машин (типу ТМС-65) та інших високонапірних агрегатів, що забезпечують тиск струменя води не менше 0,6 МПа.

Для інтенсивнішого розпилення води виготовляються та обладнуються спеціальні лафети, які можуть закріплюватися (при необхідності) на спеціальному (конструкційному) обладнанні об'єкта, встановлюватися на підставки з метою збільшення висоти підйому завіси.[1]

Для оперативності та своєчасного забезпечення постановки водяної завіси заздалегідь визначаються можливі рубежі постановки завіси, місця забору води, розгортання машин, збирання та зливу відходів нейтралізації. Всі ці елементи можуть бути заздалегідь позначені указками та відображені на картах (схемах).

Завчасно можуть бути підготовлені та обладнані ями-пастки, канави (арики), труби для збирання зараженої води після встановлення водяної завіси.

При раптовому виконанні завдань з постановки водяної завіси для збору зараженої води ями-пастки можуть використовуватися поліетиленова плівка.

Для зменшення глибини поширення парів НХР склади (місця зберігання НХР) обладнуються спеціальними дренажними системами. Однак їх застосування, а також застосування пожежних машин та гідрантів при великомасштабних аваріях з протокою (викидом) НХР здатне лише дещо знизити концентрацію парів шкідливих речовин, але не виключити їх поширення за межі санітарно-захисної зони.

Наявність великої кількості оглядових колодязів на водоводах та каналізаційній мережі, розміщення насосів у напівпідвальних та підвальних будівлях та спорудах становлять велику небезпеку при попаданні в них НХР та продуктів нейтралізації. У зв'язку з цим необхідно заздалегідь виключити можливість потрапляння НХР у такі місця, а також підтримання у чистому стані зливних комунікаційних та дренажних систем.

Сама ж технологія постановки рідинної завіси включає:

1. Вибір меж постановки завіси (якщо вони заздалегідь не були визначені або попередній прогноз не співпав із реальністю аварії).

2. Розстановку спеціальних машин (пожежних, авторозливних станцій та ін), їх підготовку до роботи.

3. Розміщення на вибраному рубежі брендспойтів (розпилювальних насадок, спеціальних клафетів).

4. Постановка рідинної завіси протягом заданого часу.

5. Зміну машин (за потреби), що використовували воду (нейтралізуючий розчин) або заповнення їх водою (розчином) із резервних машин (гідрантів).

6. Перезаправляти машини водою (нейтралізуючим розчином) за необхідності або поломки.

Для безперервності та оперативності постановки завіси можна використовувати технологічне обладнання колишньої машини, оскільки вона не розгорнута за встановленою схемою, а міняти лише саму машину. Витрата води при постановці водяної завіси на один ствол становить приблизно 200-250 л/хв.

*Технологія локалізації потоку збору рідкої фази НХР у прямки (ями-пастки)*

Як правило, такі роботи проводяться при НС з хімічною обстановкою другого, третього та четвертого типів з метою зменшення розливу, зменшення площі зараження та інтенсивності випаровування НХР.

Технологічний процес обладнання ями-пастки включає наступні операції:

1. Вибір місця викапування ями-пастки (можуть бути заздалегідь сплановані).

2. Розмітку ями-пастки (з урахування кількості НХР).

3. Розташування машин.

4. Викапування ями-пастки.

5. Викапування сполучної канавки.

Капання ями-пастки проводиться екскаватором або бульдозером на відстані від потоку, що забезпечує безпеку використання інженерних машин. Обсяг ями-пастки повинен перевищувати обсяг НХР, що вилився, на 5-10 %, горизонтальний переріз ями має бути мінімальним для даного обсягу з метою скорочення площі випару НХР.

Насамперед відкривається яма-пастка, потім - сполучна канавка з протокою. При виборі розташування ями-пастки враховується місцевий рельєф, особливо нахил місцевості з метою забезпечення стікання потоку в пастку самотіком.

Ліквідація наслідків хімічнонебезпечних аварій є трудомістким і небезпечним заходом, що вимагає від учасників проведення хорошої навченості, відповідної екіпіровки і великої витривалості.

Важливе значення має справність та підготовленість техніки та озброєння до проведення спеціальних робіт, правильною їх розстановкою у місцях аварій та своєчасним забезпеченням їх пально-мастильними матеріалами та відповідними розчинами та речовинами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Артеменко В.Ф., Артеменко Г.В. Предупреждение и ликвидация последствий химически опасных аварий в промышленности и на транспорте. Учебное пособие. М., ГАСИС. 2001.

**УДК 515.2**

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ЗА РАХУНОК СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ**

*Михайловська Ю.В., доктор філософії, НУЦЗ України  
Чернуха А.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України  
Загребін О.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Однією з головних вимог до системи управління за умов виникнення надзвичайної ситуації є вимога її високої оперативності. За оперативного управління ліквідацією надзвичайної ситуації необхідно вести ретельний облік балансу часу, порівнюючи наявний час з динамікою розвитку надзвичайної ситуації(далі – НС) та обчислюючи його резерв або дефіцит.

Проведений аналіз сучасних методик у контексті наявних характеристик реальних систем і процесів функціонування територіальних підрозділів ДСНС дозволив здійснити вибір на користь побудови та реалізації підходу щодо оцінки обсягів ресурсного забезпечення ліквідації НС із застосуванням апарату нечітких множин і нечіткої логіки, що представлені у роботі [1].

Прийняття та реалізація рішень – найбільш складні процеси управлінської діяльності, в яких від керівника, членів штабу і членів інших органів управління вимагаються компетентність, висока оперативна підготовка, знання та навички використання техніки, вміння ставити мету та досягати її, брати відповідальність на себе. Рішення за умов надзвичайної ситуації приймаються в різній оперативній обстановці, включаючи кризову, та у вкрай обмежений час. Однак воно повинно бути прийнято своєчасно, має бути максимально обґрунтованим і забезпечувати найбільш повне та ефективне використання наявних можливостей. А для цього потрібне чітке усвідомлення керівництвом цілей та завдань операції, усебічна та об'єктивна оцінка обстановки, компетентність. Говорячи про прийняття рішень, слід мати на увазі такі вихідні позиції цього складного процесу, як: збір і підготовка вихідних даних, побудова моделі розвитку НС, формулювання (прийняття) рішень керівником, конкретизація і деталізація рішення в плані операції, доведення даного рішення до виконавців, а також організація, оперативне управління і контроль за його реалізацією.

Принципами управління є безперервність, твердість, гнучкість та стійкість управління в НС. Безперервність управління досягається своєчасним прийняттям рішень та оперативним доведенням завдань до підлеглих; наявністю зв'язку з підлеглими і взаємодіючими органами

управління, силами та керівництвом; своєчасним розгортанням пересувних пунктів управління та мобільних центрів допомоги, оперативним відновленням порушеного управління. Твердість управління полягає у рішучому і наполегливому впровадженні заходів, передбачених планами реагування на НС та прийнятих рішень щодо виконання завдань оперативного реагування на НС у встановлені терміни. Гнучкість управління забезпечується оперативним реагуванням на зміну обстановки; своєчасним уточненням прийнятих рішень, поставлених завдань підлеглим та порядку взаємодії. Стійкість управління досягається розгортанням у районі НС основного і пересувного пунктів управління, мобільних центрів допомоги та дублюючих засобів зв'язку. Ефективність системи управління досягається за рахунок високого ступеня готовності її складових, сталості функціонування та можливості забезпечувати як централізоване, так і безпосереднє управління силами і засобами, залученими для ліквідації НС [2].

В своїх дослідженнях щодо визначення часу управління ліквідацією НС, автори роботи [3] розглядають два види часу – наявний і потрібний, що знаходяться в протиріччі. Наявний час  $T_n$  – час, в який слід вкластися під час здійснення будь-якого заходу, щоб забезпечити його успіх, тобто це той час, який визначається динамікою розвитку НС та її негативних наслідків або встановлюється вищим керівництвом у вигляді деякого директивного рівню, зазвичай також такого, що залежить від динаміки розвитку НС. Потрібний час  $T_p$  – час, необхідний для проведення якогось заходу з урахуванням рівня підготовки, забезпеченості та стану системи.

Однак, чим більша різниця між наявним і потрібним часом, тим більше резерв часу для компенсації непередбачуваних обставин, елементів вірогідності та невизначеності. У тому випадку, коли потрібний час виявляється більшим ніж наявний, утворюється дефіцит часу, що не дозволяє виконати запланований обсяг робіт або виконати його з тією ефективністю, яка передбачалася.

Тобто основою управління є час прийняття рішення керівника з ліквідації НС, який несе повну відповідальність за управління підпорядкованими силами та успішне виконання ними завдань з ліквідації наслідків НС.

Таким чином, виникає необхідність залучення та формалізації знань експертів з надзвичайних ситуацій техногенного характеру на всіх етапах перебігу НС. Зазначимо також, що оператор прийняття рішень має оперувати з великими обсягами як кількісної, так і якісної інформації. На цей час арсенал інструментальних засобів обробки інформації такого виду містить значну кількість різноманітних підходів, таких як інтервальні обчислення, м'які обчислення тощо [4].

Отже при побудові моделі процесу ресурсного забезпечення НС із застосуванням нечіткомножинного підходу і апарату нечіткої логіки всі вхідні (множина характеристик ТНС та особливостей локації її виникнення) і вихідні (множина рівнів ресурсного забезпечення процесу локалізації і ліквідації ТНС) змінні задаються як лінгвістичні [5].

У роботі [6] запропоновано підхід до формалізації якісної та кількісної інформації за допомогою апарату нечітких множин та розглянуто структуру інформаційного поля щодо характеристик та розташування можливої надзвичайної ситуації антропогенного характеру.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Заде Л.А. Понятиелингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М. Мир. 1976. 342 с.
2. Реагування на надзвичайні ситуації: Навч. посіб. К.: Вид-во «БланкПрес». 2014. 210 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lg.dsns.gov.ua/files/2020/10/2/reaguvannya%20na%20NS.PDF>.
3. Радиш Я.Ф., Терент'єва А.В. Принципи управління процесом подолання наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру. Режим доступу:

<http://www.dridu.dp.ua/zbirnik/2009-01/RadyshStat.pdf> (дата звернення 12.11.2021).

4. Новожилова М.В., Михайловська Ю.В. Розробка організаційно-технічного методу формування ресурсного забезпечення реагування на надзвичайні ситуації. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2020. № 2(32). С. 56-71.

5. Ярушкіна Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. М. Финансы и статистика. 2004. 320 с.

6. Чуб І.А., Новожилова М.В., Михайловська Ю.В., Гудак Р.В. Моделювання задачі розміщення ресурсів для ліквідації надзвичайної ситуації. Science and Education a New Dimension. NaturalandTechnicalSciences. Budapest, Hungary, 2019. VII(26). Issue 215. P. 32–35.

**УДК 614.84**

## **РУХ ШТАБНИХ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПЕРЕВІРОК**

*Назаренко С.Ю., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*  
*Гузієнко М.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Аналіз статистичних даних за останні роки свідчить про те, що в Україні в середньому щодня виникало близько 200 пожеж, при цьому майже 5 осіб гинуть та стільки ж зазнають травмування, а матеріальні збитки від них в середньому досягають 14 мільйонів гривень. За статистичними даними не спостерігається тенденції до зменшення як кількості загиблих та травмованих на пожежах, так і матеріальних збитків від них, що свідчить про необхідність створення відповідних умов для більш ефективної роботи оперативно-тактичних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) [1].

Концепція розвитку системи управління ДСНС визначають цілі забезпечення пожежної безпеки, до яких належать проведення наукових досліджень, впровадження нових технологій та вдосконалення методів забезпечення пожежної безпеки, у тому числі при управлінні пожежними підрозділами [2].

Для управління оперативною безпекою заходів, спрямованих на створення умов успішного виконання завдань гарнізонної та караульної служб, ефективного застосування сил та засобів під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) та гасіння пожеж у гарнізоні ОРС ЦЗ створюється Оперативно-координаційний центр (далі - ОКЦ) як провідний підрозділ з організації реагування на надзвичайні ситуації (події) та гасіння пожеж.

Управління силами та засобами на пожежі - це діяльність керівника гасіння пожежі (КГП) (оперативного штабу на пожежі), що здійснюється з метою успішного ведення оперативних дій на основі оцінки обстановки.

Керівником гасіння пожежі є старший оперативний начальник, який очолює підрозділи у районі виїзду частини або особа, визначена згідно з порядком, встановленим у гарнізоні пожежної охорони.

За своєю сутністю діяльність КГП на пожежі полягає у відпрацюванні рішень на оперативні дії підрозділів та в організації їх успішного виконання. Будь-яке рішення - є вольова дія КГП, спрямована на процес прийняття рішення. З психологічної точки зору, прийняте рішення КГП, у всіх випадках, є процес мислення, що виявляється у різновидності пізнавальної діяльності із здійснення оперативного управління підрозділами під час виконання ними бойової задачі. Основою будь-якого рішення КГП є проблемна ситуація, яка склалася на пожежі на даний момент часу, що потребує від КГП перевести підлеглі йому підрозділи з вихідного стану в інший, який більш відповідає меті та задачам, спрямованим на успіх оперативних дій, виходячи з обстановки, що склалася на пожежі.

Але ефективність виконання дій за призначенням підрозділами ДСНС залежить не тільки від успішного управління але і від проведення тренувань щодо взаємодії підрозділів між собою та взаємодія підрозділу з особовий склад органів управління Оперативно-

рятувальної служби цивільного захисту(ОРС ЦЗ), а саме штабу з ліквідації наслідків НС. Штаб з ліквідації наслідків НС утворюється для безпосередньої організації і координації аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт з ліквідації наслідків НС і є робочим органом керівника робіт з ліквідації наслідків НС[3, 4].

Гасіння пожеж та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій передбачає ведення оперативних дій в умовах складної обстановки, вдень і вночі, при високих і низьких температурах, в задимленому і загазованому середовищі, на висотах і в підвалах, в умовах вибухів, обвалів, землетрусів тощо. Ці дії класифікуються за характером і призначенням. Принципова схема класифікації оперативних дій на прикладі одного підрозділу наведена на рис. 1.

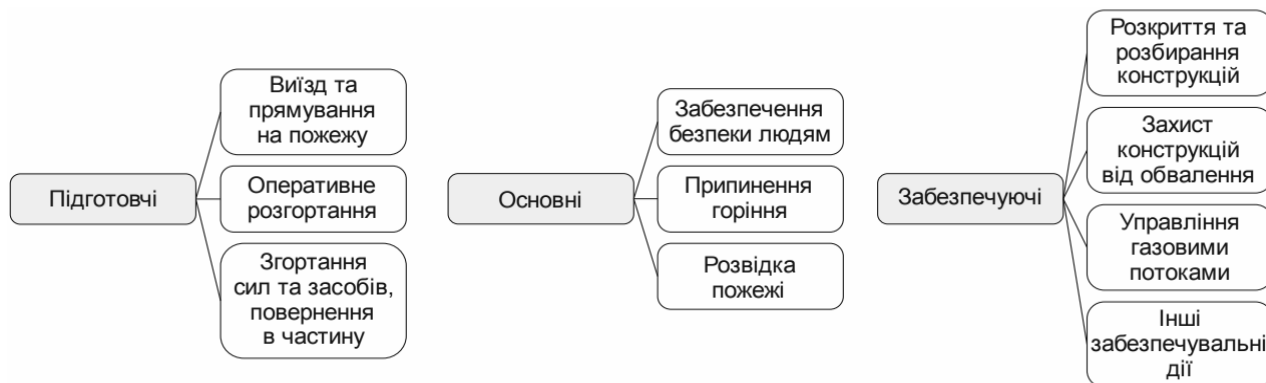


Рисунок 1. – Класифікація оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів [3]

Активно й успішно вести оперативні дії можуть підрозділи добре навчені та підготовлені, психологічно стійкі, які знають конструктивні особливості будівель і споруд, протипожежне водопостачання в районі виїзду, забезпечені засобами зв'язку та відповідним пожежно-технічним оснащенням. Важлива складова ефективності оперативних дій – вміння особового складу чітко виконувати оперативні розгортання, швидко обирати позиції ствольників, застосовувати необхідне пожежно-технічне оснащення залежно від обстановки на пожежі. Тому якісна перевірка знань та умінь підрозділів державних пожежно-рятувальних частин (ДПРЧ) ДСНС є актуальною проблемою, що в цілому залежить від керівництва ДПРЧ та усього керівного складу ОРС ЦЗ.

Цілеспрямована і систематична перевірка внутрішньої, гарнізонної та караульної служб є обов'язком усього керівного складу ОРС ЦЗ, якому підпорядковані гарнізони ОРС ЦЗ, підрозділи та чергові зміни (караули) підрозділів ОРС ЦЗ [5]. Перевірка повинна сприяти підвищенню їх готовності до дій за призначенням. В цілях перевірки підрозділи ДПРЧ керівництво ОРС ЦЗ встановлює маршрути перевірки пожежно-рятувальних частин міста [6].

Для визначення маршруту штабного автомобіля по підрозділам ДПРЧ ДСНС України м. Харкова була використана реальна вулично-дорожня мережа міста з використанням Google Maps. Враховуючи чисельність підрозділів в м. Харків та кількість змін в органах та підрозділах ЦЗ, було вирішено розбити чотири маршрути та один кільцевий маршрут з урахуванням постійного місця дислокації в 9-ДПРЧ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 № 5403–VI.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 16.12.2015 року №1052 «Про затвердження Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій».

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

4. Наказ МВС України № 1406 від 26.12.2014 «Про затвердження Положення про штаб з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації та Видів оперативно-технічної і звітної документації штабу з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації».

5. Наказ МВС України № 356 від 04.05.2016 «Про затвердження Положення про підсистему реагування на надзвичайні ситуації, проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт єдиної державної системи цивільного захисту».

6. Ларін О.М., Калиновський А.Я., Коваленко Р.І. Розробка методики визначення чисельності парку автомобілів в пожежно-рятувальних підрозділах. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: технічні науки та архітектура. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 2016. №130. С. 92-100.

**УДК 614.84**

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ТА ПЛАНУВАННЯ ПРОВЕДЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ НАПІРНИХ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ**

*Назаренко С.Ю., к.т.н., доцент, НУЦЗ України  
Харенко А.С., ГУ ДСНС України у Харківській області*

Гасіння пожеж достатньо не простий процес, який повинен проводитись підготовленим особовим складом, що повинен мати в своєму розпорядженні надійну техніку та відповідне обладнання.

Пожежно-технічне оснащення є матеріальною основою забезпечення оперативно-тактичних дій підрозділів Оперативно-рятувальної служби ДСНС України з ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, в тому числі гасіння пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт. Від його технічного стану, від навичок та вміння особового складу правильно експлуатувати оснащення, що знаходиться в його розпорядженні, залежить оперативність та тактичні можливості оперативно-рятувальних підрозділів.

Чи не найголовнішою складовою частиною пожежно-технічного оснащення є пожежні рукава. Гасіння будь-якої пожежі, як правило, відбувається з використанням пожежних рукавів, що відповідно, підвищує вимоги до їх обслуговування. Вимагається не тільки дотримуватись правил експлуатації та зберігання, але й технічне обслуговування, яке представляє собою сукупність технічних операцій та заходів, що забезпечують підтримання оперативної готовності техніки та безвідмовне застосування рукавів та обладнання за призначенням [1].

Вирішення проблеми підвищення ефективності систем подачі води до вогнища пожежі та створення науково обгрунтованої методики гідравлічного розрахунку необхідного для підвищення рівня пожежної безпеки, правильного визначення необхідного напору пожежних насосів, оптимальної розробки планів пожежогасіння та в цілому для зниження соціальних та економічних наслідків пожеж.

Одним з основних елементів систем пожежогасіння є пожежні рукави. Гідравлічний розрахунок втрат напору під час руху води в рукавах виконується на підставі довідкових даних, наведених для пожежних рукавів, які в даний час не виробляються. У наявних довідниках даються постійні значення опору пожежних рукавів, тобто передбачається робота рукавів у квадратичній області у всьому практично значимому діапазоні чисел Рейнольдса. Однак у роботах Яковчука В.М., Тольцмана В.Ф. и Шевелева Ф.А. і в ранніх роботах є

відомості про те, що пожежні рукави найчастіше працюють у проміжній області опору. У кількісному відношенні роботи суттєво розходяться, що підтверджує помітну залежність гідравлічного опору рукавів від матеріалів, з якого виготовлений рукав, та технології виготовлення, що допускаються відхилень розмірів насамперед діаметра рукава. Тому для пожежних рукавів, що перебувають в даний час в експлуатації, потрібно досить точно визначення гідравлічного опору в реально значущих діапазонах зміни визначальних параметрів.

Для проведення дослідів щодо визначення гідравлічного опору рукавних ліній було розроблено та виготовлено експериментальну установку (рис. 1).

Проведення експерименту планується проводити на рівній, горизонтальній площадці завдовжки 200 м. Автомобіль встановлювався на пожежний гідрант. Загальна схема експериментальної установки та порядок з'єднання вимірювальних ділянок планується робити, як показано на рис. 1.

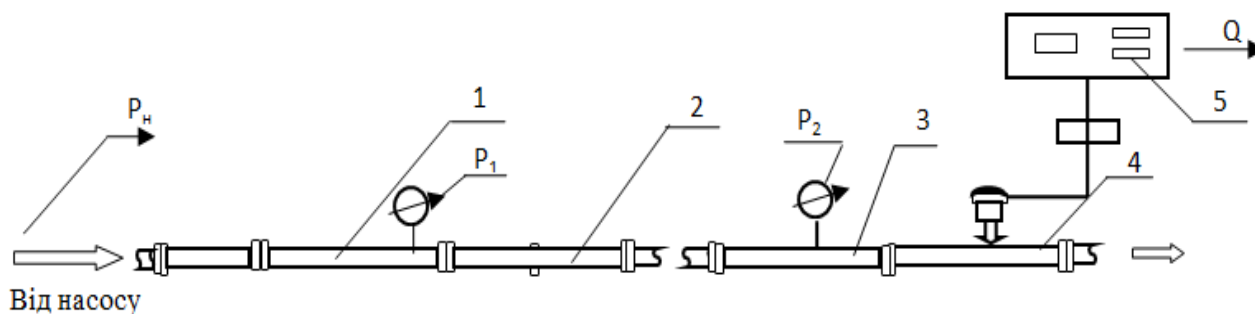


Рисунок 1. – Схема експериментальної установки

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1) Вставка з манометром на вході. | 3) Вставка із манометром на виході.        |
| 2) Рукав пожежний (5 шт. x 20 м). | 4) Турбінний перетворювач витрати РТФ.     |
|                                   | 5) Універсальний електронний перетворювач. |

Для зниження пульсацій тиску перед вимірювальною ділянкою встановлювався пневмогідроакумулятор. Між пневмогідроакумулятором та рукавною лінією встановлювалася вставка з манометром (1) та передувімкненою ділянкою. Така сама вставка з манометром (3) була наприкінці рукавної лінії (2). Для вимірювання витрати води використовувався турбінний витратомір (4) з універсальним електронним перетворювачем (5), що дозволяє контролювати сталість витрати води під час дослідів. Вимірювальна ділянка рукавної лінії була довжиною 100 м (5 рукавів), що дозволяло вимірювати досить великий перепад тиску і тим самим підвищити точність експерименту.

Методика експерименту полягала в наступному: зібрати рукавну лінію завдовжки 100 м одного типорозміру рукавів, здійснити через неї подачу води від насоса пожежного автомобіля з тиском 2 до 10 кгс/см<sup>2</sup> з кроком у 1 кгс/см<sup>2</sup> та зняти показання манометрів на насосі (P<sub>н</sub>), на вході до рукавної лінії (P<sub>1</sub>), на кінці рукавної лінії (P<sub>2</sub>), а також витрата води (миттєва та інтегральна) за показаннями універсального електронного перетворювача витратоміра протягом 60 сек. (За секундоміром).

Так було встановлено, що є необхідність проводити у два етапи серії дослідів з рукавними лініями діаметром 51 мм:

- 1) з пожежним стволом РС - 50 (діаметр насадка 13 мм);
- 2) без ствола (вільний вилив).

А для рукавної лінії діаметром 77 мм серії дослідів проводити в три етапи:

- 1) з пожежним стволом РС – 70 (діаметр насадка 19 мм);
- 2) з пожежним стволом РС – 70 (діаметр насадка 22 мм);
- 3) без ствола (вільний вилив).



## ЛІТЕРАТУРА

1. Коханенко В.Б., Назаренко С.Ю., Ларин А.Н., Ефименко В.В. К вопросу надежности пожарных рукавов. Вестник Кокшетауского технического института МЧС Республики Казахстан. Кокшетау: КТИ МЧС РК. 2013. № 4(12) С. 42-46.
2. Яковчук В.И. Гидравлические сопротивления гибких трубопроводов противопожарного водоснабжения: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.26.04 "Промышленная безопасность". Минск. 2000. 23 с.
3. Яковчук В.И. Исследования гидравлических сопротивлений гибких трубопроводов противопожарного водоснабжения. Материалы между. 53-й науч.-техн. конф. БГПА. Минск. 2-6 февраля 1999. ч.3. С. 123.
4. Яковчук В.И. Потери напора в пожарных рукавах. Материалы 54-й научн.-техн. конф. БГПА. Минск. 2000. С.143.
5. Choosinghoselines for initial attack. Calif. Fire.Serv. 1990. Т.10. Р.12-13.
6. Large diameter hose – on the fireground. Harvey Harold. «Fire Fight. Can.». 1988. Т. 4.

УДК 351.861

### МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ МЕРЕЖЕВОГО ПЛАНУВАННЯ

*Неклонський І.М., к. військ н., НУЦЗ України*

В роботі [1] запропонована мережева модель дії пожежно-рятувальних підрозділів з гасіння пожежі (мережевий граф  $G$ ) та наведені окремі співвідношення для розрахунку її параметрів.

Математичний опис моделі [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 (графіка) відносяться: тривалість ведення окремих робіт, ранні та пізні терміни початку і закінчення робіт, резерви часу, резерви повних шляхів.

Тривалість будь-якої роботи  $t_{ij}$  визначається за нормативними показниками, довідників або як ймовірна очікувана величина за даними експертних оцінок.

Ранній термін настання події  $T_j^{p.n.}$  показує найдовшу тривалість шляху між подіями  $i$  та  $j$ . Якщо для події  $j$  більше однієї вхідної роботи, то  $T_j^{p.n.}$  визначається за формулою:

$$T_j^{p.n.} = \max_{(i, j) \in E_j} \{T_i^{p.n.} + t_{ij}\}, \quad (1)$$

де  $T_i^{p.n.}$  – ранній термін настання події  $i$ ;

$t_{ij}$  – тривалість виконання роботи між подіями  $i$  та  $j$ ;

$E_j$  – множина всіх робіт, які завершуються в події  $j$ .

Пізній термін настання події  $T_i^{n.n.}$  – різниця між пізнім терміном настання події  $j$  ( $T_j^{n.n.}$ ) та тривалістю роботи  $t_{ij}$ . Це найпізніший допустимий термін, до якого подія повинна закінчитись, щоб не привести при цьому до зриву термінів виконання кінцевої події. Якщо з події  $i$  є більше однієї вихідної роботи, то вибирають найменшу серед різниць:

$$T_i^{n.n.} = \min_{(i, j) \in E_i} \{ T_j^{n.n.} - t_{ij} \} \quad (2)$$

де  $E_i$  – множина всіх робіт, які виходять з події  $i$ .

Пізній термін настання подій визначається зворотним ходом, починаючи з останньої події, тому для останньої події  $k$  ранній термін настання події дорівнює пізньому терміну ( $T_k^{p.n.} = T_k^{n.n.}$ ).

Резерв часу настання подій  $Rt_i$  показує на який гранично допустимий термін можна затримати настання події, не викликаючи при цьому збільшення терміну виконання всього комплексу робіт, і визначається за формулою:

$$Rt_{ij} = T_j^{p.n.} - T_i^{p.n.} - t_{ij}, \quad (3)$$

де  $T_j^{p.n.}$  – ранній термін настання останньої події  $j$ ;

$T_i^{p.n.}$  – ранній термін настання початкової події  $i$ .

Повний резерв часу роботи  $Rt_{ij}^n$  – це той час, на який можна затримати виконання настання події, не викликаючи при цьому збільшення терміну виконання всього комплексу робіт, але при цьому порушуються терміни виконання деяких робіт та настання деяких подій. Він визначається за формулою:

$$Rt_{ij}^n = T_j^{n.n.} - T_i^{p.n.} - t_{ij}. \quad (4)$$

Шлях характеризується тривалістю та резервом. Тривалість шляху – це сума тривалостей тих робіт, які його утворюють. Резерв шляху – це різниця між довжиною критичного шляху та того шляху, який досліджується. Критичний шлях ( $L_{кр}$ ) – це шлях найбільшої тривалості. Роботи, які лежать на критичному шляху, резерву часу не мають.

Найважливішим параметром мережевого графіка є довжина критичного шляху  $T_{кр}$ , так як вона визначає загальний час проведення оперативних дій. Тому  $T_{кр}$  не повинна перевищувати встановлений, директивний термін  $T_{дир}$ .

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  $G$ .

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.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ тактических возможностей аварийно-спасательных формирований с помощью метода сетевого планирования. Гражданская защита: сохранение жизни, материальных ценностей и окружающей среды: сб. материалов V международной заочной научно-практической конференции. Минск: УГЗ. 2020. С. 113-117  
URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10658>

УДК 614

### ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ ТА ПЕРСОНАЛУ СТАНЦІЇ НА АЕС

*Положешиний В.В., к.т.н., доцент, ІДУ НД ЦЗ*

В публікації розглянуті питання організації підготовки пожежних та персоналу по охороні АЕС.

Велике значення для пожежної безпеки АЕС має спеціальна підготовка і високий рівень готовності пожежних підрозділів по охороні станції, а також їх озброєння і оснащення. Спеціальна підготовка особового складу пожежної охорони складається із:

- ознайомлення з теоретичними основами атомної енергетики, поглибленого вивчення технологічного процесу виробництва АЕС, її основного устаткування, фізико-хімічних властивостей і характеристик речовин і матеріалів, які застосовуються, особливостей об'ємних і конструктивних рішень будівель і споруд станції і їх стану в умовах пожежі, протипожежних вимог чинних нормативних документів з проектування, будівництва і експлуатації АЕС;

- проведення пожежно-тактичних занять і навчань безпосередньо на АЕС, практичне відпрацювання раціональних прийомів і методів використання пожежної техніки, стаціонарних установок пожежогасіння, відпрацювання взаємодії пожежників з оперативним персоналом станції та іншими службами згідно з планами ліквідації аварії, проведення разом цехових і загально станційних протипожежних тренувань;

- психологічної підготовки пожежних з відпрацюванням прийомів і способів гасіння пожеж електроустаткування і кабельних комунікацій, які знаходяться під напругою, тренування в умовах інтенсивних теплових і димових факторів;

- вивчення особливостей і набуття навичок ведення бойових дій в умовах підвищеного рівня іонізуючих випромінювань, використання індивідуальних і групових дозиметричних приладів, засобів захисту особового складу і техніки від вражаючих факторів іонізуючих випромінювань і радіонуклідів, проведення санітарної обробки особового складу і дезактивації пожежної техніки, вивчення правил радіаційної безпеки.

Для цього в комплексі об'єктів пожежної частини АЕС крім пожежного депо повинні бути: полігон психологічної підготовки пожежних, теплодимокамера для тренування в ізолюючих протигазах, стенд для вивчення прийомів і способів гасіння електроустаткування і комунікацій, які знаходяться під напругою, спортивний майданчик з учбовою баштою для набуття навичок пожежно-стройової підготовки.

Тактична підготовка начальницького складу пожежних підрозділів додатково повинна забезпечувати проходження курсів підвищення кваліфікації з обов'язковим стажуванням у штабі пожежогасіння управління пожежної охорони в області, а також в учбово-тренувальних центрах, при їх наявності, де проходить навчання оперативний персонал АЕС.

Важливу роль у виявленні і гасінні пожеж відіграє також якісна підготовка оперативного та ремонтного персоналу АЕС. Підготовку оперативного персоналу можна розділити на два етапи.

До першого етапу входить обов'язкове введення занять з професійно-технічної підготовки оперативного і ремонтного персоналу з пожежно-технічним мінімумом і висвітленням таких тем, як:

- заходи пожежної безпеки на об'єкті;
- пожежно-профілактична робота на енергетичних підприємствах, в цехах і на робочому місці;
- установа, виявлення і гасіння пожежі, первинні засоби пожежогасіння;
- виклик пожежної охорони;
- дії персоналу АЕС при гасінні пожеж.

До другого етапу підготовки входять:

- розробка тем та графіків проведення протипожежних тренувань, затверджених головним інженером АЕС і узгоджених з начальником пожежної частини;
- проведення протипожежних тренувань.

Протипожежні тренування оперативного персоналу (цехові, об'єктові і загальні разом з підрозділами пожежної охорони) здійснюються за "Інструкцією по організації протипожежних тренувань на атомних станціях Міненерго, введеної в дію наказом МВС УРСР № 34 від 25.01.1988 р.

Керівництво процесом підготовки з питань пожежної безпеки робітників та інженерно-технічних працівників покладається на головного інженера АЕС.

Основними завданнями процесу підготовки оперативного персоналу є:

- відпрацювання навичок самостійно, швидко орієнтуватися та приймати рішення в умовах пожежі;
- навчання персоналу навичкам попередження можливих пошкоджень обладнання, а також травм під час пожежі;
- відпрацювання організації термінового виклику пожежної охорони при спрацюванні установок автоматичного протипожежного захисту, виявлення задимлення і полум'я;
- налагодження взаємодії оперативного персоналу АЕС з особовим складом пожежної охорони згідно з оперативним планом пожежогасіння;
- навчання правильному використанню засобів пожежогасіння;
- відпрацювання організації рятування і евакуації людей та матеріальних цінностей;
- перевірка правильності дій керівників гасіння пожежі.

Особи із числа оперативного персоналу АЕС, які допустили грубі помилки і отримали незадовільні оцінки в двох тренуваннях підряд, від оперативної роботи звільнюються і їм призначається позачергова перевірка знань, об'єм і термін яких встановлює вищий керівник.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. №5403-VI.
2. Корчагин П.А., Замостьяк П.В., Шестопалов В.М. Обращение с радиоактивными отходами в Украине: проблемы, опыт, перспективы. Киев. 2000. 179 с.

## ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНОЇ НАФТОПРОДУКТАМИ ВОДНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ЕКОЛОГІЧНИХ АВАРІЯХ

*Рагімов С.Ю., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Проблема полягає в тому, що товсті шари нафтопродуктів досить успішно збираються адсорбційними методами, механічними та ін. Але незалежно від того товстий шар або тонкий нафтопродукт він вступає в хімічну взаємодію з водною поверхнею, і порушує контакт з повітрям. Навіть при ретельному очищенні водної поверхні небезпеку становлять особливо тонкі плівки нафтопродуктів на водній поверхні товщиною до декількох молекул. Саме вони і утворюють райдужні плями на поверхні води. Їх видалення є складною і дорогою технічною проблемою.

Для підвищення ефективності очищення стічних вод та поверхонь водоймищ розроблений проект плавучого нафтозбірника, який може бути ефективно використаний практично на будь-якій водній поверхні, а принцип поділу води та нафтових фракцій також можна використовувати і стаціонарно на дрібних відстійниках з переливом. При цьому сам спосіб може частково працювати без використання якогось виду енергії за рахунок використання гравітаційних сил.

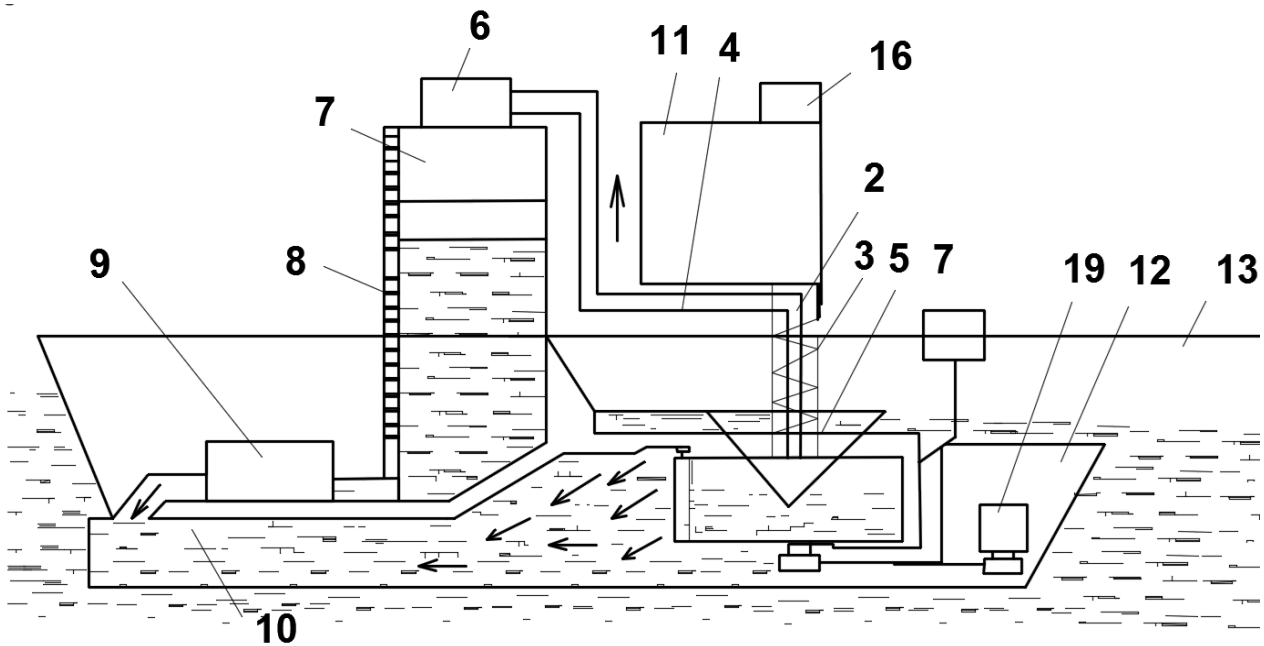


Рисунок 1. – Плавучий нафтозбірник

Принцип роботи даного нафтозбірника полягає у обертанні порожнього колеса зі спеціальними лопатками по периферії, при обертанні колеса утворюється вирва, в якій відбувається концентрація в центрі вирви за рахунок відцентрових сил та подальша сепарація нафтопродуктів та дрібного сміття від води. Емульсія з води та нафтопродуктів збирається і видаляється в нафто-сміттєзбірнику 7, де відбувається пошарове поділ компонентів. На рис. 1 зображено в розрізі плавучий нафтозбирач. Він складається з обертового барабана 1, в центрі якого розташований порожнистий шнек 2 у вигляді гвинта Архімеда в кожусі 3 і нафтоприймач 4 з конусним наконечником 5, якої розташовані датчики 8 контролю розділу фаз, а сама ємність пов'язана за допомогою автоматичного клапана 9 з головним каналом 10 водометного рушія який працює за рахунок напору води при роботі

відцентрового колеса - барабана 1. Контейнер-смітєприймач 11 пов'язаний з кожухом 3 і гвинтом Архімеда 2.

Об'єм води, що очищується обмежений рухомим лотком 12 і рухомими боковинами 13. Шнек 2 приводиться у обертання приводом 14. Лоток 12 переміщується у вертикальній площині за допомогою сервоприводу 15. Регулювання вертикального положення нафтоприймача здійснюється від електроприводу 16. В залежності від товщини нафти положення боковин 13 та глибини занурення лотка 12.

Нафтоприймач 4 може переміщатися по глибині вирви з метою найефективнішого всмоктування нафтопродуктів залежно від її кількості у вирві. Нафтопродукти з вирви через нафтоприймач 4 відсмоктуються насосом 6 і перекачуються в ємність для збору нафтопродуктів 7, де відбувається розшарування нафти і води, а дрібне плаваюче сміття, що надходить, за допомогою гвинта Архімеда 2 піднімається в спеціальний контейнер-смітєприймач 11. Датчики стежать за заповненням ємності для збору нафтопродуктів 7. Після її заповнення, дається команда на відкриття автоматичного клапана 9, вода зливається через ежекційний канал до тих пір, поки до випускного каналу не підійде фаза нафти. При повному заповненні ємності для збору нафтопродуктів 7 і смітєприймача 11 подається сигнал необхідності їх спорожнення. При обертанні барабана з лопатками 1 вода, що відходить під напором, направляється в головний канал 10 водометного рушія і приводить в рух судно. При застосуванні молекулярних сит та розділових мембран можливе використання нафтопродуктів як паливо основного дизеля судна, або у двигуні зовнішнього згорання типу Стірлінга.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Белых К.Д., Крамной В.П., Харченко П.П., Печерский Б.Ф., Стрежекурова Е.А. Бюл. 1992. №26. 4 с.

2. Сафонов В.В., Стрежекуров Э.Е. Очистка городских и промышленных сточных вод от нефтепродуктов. Строительство, материаловедение, машиностроение. Днепропетровск: ПГАСА. 2002. Вып. 21. С. 32–40.

3. Стрежекуров Э.Е., Шаломов В.А., Федорченко Ю.Н., Павленко А.М., Кошлак А.В. Термическая инициация механических способов разделения нежелательных эмульсий. Строительство, материаловедение, машиностроение. Днепропетровск: ПГАСА. 2006. Вып. 36. С. 220–224.

**УДК 624.01.001.5**

### **ПІДХІД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ СИЛОВИХ І ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ВПЛИВАХ**

*Рубан А.В., к.н. з держ. упр., доцент, НУЦЗ України  
Шкурка О.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Аспекти довготривалої експлуатації та пожежної безпеки будівельних конструкцій розглядаються в дослідженні [1]. В роботі наводяться перспективи майбутніх досліджень та рекомендації щодо дослідження довговічності будівельних конструкцій при впливах агресивного середовища та пожежі.

Дослідження [2] рекомендують використання повного спектра сучасних методик щодо вивчення властивостей матеріалів та чисельного моделювання. Крім того, технічне обстеження залізобетонних конструкцій повинно також містити прогнозування розвитку наявних або утворення нових пошкоджень та деградацій матеріалу, а також вказівки щодо

проведення ремонтно-відновлювальних робіт для забезпечення подальшої безпечної експлуатації конструкцій.

Дослідження зниження властивостей високоміцного бетону після пожежі виконано в роботі [3]. Зменшення механічних властивостей бетону було визначено, починаючи з періоду нагріву бетонних зразків до максимальної температури й охолодження до температури навколишнього середовища протягом 96 годин після початку охолодження зразків. Дослідження включали визначення міцності на стиск, модуля пружності бетону, а також встановлення залежностей «напруження-деформації» бетонних зразків при впливі температури до 600 °С. Результати дослідження порівнювалися з результатами інших досліджень, EN 1994-1-2 та EN 1992-1-2. Випробування вказують на те, що міцність бетону на стиск продовжує швидко скорочуватися протягом 96 годин після охолодження зразків до температури навколишнього середовища. Рівень зменшення міцності бетону на стиск після пожежі є значним і може суттєво вплинути на несучу здатність конструкцій після пожежі. Отже, механічні властивості бетону мають істотне зниження після впливу високої температури та охолодження.

Аналіз досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів виявив, що основна частина робіт присвячена вивченню вогнестійкості залізобетонних конструкцій. У нормативних документах досить повно наведені основні положення щодо розрахунку вогнестійкості залізобетонних конструкцій. Однак експериментальних досліджень, пов'язаних з вивченням залишкової несучої здатності залізобетонних конструкцій після пожежі, відомо небагато. Пропозиції щодо визначення залишкової несучої здатності залізобетонних конструкцій після початку фізичного руйнування і розвантаження, які представлено в зручній формі для залізобетонних конструкцій, що знаходяться в експлуатації, відсутні.

В роботі запропоновано підхід для визначення технічного стану залізобетонних конструкцій, які було піддано дії силових та високотемпературних впливів [4]. Проведений аналіз досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів щодо визначення залишкової несучої здатності. Як актуальна науково-технічна проблема розглядається розробка методології оцінювання технічного стану, визначення залишкового ресурсу та продовження термінів експлуатації залізобетонних конструкцій будівель та споруд після силових і високотемпературних впливів. На основі аналізу результатів натурних обстежень отримано важливі дані про характерні дефекти та пошкодження конструкцій та їхній вплив на подальшу роботу; дані про зміну фізико-механічних характеристик матеріалів в процесі експлуатації; розроблено математичну модель, що дозволила виконати оцінку та прогноз технічного стану конструкцій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Denvid Lau, Qiwen Qiu, Ao Zhou, Cheuk Lun Chow. Long term performance and fire safety aspect of FRP composites used in building structures. *Construction and Building Materials*. 2016. №126. P. 573-585. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.031>.
2. Васильченко А.В., Рубан А.В., Луценко Т.А., Анацкая А.В. Оценка безопасного количества взрывчатого вещества, обеспечивающего сохранение огнестойкости металлического каркаса при взрыве. *Проблемы пожарной безопасности*. Харьков: НУГЗУ. 2020. Вып. 48. С. 22-29.
3. Artem Ruban, Olexandra Tkachenko, Victoria Otrosh. EXPERIMENTAL DETERMINATION OF RESIDUAL RESOURCE OF REINFORCED CONCRETE BEAMS AFTER FORCE AND HIGH TEMPERATURE INFLUENCES. Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts University of Technology, Katowice Monograph 44 Publishing House of University of Technology. Katowice. 2021. pp. 554-562.
4. Отрош Ю.А., Рубан А.В., Гапонова А.С., Морозова Д.М. Підхід для визначення технічного стану залізобетонних конструкцій при силових і високотемпературних впливах.

УДК 614.84

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СИЛ І ЗАСОБІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ З НАЯВНІСТЮ РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН І У ЗОНАХ РАДІОАКТИВНИХ ЗАБРУДНЕНЬ**

*Сенчихін Ю.М., к.т.н., професор, НУЦЗ України*

*Остапов К.М., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Під час гасіння пожеж на об'єктах з наявністю радіоактивних речовин (РР) і у зонах радіоактивного забруднення (ЗРЗ), виникає загроза радіаційного опромінення особового складу, що впливає на здійснення оперативних дій.

На керівника гасіння пожежі (КГП) покладається значна роль у визначенні потрібної кількості сил і засобів для здійснення оперативної роботи в умовах, що визначає обстановка, а саме гасіння пожеж на об'єктах з наявністю РР та у ЗРЗ. КГП в даних умовах потрібно здійснювати розрахунки сил і засобів для гасіння пожежі з урахуванням потрібної кількості змін (одиниць) особового складу для роботи в небезпечній зоні [1].

Однією із проблем є те, що розрахунок сил і засобів для гасіння пожеж на об'єктах з наявністю РР та у ЗРЗ здійснюється згідно загальної методики на підставі можливої обстановки без урахування показника допустимого часу перебування особового складу у ЗРЗ, залежно від потужності дози радіаційного випромінювання та резерву змін особового складу потрібного для ліквідації пожежі або аварії, що практично не враховується КГП при плануванні та здійсненні оперативних дій.

У [2] надано методику розрахунку сил і засобів на підставі загальних відхідних даних. Але вони не передбачають ступінь радіаційної небезпеки, особливості дії РР на особовий склад, пожежно-рятувальну техніку та їх вплив на організацію оперативних дій. У [3] надаються дані для практичних розрахунків часу роботи у ЗРЗ під час здійснення оперативних дій на АЕС, але показники потужності дози випромінювання та одиниці їх виміру не відповідають вимогам. У [4, 5] представлені загальні дані обстановки пожеж в умовах дії РР та розглянуті питання тактики гасіння пожеж що містять вимоги безпеки та необхідність резерву особового складу пожежно-рятувальних підрозділів.

Для гасіння пожеж на об'єктах з наявністю РР та у ЗРЗ потрібно:

використовувати потужні стволи для забезпечення максимальної віддаленості ствольників від осередку зараження;

використовувати будівлі, споруди та будівельні конструкції для захисту особового складу;

обмежувати час перебування особового складу в небезпечній зоні.

Розрахунок сил і засобів для гасіння пожеж на об'єктах з наявністю РР здійснюється відповідно до загальної методики [6]. Особливість розрахунку полягає у визначенні допустимого часу роботи в забрудненій зоні та резерву особового складу підрозділів для виконання робіт за призначенням.

Під час гасіння пожежі на радіаційно-небезпечних об'єктах КГП несе персональну відповідальність за дози опромінення, які отримує особовий склад.

Під час розрахунку сил і засобів потрібно визначити час роботи особового складу в небезпечній зоні, упродовж якого отримана доза не перевищуватиме максимально допустиму або допустиму поглинену дозу.

Час роботи особового складу в зоні радіоактивного забруднення, хв, визначається за формулою:



$$\tau_{\text{доп}} = \frac{H}{P}, \quad (1)$$

де  $H$  – максимально-допустима або допустима еквівалентна доза, Зв;  $P$  – потужність еквівалентної дози, Зв/г за даними приладів радіаційної розвідки.

Максимально-допустима поглинена доза опромінення, згідно з Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97), під час гасіння пожежі та проведення аварійно-рятувальних робіт становить 2 Зв, після отримання такої дози особовий склад виводиться з небезпечної зони і не допускається до роботи в ній. Допустима доза (згідно з нормами) становить 1 Зв, отримання такої дози дозволяє особовому складу продовження робіт в зоні радіаційного забруднення через певний час.

Потрібна кількість змін (одиниць) особового складу для роботи в небезпечній зоні визначається за формулою:

$$n_{\text{зм}} = \frac{\tau_{\text{роб}}}{\tau_{\text{доп}}}, \quad (2)$$

де  $\tau_{\text{роб}}$  – середньостатистичний час виконання робочих операцій (прокладання рукавних ліній, робота ствольників на позиціях тощо), хв.

В цілому розрахунок сил і засобів для гасіння пожеж на об'єктах наявністю РР і у ЗРЗ відповідає загальній методиці, особливість розрахунку полягає у визначенні нормативних показників таких як, допустимий час роботи особового складу у небезпечній зоні та кількість змін особового складу потрібного для ліквідації пожежі або аварії [7, 8].

Ці показники дають можливість КГП обґрунтовано та оперативно визначити потрібну кількість сил і засобів пожежно-рятувальних підрозділів для прогнозування та здійснення оперативних дій на різноманітних етапах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій органів управління та підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340.
2. Сировой В.В., Сенчихін Ю.М., Лісняк А.А., Дерев'яно І.Г. Основи тактики гасіння пожеж: навч. посіб. Харків: НУЦЗ України. 2015. 216 с.  
URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/377>
3. Аналітичні розрахунки для обґрунтування оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів. Практикум: Навчальний посібник. [В.В. Сировий, Ю.М. Сенчихін, Л.В. Ушаков, О.В. Бабенко]. Харків: НУЦЗ України, 2010. 262 с.  
URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4008>
4. 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>
5. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 1: Посібник. За загальною редакцією В.Н. Пшеничного. К.: Основа, 2006. 240 с.  
URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4076>
6. Сенчихін Ю.М., Сировой В.В., Росоха С.В. Обґрунтування вибору вихідних даних розрахунку сил та засобів для гасіння пожеж. Проблемы пожарной безопасности. 2014. Вып. 36. С. 224-230. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/356>
7. Сенчихін Ю.М., Сировой В.В., Росоха С.В. Нормативні показники та порядок визначення загальної чисельності особового складу, оперативних відділень для гасіння пожеж. Проблемы пожарной безопасности. Вып. 37. С. 196-200.  
URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/352>

УДК 614.841

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧОЇ СИСТЕМИ

*Савельєв Д.І., к.т.н., НУЦЗ України*

У зв'язку з глобальним потеплінням проблема пожеж в екосистемах стає особливо актуальною. Малосніжні зими і посушливі періоди влітку стають причиною зменшення ґрунтових вод, пересихання ґрунтів і лісових горючих матеріалів. Це, у свою чергу, спричиняє збільшення лісових пожеж, а отже, питання пошуку ефективних методів гасіння лісових пожеж потребує подальшої розробки. Постійний інтерес до цієї проблеми також визначається значними економічними та екологічними втратами, від яких потерпають регіони, де виникає пожежа, а також загрозою, яку створюють лісові пожежі для здоров'я і життя людей. За даними Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту ДСНС України у 2018 р. було зареєстровано 945 випадків лісових пожеж на площі 1101 га, у тому числі верхових – 141 га. З 2018 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 кг/м<sup>2</sup>, 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 звужується. Решітка забезпечує рівномірний потік на вході в сопло, що звужується. Перед решіткою встановлений ресивер, у який подається повітря від двох вентиляторів. Також у корпусі використовуваної системи була встановлена дросельна заслінка, яка знижує швидкість потоку 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-последовним 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>. Ближній 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 нахилється (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. А.С. Басараб, А.С. Борисова, Н.М. Богуш, О.М. Євдін, Л.В. Калиненко, Н.О. Кимаковська, Р.В. Климась, 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. УкрНДПЦЗ. 2017. 208 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.dsns.gov.ua/files/2017/8/18/Analit%20dopovid/1%20stan.pdf>.

2. Кимстач І.Ф., Девлишев П.П., Евтюшкин Н.М. Пожарная тактика: учеб. пособие для пожарно-техн. училищ и нач. состава пожарной охраны. М.: Стройиздат. 1984. 590 с.

## ЗАСТОСУВАННЯ МОРСЬКОЇ ВОДИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ГІДРОГЕЛЮ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО БАР'ЄРУ

*Савченко О.В., к.т.н., с.н.с., НУЦЗ України  
Медведева Д.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

У 2019 році лісовими пожежами було охоплено понад 1 тис. 320 га українських земель. Кожний третій випадок гасіння пожеж здійснюється із залученням сил і засобів ДСНС [1]. Ефективну локалізацію лісової пожежі забезпечує формування штучних бар'єрів, до яких належать протипожежна канава, протипожежний бар'єр та мінералізована смуга.

При локалізації низових лісових пожеж раніше було запропоновано використання технології створення протипожежного бар'єру, яка полягає у відокремленні охопленої вогнем ділянки від лісових насаджень за допомогою полімерного гідрогелю. 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 [2-4]. Вони 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.

Нами було перевірено гіпотезу можливості отримання гідрогелю за допомогою морської води. Це може бути особливо актуальним у випадку виникнення пожежі в лісових масивах біля морського узбережжя (наприклад АР Крим). Слід відмітити, що інформацію про подібні експерименти в літературі знайти не вдалось. Це можна пояснити тим, що історично такі технології застосовувалися виключно в сільськогосподарській і меліоративній ніші для підтримки вологості в ґрунтах та уникнення посухи. Звичайно у такому випадку використовувати морську воду яка є розчином солей не доцільно.

Для проведення експерименту було використано проби морської води Чорного і Середземного морів у не розбавленому вигляді.

Експеримент здійснювався шляхом заливання кульок морською водою, зміни у геометричних характеристиках кульок визначались візуально. Результати наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати досліджень використання морської води для утворення гідрогелевих кульок

Вода яку використано для дослідження	Час збільшення кульок у розмірах (год.)	Середні геометричні характеристики отриманих кульок (мм)	Особливості спостережень
Вода Чорного моря	6-6,5	10-12	Відмінності у порівнянні з водою технічною відсутні
Вода Середземного моря	6-6,5	10-12	Відмінності у порівнянні з водою технічною відсутні
Вода технічна (прісна)	5,5-6	10-12	Відмінності відсутні

В результаті експерименту встановлено, що збільшення у розмірах кульок із використанням морської води відбувається аналогічно як із прісною водою. Різниця у часі формування кульок складає приблизно 10% (рис.1).

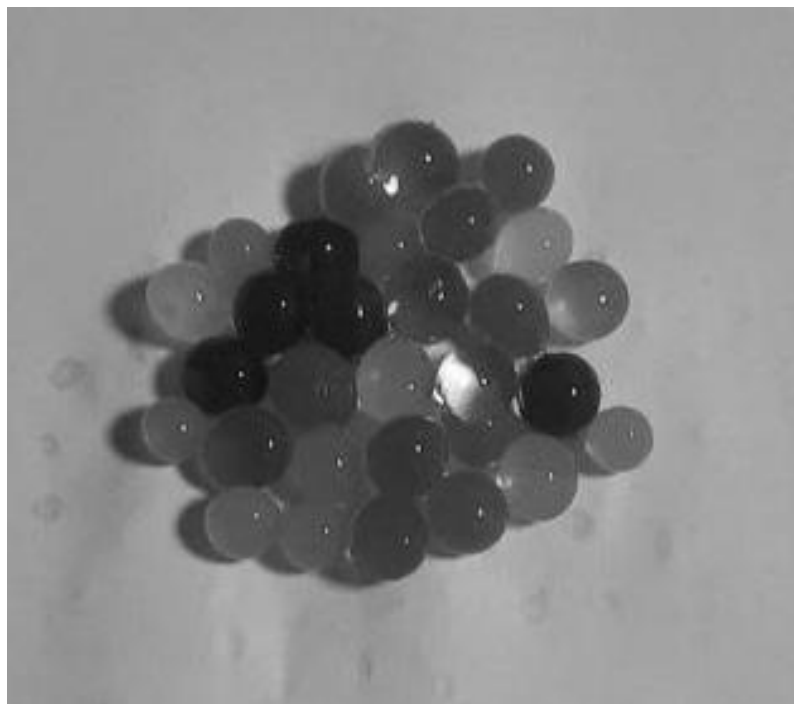


Рисунок 1. – Зовнішній вигляд утворених кульок

Вперше розглянуто використання морської води для отримання гідрогелю під час локалізації пожеж в лісовому фонді. Підтверджено що, застосування даної технології задля утворення гідрогелю та прокладання загороджувальної полоси можливе. Отримані дані свідчать, що для формування гідрогелю можна використовувати будь-яку воду, а це значно розширює тактичні можливості даної технології.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2019 році. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Zvitni-materiali-Derzhavnoyi-sluzhbi-Ukrayini-z-nadzvichaynih-situaciy.html>.

2. Савченко А.В., Медвєєва Д.О., Несторенко О. Перспективні технології влаштування протипожежного бар'єру при локалізації лісових пожеж. Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Національний університет цивільного захисту України. 2021. С. 93-94.  
URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12976>.

3. Медвєєва Д.О., Савченко О.В. Аналіз перспектив застосування протипожежного бар'єру при локалізації лісових пожеж. Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021. С. 54-56.  
URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12754>.

4. Медвєєва Д.О., Савченко О.В. Специфика применения противопожарного барьера при локализации лесного пожара. Суб'єкти забезпечення цивільного захисту (регіонального та місцевого рівня) в реалізації завдань із запобігання та ліквідації наслідків НС: матеріали круглого столу. Харків: НУЦЗУ. 2021. С. 83-84.

УДК 614.841

## ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ НАДІЙНОСТІ АВАРІЙНО-РЯТІВНОЇ ТЕХНІКИ ПО ПОПЕРЕДЖЕННЮ І ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

*Смирнов О.М., викладач, НУЦЗ України*

*Анотація.* Безпека людини і навколишнє середовище, їх захищеність від техногенних і соціально-політичних небезпек віднесена до проблем особливої важливості держави і суспільства, а їх рішення – до пріоритетних завдань національної безпеки.

*Ключові слова:* аварійно-рятувальна техніка (АРТ), коефіцієнт готовності, період експлуатації, коефіцієнт надійності.

Використовувана аварійно-рятувальна техніка (АРТ) (рис. 1), під час ліквідації надзвичайних ситуацій, вимагає проведення оцінки її надійності.



Рисунок 1 – Аварійно-рятувальна техніка: АКП-30 КАМАЗ-53215 та ГПМ-54

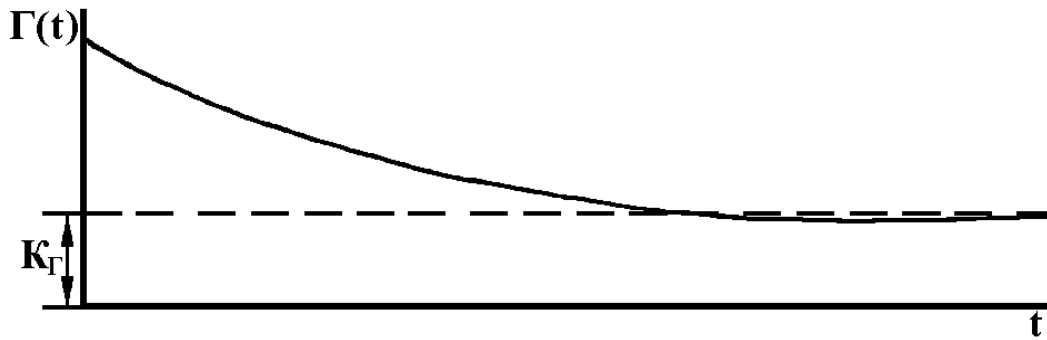


Рисунок 2 – Залежність функції готовності  $\Gamma(t)$  від часу

Для комплексної оцінки надійності аварійно-рятувальної техніки найчастіше застосовуються наступні специфічні показники: коефіцієнт готовності і коефіцієнт технічного використання. Під коефіцієнтом готовності  $K_{\Gamma}$  приймаємо вірогідність того, що машина (агрегат) опиниться в працездатному стані в довільний момент часу. При поступовій зміні стану АРТ за весь період експлуатації коефіцієнт готовності залежить від часу.

Залежність  $K_{\Gamma}(t)$  називають функцією готовності  $\Gamma(t)$ , яка зображена на рис. 2. З графіка видно, що при  $t \rightarrow \infty$  функція готовності прагне до постійного значення, що характеризується  $K_{\Gamma}$  – коефіцієнтом готовності.

У теорії надійності приводиться, що

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \Gamma(t) \approx K_{\Gamma} \approx \frac{m_t}{m_t + m_{T.И}} \quad (1)$$

де  $m_t$  – математичне очікування загального часу безвідмовної роботи за певний період експлуатації;  $m_{T.И}$  – математичне очікування сумарного часу відновлення.

Коефіцієнтом технічного використання  $K_{T.И}$  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 приведені вище позначення і ввівши нові, вираз математичного очікування загального часу технічного обслуговування за розглянутий період експлуатації можна, записати для  $K_{T.И}$  в наступному вигляді:

$$K_{T.И} = \frac{m_t}{m_t + m_{T.O} + m_{T.И}} \quad (2)$$

Таким чином,  $K_{T.И}$  характеризує частинку часу знаходження машини в працездатному стані впродовж розглянутого періоду експлуатації з урахуванням всіх видів простоїв (за винятком простоїв з організаційних причин). З виразу (2) легко одержати формулу, яка зв'яже  $K_{\Gamma}$  і  $K_{T.И}$ . Для цього розділимо чисельник і знаменник виразу (1) на  $t$ . Тоді матимемо

$$K_{T.И} = \frac{1}{\frac{1}{K_{\Gamma}} + K_{T.O}} \quad (3)$$

де  $K_{T.O} = \frac{m_{T.O}}{m_t}$  – коефіцієнт профілактичного технічного обслуговування.

Отже, авторові вдалося розрахувати специфічні коефіцієнти надійності відносно АРТ і встановити взаємозв'язок між ними. Ці коефіцієнти можуть бути застосовані і для оцінки надійності знешкодження вибухонебезпечних предметів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Василевський О.М., Ігнатенко О.Г. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник. Вінниця, ВНТУ. 2013. 160 с.

УДК 614.84

## БУЛІНГ В КОНТЕКСТІ ЮРИДИЧНО ЗНАЧУЩОЇ ПОВЕДІНКИ

*Соколов Д.Л., к.т.н., доцент, НУЦЗ України  
Гребіншик І.М., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

Опанування тематики булінгу в межах вітчизняної юридичної науки має важливе теоретичне та прикладне значення.

З теоретичної точки зору на прикладі аналізу булінгу в нових гранях виявляються такі фундаментальні питання юридичної науки, як оціночні поняття в праві, особливості природи право значущої поведінки. Не менш важливим виглядає питання щодо умов та чинників, що впливають на правомірну або протиправну поведінку особи, та її законслухняність.

Особливого значення, є аналіз проблематики боулінгу, який набуває в світлі формування правосвідомості молоді, котра, насамперед, потерпає від цього негативного явища. Також актуальність аналізу булінгу детермінована не менш складними та докорінними питаннями юриспруденції, як відмежування протиправного від правомірного, як об'єктивна та суб'єктивна сторона правомірної поведінки.

З прикладної точки зору, значення дослідження булінгу виявляється через удосконалення юридичних уявлень про правову кваліфікацію, визначення актуальних питань інновації національного позитивного права в частині врегулювання суспільних відносин, що стосуються прав дитини, освітнього процесу, вдосконалення відповідальності за булінг в національному законодавстві України. Все це обумовлює необхідність дослідження природи булінгу в межах юриспруденції.

Термін «булінг» походить від англійського дієслова «tobully». У словнику англійської мови, ми знайти наступне визначення цього терміну: «кривдити або залякувати когось, хто є молодшим або займає слабшу позицію, ніж суб'єкт цькування, примушування такої особи до суспільно несприятливих дій». Європейський словник надає наступне визначення цього соціально шкідливого явища: «намагання завдати шкоду, залякати або примусити до певної дії, яку не схвалює суспільство, певну особу, що сприймається як психологічна або фізична атака [1].

Звертаючись до вітчизняних напрацювань стосовно розуміння цього явища, ми можемо зазначити, що цей термін перекладається як «залякування», «цькування». В першу чергу, це пов'язується з тим, що суттєвою ознакою булінгу є психологічне або/і фізичне знуцання над особою яка не може себе захистити з певних причин, що вчиняється з боку окремої особи або групи осіб.

У спеціальній літературі ми можемо знайти наступні визначення цього терміну:

- залякувати - викликати в кого-небудь страх, переляк; робити кого-небудь боязким, лякливим [2; 3].

- залякування - це застосування страху для стримування і контролю іншої людини.



- залякування – це агресивна або ворожа поведінка, також може бути словесною, емоційною, фізичною або сексуальною поведінкою, що заподіює шкоду іншій особі та як правило, повторюється протягом певного періоду часу.

Зі змісту слова залякування слідує, що особа усвідомлює певні наслідки. Ці наслідки, насамперед, можуть бути як юридично нейтральні (коли людину залякують Господом Богом, батьками, ...) або нести певний юридичний наслідок (погроза вбивством, погроза застосувати фізичну силу або інше насильство). Таким чином, слід вести мову про те, що із залякування формується певна правозначуща поведінка або правомірного або неправомірного характеру, що напряду залежить від наслідків і того як людина все це усвідомлює. Таким чином, ми можемо вести мову про те, що існує юридично значуща поведінка особи.

У юридичній літературі юридично значущу поведінку особи розуміють як «передбачена нормами (принципами) права дія (бездіяльність), яка має соціальне значення (позитивне, негативне), є проявом певного стану (нормального, проміжного, патологічного) інтелектуальної і інформаційно-вольової сфери психічної діяльності людини, може бути предметом правової кваліфікації (юридичної оцінки) для визначення її відповідності або невідповідності вимогам норм (принципів) права, вирішення питання про її правові наслідки (позитивні, негативні)» [6, с. 94]. Основними рисами юридично значущої поведінки особи є: соціальна значущість, вираженість зовні у формі діяння (дії чи бездіяльності), свідомо вольовий характер, регламентованість правовими нормами, властивість зумовлювати юридичні наслідки .

У теорії права можна виокремити такі види правової поведінки: «правомірна поведінка», «правопорушення»

Для подальшого чіткого оперування означеними категоріями, на нашу думку слід надати визначення цим термінам. Так, правомірну поведінку особи слід розуміти як «правило, свідому вольову дію (бездіяльність) людини, яка має позитивну соціальну значущість (може бути соціально корисною, соціально необхідною, соціально допустимою), відповідає вимогам або принципам права (внутрішньодержавного права, міждержавного права, міжнародного права), спрямована на виникнення позитивних юридичних наслідків» .

Правопорушення ж слід розуміти як «суспільно небезпечне або суспільно шкідливе, протиправне, винне діяння деліктоздатного суб'єкта, яке тягне за собою юридичну відповідальність».

Досліджуючи проблематику булінгу, як різновиду правозначущої поведінки, на нашу думку, слід детально опрацювати визначення цієї категорії, яка надається їй у науковій літературі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шульга А.М. Загально теоретичні аспекти правомірної поведінки особи: монографія. Харків: Майдан. 2013. 412 с.
2. Загальна теорія держави і права. За заг. ред. Копейчикова В.В. Київ: Юрінком Інтер. 1997. 320 с.
3. Randall P. Bullying in Adulthood. Assessing the Bullies and Their Victims. USA. 2001. URL: <http://site.ebrary.com/lib/bckharkiv/Doc?id=10053591>. (дата звернення: 17.10.2021).

**ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА РОЗХІД ПОВІТРЯ ПІД ЧАС ПІДВОДНОГО РОЗМІНУВАННЯ**

*Соловійов І.І., ГУ ДСНС України у Херсонській області*

*Стрілець В.М., д.т.н., професор, НУЦЗ України*

*Шевченко Б.С., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

*Глуценко І.О., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України*

В доповіді показано, що важливою та нерозв'язаною частиною проблеми підводного розмінування спеціалізованими підрозділами ДСНС України є визначення значимості факторів, які впливають на розхід повітря у водолазів-саперів в апаратах на стисненому повітрі під час підводного розмінування.

Для вирішення поставленого завдання спочатку були проведені експериментальні дослідження, в яких брали участь випробовувані з числа особового складу відділення підводного розмінування групи піротехнічних робіт та спеціальних водолазних робіт аварійно-рятувального загону спеціального призначення Головного управління ДСНС України у Херсонській області. Вони на протязі весни-літа 2020 та 2021 років виконували реальні операції пошуку на глибині 4 м, 6 м та 7 м, підйому, у тому випадку, коли була відсутня можливість знищення на місці, з глибини 6 м та підриву вибухонебезпечних предметів, коли була така можливість (також 6 м) в акваторії Херсонської області (рис. 1), яка вимагає свого розмінування.

У якості експериментально-випробувальної бази використовувалась техніка, що стоїть на озброєнні у відділенні підводного розмінування групи піротехнічних робіт та спеціальних водолазних робіт Аварійно-рятувального загону спеціального призначення Головного управління ДСНС України у Херсонській області: спеціальний катер розмінування "Сніг", апарати на стисненому повітрі АВМ та два типи гідрокостюмів, в яких працюють водолази-сапери. В кожному випадку вимірювались час ( $t$ , хв.) підводної оперативної роботи в апаратах на стисненому повітрі (використовувались апарати типу АВМ з обсягом  $V_b$  балонів 12 та 15 л), початковий тиск ( $P_{поч}$ , бар) та тиск ( $P_{кін}$ , бар) по завершенню операції, яка розглядалась. Це дозволило, використовуючи закон Бойля-Маріотта, перейти до оцінки розходу повітря [л/хв].

Оцінка того, чи є вагомим фактор глибини занурення, здійснювалась за результатами аналізу підводного пошуку (рис.1) вибухонебезпечних предметів на глибині 4 м, 6 м та 7 м. Оцінка отриманих експериментальних результатів (рис.1) за критерієм Стьюдента з рівнем значимості  $\alpha=0,05$  показала, що глибина проведення аварійно-рятувальних робіт щодо попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним знаходженням вибухонебезпечних предметів, суттєво впливає на розхід повітря водолазів-саперів.

Для визначення того, що фактор підготовленості особового складу є вагомим під час проведення робіт водолазами-саперами з підводного розмінування, було оцінено розхід повітря в апаратах на стисненому повітрі АВМ рятувальниками, які були вдягнені в сухі гідрокостюми. При цьому вони виконували підйом 45 мм артилерійські снаряди часів Другої світової війни з глибини 6 м. Аналіз отриманих результатів (рис.2) дозволяє стверджувати з рівнем значимості  $\alpha=0,05$ , що рівень підготовленості суттєво впливає на виконання робіт щодо попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним знаходженням вибухонебезпечних предметів.

Оцінка того, чи є вагомим є вплив типу гідрокостюму (сухого чи мокрого) на розхід повітря здійснювався за результатами діяльності водолазів-саперів під час підриву вибухонебезпечних предметів, які залишились в акваторії Херсонської області, на глибині 6 м. Аналіз отриманих результатів (рис. 3) дозволяє з рівнем значимості  $\alpha=0,05$  стверджувати,

що оснащення водолазів-саперів (використання сухого чи мокрого гідрокостюму) суттєво впливає на виконання робіт щодо підводного розмінування.

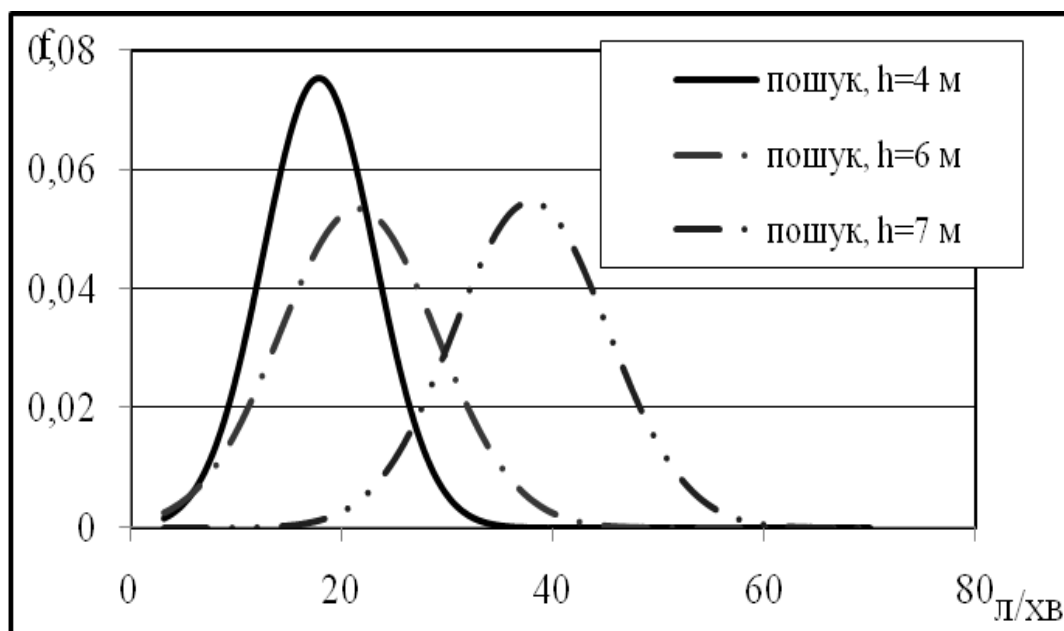


Рисунок 1. – Розподіл розходу повітря під час підводної оперативної роботи в АВМ в залежності від глибини проведення аварійно-рятувальних робіт

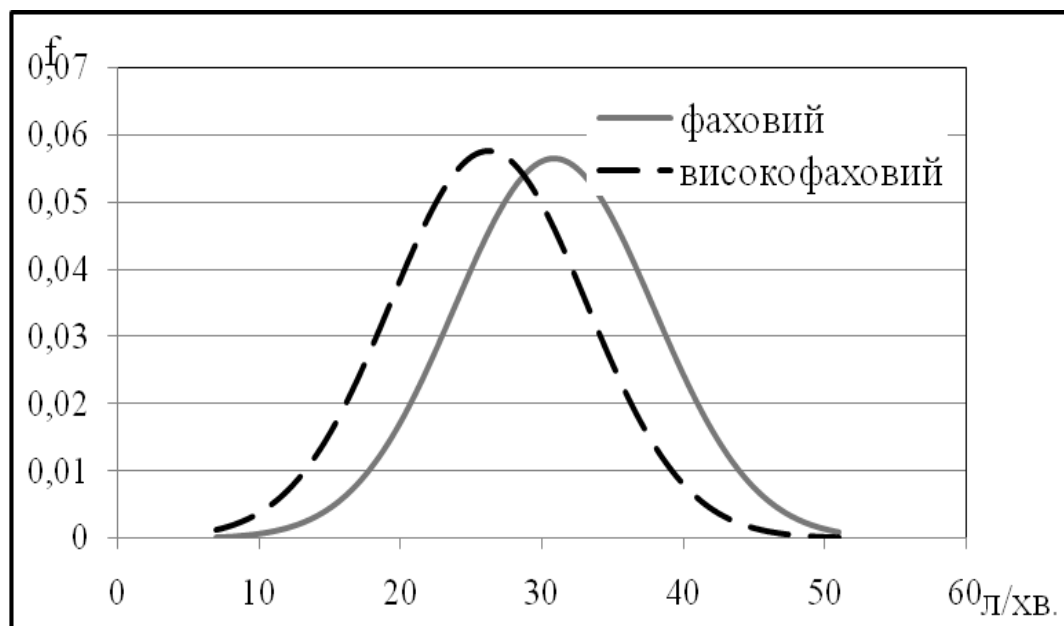


Рисунок 2. – Розподіл розходу повітря під час підводної оперативної роботи в АВМ в залежності від рівня підготовленості водолазів-саперів

Таким чином, результати статистичного аналізу експериментальних результатів, які були отримані в процесі здійснення реальної оперативної діяльності особового складу відділення підводного розмінування групи піротехнічних робіт та спеціальних водолазних робіт аварійно-рятувального загону спеціального призначення Головного управління ДСНС України у Херсонській області, показали, що при рівні значимості  $\alpha=0,05$  результати розходу повітря у піротехніків-підводників описуються нормальним розподілом. При цьому розхід повітря суттєво відрізняється в залежності як від глибини здійснення робіт щодо підводного

розмінування, так і від рівня підготовленості водолазів-саперів та їх оснащення. Тобто, процес ліквідації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним знаходженням вибухонебезпечних предметів, уявляє собою функціонування багатофакторної системи «людина-техніка-середовище», де кожна складова є значимою.

**УДК 614.841**

## **ПОЛОЖЕННЯ ПРОЄКТУ НАЦІОНАЛЬНОГО СТАНДАРТУ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ПІНОУТВОРЮВАЧАМИ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ**

*Скоробагатько Т.М., к.т.н., Боровиков В.О., к.т.н., с.н.с.,  
Єременко С.А., д.т.н., доцент, Пруський А.В., д.т.н., доцент,  
Слуцька О.М., к.т.н.*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту  
Войтович Д.М.*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Як відомо, основним засобом гасіння горючих рідин є повітряно-механічна піна, генерована з робочих розчинів піноутворювачів для гасіння пожеж, в окремих випадках її застосовують також для гасіння твердих горючих матеріалів. Залежно від особливостей об'єкта, наявних горючих речовин і обладнання, що використовується, може застосовуватися піна низької, середньої або високої кратності.

Піноутворювачі складаються з поверхнево-активних речовин тієї чи іншої хімічної природи, функціональних добавок, що надають піноутворювачам і піні належних властивостей, а також води, яка відіграє роль розчинника. Генерування піни низької та середньої кратності відбувається під час подавання робочого розчину піноутворювача під тиском через стволи-генератори піни відповідних конструкцій, а для генерування піни високої кратності реалізують примусове змішування робочого розчину піноутворювача з повітрям або негорючим газом.

За радянських часів в Україні для гасіння пожеж застосовували винятково синтетичні піноутворювачі, за допомогою яких переважно генерували піну середньої кратності (так звані піноутворювачі загального призначення). Принципи їх застосування були фактично однаковими і загальновідомими. Водночас поява на вітчизняному ринку численних видів і марок піноутворювачів зарубіжного виробництва спричинила виникнення ряду проблем, пов'язаних з нерозумінням питань, пов'язаних з їх застосуванням, а також контролюванням якості. Це стосувалося здебільшого фторсинтетичних плівкоутворювальних піноутворювачів, які почали масово з'являтися вже після 2000 року. Варто зауважити, що їх призначено, насамперед, для гасіння неполярних горючих рідин піною низької кратності, проте застосування таких піноутворювачів із стволами-генераторами піни середньої кратності, як свідчить досвід, може призводити до зниження вогнегасної ефективності і, особливо, ізолювальної здатності піни, наслідком чого може бути унеможливлення гасіння пожежі.

На сьогоднішній день основним документом, який регламентує порядок поводження з піноутворювачами для гасіння пожеж в Україні, є Інструкція [1], розроблена всередині 2000-х років з урахуванням стану ринку піноутворювачів для гасіння пожеж на той час, нормативно-технічної бази щодо них, а також наявної відповідної протипожежної техніки. Нині цей документ застарів у зв'язку зі зміною номенклатури піноутворювачів, представлених на ринку, повного або часткового скасування стандартів щодо піноутворювачів, чинних на момент її розроблення, набуття чинності в Україні європейських норм [2-5], а також появою в пожежно-рятувальних підрозділах протипожежної техніки та обладнання (зокрема стволів-генераторів піни) нових конструкцій. Якщо порядок

періодичного контролювання якості піноутворювачів загального призначення, що відповідають вимогам ДСТУ 3789 [6], названим стандартом регламентовано, то порядок контролювання якості тих з них, які відповідають вимогам [2-5], на сьогоднішній день не регламентовано ані чинними в Україні стандартами, ані зарубіжними нормами.

Відповідно з метою врегулювання цього питання авторським колективом проведено дослідження з обґрунтування положень і розроблення проекту національного стандарту ДСТУ “Вогнегасні речовини. Піноутворювачі. Настанови щодо застосування, зберігання, стилізування та випробування”, який стосується, в першу чергу, питань поводження з піноутворювачами, що застосовуються для гасіння пожеж пожежно-рятувальними підрозділами, аварійно-рятувальними формуваннями, місцевою пожежною охороною тощо, разом із пересувною протипожежною технікою. Розроблення проекту національного стандарту здійснено з дотриманням положень нормативних документів системи національної стандартизації України, а також з урахуванням вимог нормативно-правових актів щодо безпеки праці, охорони здоров'я та охорони довкілля.

Проект нормативного документу має таку структуру: 1. Сфера застосування; 2. Нормативні посилання; 3. Терміни та визначення понять; 4. Загальні положення; 5. Вимоги безпеки праці та охорони довкілля; 6. Порядок застосування піноутворювачів для пожежогасіння; 7. Транспортування та зберігання піноутворювачів; 8. Випробування піноутворювачів; 9. Регенерація та утилізація піноутворювачів; Додаток А Типи піноутворювачів та їх переваги; Додаток Б Основні характеристики засобів дозування та генерування повітряно-механічних пін, що застосовуються разом із протипожежною технікою та пожежним устаткуванням; Додаток В Бібліографія.

Усі розділи зазначеного документа, викладено з урахуванням особливостей, притаманних піноутворювачам різних типів і хімічної природи. Зокрема положення щодо порядку застосування піноутворювачів викладено із забезпеченням відповідної диференціації за їх типами та класифікацією. Наразі проект ДСТУ оприлюднено в установленому порядку з метою обговорення на офіційному сайті Національного органу із стандартизації (посилання: <http://uas.org.ua/ua/messages/povidomlennya-pro-rozroblennya-pershoyi-redaktsiyi-proektu-natsio-nalnogo-standartu-1098/>).

Очікується, що прийняття проекту національного стандарту сприятиме більшій обґрунтованості вимог, що встановлюються до піноутворювачів для гасіння пожеж під час їх закупівлі, впорядкування під час зберігання в пожежно-рятувальних підрозділах, а також подальшому удосконаленню системи контролювання якості піноутворювачів в Україні та підвищенню ефективності гасіння пожеж з їх застосуванням разом із пересувною протипожежною технікою.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Інструкція про порядок застосування і випробування піноутворювачів для пожежогасіння: затв. наказом МНС України від 24.11.2008 р. № 851.

2. ДСТУ EN 1568-1:2018 Вогнегасні речовини. Піноутворювачі. Частина 1. Вимоги до піноутворювачів, призначених для гасіння водонерозчинних горючих рідин піною середньої кратності, що подається на поверхню (EN 1568-1:2018, IDT). [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 45 с.

3. ДСТУ EN 1568-2:2018 Вогнегасні речовини. Піноутворювачі. Частина 2. Вимоги до піноутворювачів, призначених для гасіння водонерозчинних горючих рідин піною високої кратності, що подається на поверхню (EN 1568-2:2018, IDT). [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 42 с.

4. ДСТУ EN 1568-3:2018 Вогнегасні речовини. Піноутворювачі. Частина 3. Вимоги до піноутворювачів, призначених для гасіння водонерозчинних горючих рідин піною низької

кратності, що подається на поверхню (EN 1568-3:2018, IDT). [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 60 с.

5. ДСТУ EN 1568-4:2018 Вогнегасні речовини. Піноутворювачі. Частина 4. Вимоги до піноутворювачів, призначених для гасіння водорозчинних горючих рідин піною низької кратності, що подається на поверхню (EN 1568-4:2018, IDT). [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 56 с.

6. ДСТУ 3789:2015 Пожежна безпека. Піноутворювачі загального призначення для гасіння пожеж. Загальні технічні вимоги і методи випробовування. [Частково скасований від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 32 с.

## УДК 614.8

### ЗАСТОСУВАННЯ ПОЖЕЖНИХ ПОЇЗДІВ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ

*Сухарькова О.І., Український державний університет залізничного транспорту*

Проблемі підвищення рівня безпеки перевезень пасажирів і вантажів залізничним транспортом приділяють значну увагу. Основною складовою такої проблеми є забезпечення пожежної безпеки рухомого складу й об'єктів інфраструктури залізничного транспорту та екологічної безпеки навколишнього середовища. З метою запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру в Міністерстві інфраструктури успішно діє функціональна підсистема «Сили і засоби реагування на надзвичайні ситуації на залізничному транспорті», до складу якої входять 64 існуючі в Україні пожежні поїзди [1].

Пожежні поїзди призначені для гасіння пожеж на об'єктах та в рухомому складі залізничного транспорту, а також для надання допомоги при ліквідації наслідків транспортних пригод, повеней та інших стихійних лихах у межах їх тактико-технічних можливостей. Використання пожежних поїздів для виконання інших робіт, не передбачених вище, забороняється [2].

Для залізничного транспорту небезпека, що пов'язана з пожежами, полягає в наступних обставинах:

- на залізничних об'єктах зосереджено велику кількість пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів, чий вплив у разі аварії або пожежі завдає непрямий збиток, що перевищує збитки від самої пожежі;

- пожежі можуть виникати не тільки в будівлях, але і в рухомих поїздах (у вагонах і локомотивах), які знаходяться як на станціях, так і на перегонах, для гасіння яких використання пожежного автомобільного транспорту не завжди можливо;

- по мережі залізниць перевозяться різноманітні вантажі, які можуть самозайматися при порушенні нормативного тиску або температурного режиму, що порушує роботу дороги, наприклад, вибух однієї цистерни повністю паралізує транспортний конвеєр станції.

Досвід ліквідації залізничних аварій показує, що своєчасне зосередження сил і засобів на місці аварії значно зменшує збитки від них, а також негативний вплив на екологію довкілля: атмосферу, ґрунт, підземні та поверхневі води. З урахуванням цього, виникає проблема раціонального розташування пожежних поїздів у межах залізниць та їх ефективного оснащення необхідними засобами пожежогасіння, локалізації забруднень, нейтралізації і дегазації.

Пункти стоянки та дільниці обслуговування пожежних поїздів визначає керівництво залізниць за погодженням з Управлінням воєнізованої охорони Укрзалізниці. Зазвичай, пожежні поїзди дислокуються на вантажних, пасажирських, сортувальних дільничних станціях, на яких експлуатаційний парк локомотивів, а дільницю виїзду пожежного поїзда визначають, виходячи з розрахунку часу (не більше 1,5 год.), необхідного для доставки пожежного поїзда до кінцевого пункту, що обмежує дільницю [2].

В таблиці 1 наведено час стійкості вагону при впливі зовнішньої пожежі на неушкоджений вагон, віддалений від осередку пожежі на відстань більше ніж 10 м[3].

Таблиця 1

Час стійкості вагона залежно від відстані осередку пожежі, хв.

Тип вагона	Відстань від осередку пожежі, м			
	менше ніж 10	10	15	20
Суцільнометалевий	5	15	30	90
З дерев'яною обшивкою	10	15	45	–
Для перевезення вибухових матеріалів	30	40	65	–

Дослідження пожеж показує, що на період зосередження сил і засобів для гасіння пожежі припадає найбільша частка збитків від пожежі. Це особливо характерно для великих пожеж, на гасіння яких залучаються декілька пожежних підрозділів. Термін часу зосередження сил і засобів припадає здебільшого на той період їх вільного розвитку, коли швидкість зростання площі пожежі, швидкість вигорання або інші параметри пожежі, які визначають збитки, мають максимальні значення[4]. Тому питанню зосередження пожежних поїздів, які за пожежно-тактичними характеристиками еквівалентні 52 пожежним автомобілям АЦ-40, за мінімальний термін часу необхідно надавати особливу увагу.

Пожежні поїзди першої та другої категорії мають у своєму складі вагон-насосну станцію та дві цистерни-водосховища. Пожежні поїзди першої категорії додатково оснащені вагоном-гаражем з пожежним автомобілем, мають 7500 кг піноутворювача (у пожежних поїздах другої категорії – 5000 кг). Вони оснащені пожежною технікою, обладнанням, інструментом, спорядженням, спецодягом, засобами сигналізації та зв'язку, паливно-мастильними матеріалами, індивідуальними засобами захисту органів дихання та хімічного захисту тощо згідно з типовими таблицями оснащення та здатні подавати для гасіння пожеж воду і повітряно-механічну піну.

На жаль, вітчизняні пожежні поїзди не спроможні здійснювати перекачування агресивних рідин і нафтопродуктів з аварійних залізничних цистерн у резервні іготувати нейтралізуючі розчини. У своєму складі вони не мають устаткування для вуглекислотного та порошкового пожежогасіння, прилади для усунення витоків з uszkodжених котлів залізничних цистерн, приміщення для санітарної обробки особового складу, дегазації і дезактивації пожежно-технічного озброєння та спорядження.

Пожежні поїзди формуються відповідно до затвердженого таблиця і перебувають у стані постійної готовності до проходження на перегін з максимальною швидкістю, але до їх складу не входить локомотив. Він надається під пожежний поїзд лише у разі отримання наказу відправлення. І це слабка ланка у забезпеченні оперативного реагування на аварійні ситуації. Чекати на вихід локомотива з депо дуже довго, і тому, як правило, під пожежний поїзд підводиться вивізний або маневровий локомотив (тепловоз), який знаходиться на станції. Часто виникають ситуації, коли маневрові тепловози перебувають за межами станції, і тоді виникають затримки з виходом пожежного поїзда. Одним із прийнятних варіантів є відчеплення поїзної локомотива від поїзда, що знаходиться на станції, але все ж таки час дуже залежить від схеми станції та поїзної ситуації. Затримка відправлення пожежного поїзда внаслідок витрачання часу на пошук та підведення необхідного тепловоза призводить до того, що пожежний поїзд часто бере участь не у гасінні пожежі, а у ліквідації її наслідків.

Таким чином для модернізації пожежних поїздів залізничного транспорту необхідно розробити концепцію їх побудови, оснащення, утримання та бойового застосування, визначити місця дислокації та чисельність. З метою ефективного управління силами пожежної охорони усіх міністерств і відомств країни розробити і впровадити єдину автоматизовану систему аналізу обстановки та прийняття рішень на локалізацію наслідків

аварій і катастроф, що супроводжуються пожежами небезпечних вантажів при їх перевезенні залізничним транспортом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про функціональну підсистему «Сили і засоби реагування на надзвичайні ситуації на залізничному транспорті». К.: Вид-во "Укрзалізниця". 2009. 206 с.
2. Положення про пожежні поїзди на залізницях України. К.: Вид-во "Укрзалізниця". 2006. 31 с.
3. Рекомендації з гасіння пожеж на об'єктах та на рухомому складі залізничного транспорту. ЦУО-0026. К.: Вид-во "Укрзалізниця". 2005. 175 с.
4. Кацман М.Д. Застосування пожежних поїздів для ліквідації транспортних подій з небезпечними вантажами. Науковий вісник НЛТУ України. Л.: РВВ НЛТУ України. 2012. Вип. 22.12. С. 96–101

**УДК 351.861**

### **ДО ПИТАННЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ РОБОТОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

*Тарадуда Д.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

На сьогодні для сталого розвитку промислового комплексу України необхідна розвинена система реагування на надзвичайні ситуації (далі НС) та ліквідації їх наслідків, які можуть виникнути як при перевезенні небезпечних вантажів так і при їх експлуатації на потенційно небезпечних об'єктах [1, 2].

Особливо небезпечними є надзвичайні події, які супроводжуються пожежами (вибухами) цистерн з легкозаймистими і горючими рідинами та зрідженими вуглеводневими газами, а також розливом (викидом) небезпечних хімічних чи радіоактивних речовин. Про це свідчить також аналіз наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, залізничному транспорті у Львівській області (аварія з викидом жовтого фосфору) тощо [3]. Чимала небезпека також від пожеж твердих горючих матеріалів у рухомому складі залізничного транспорту та на промислових об'єктах. Більш того, ліквідація наслідків НС на таких об'єктах відзначається складністю в організації дій аварійно-рятувальних підрозділів, що обумовлено наявністю великої кількості речовин, що мають різноманітні вибухонебезпечні властивості, зосередженням сил та засобів, особливо на важкодоступних ділянках, тощо.

У зв'язку з вище наведеним, виникає актуальна наукова проблема – висока потенційна небезпека надзвичайних ситуацій, що виникають на об'єктах, на яких експлуатуються чи транспортують небезпечні хімічні, радіоактивні чи вибухонебезпечні речовини.

Для вирішення поставленої наукової проблеми необхідно провести аналіз літературних даних щодо ліквідації наслідків НС на об'єктах, що експлуатують чи транспортують небезпечні хімічні, радіоактивні чи вибухонебезпечні речовини з погляду застосування робототехнічних комплексів.

Початок вітчизняних досліджень з проблеми створення робототехнічних засобів для застосування в екстремальних умовах відноситься до 1986 року. Поштовхом до становлення розвитку проблеми створення робототехнічних засобів стала аварія на Чорнобильській АЕС у 1986 році. Ця аварія стала потужним імпульсом розвитку робототехніки та досвіду застосування таких засобів при ліквідації наслідків НС.

Таким чином, невирішеною частиною проблеми є відсутність ефективної системи управління робототехнічними комплексами в автономному та дистанційному режимах під



час ліквідації наслідків НС як в цілому, так і на потенційно небезпечних об'єктах та об'єктах перевезення небезпечних вантажів зокрема.

Робототехнічний комплекс – це сукупність програмно-алгоритмічних і апаратних рішень, що забезпечують комплексну автоматизацію виконання групи поставлених завдань. Оснащення підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту такими комплексами дає можливість мінімізації залучення особового складу до аварійно-рятувальних чи інших невідкладних робіт у зоні впливу небезпечних хімічних, радіоактивних чи вибухонебезпечних речовин. Однак застосування таких комплексів потребує ефективної системи їх управління для коректної та швидкої роботи.

Управління становищем, зіткненням і зусиллям маніпуляційного робота, засновані на робастних сервосистемах.

У роботі [4] розроблено алгоритм управління робототехнічним комплексом під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що виникають на об'єктах, на яких експлуатуються чи транспортують небезпечні хімічні, радіоактивні чи вибухонебезпечні речовини. Запропонований алгоритм дозволяє синтезувати реакцію на вхідні команди і характеристики замкнутого контуру цілком незалежно. У роботі пропонується новий силовий контролер, який має дві явні переваги: по-перше, він має робастну структуру сервосистеми, тобто коли ведеться управління зусиллям реакції від середовища, то водночас контролюється стійкість і збереження досить високої швидкодії; по-друге, управління зусиллям ведеться через положення, тобто запропонований силовий контролер включає систему управління траєкторією. Вирішення поставленої мети відбувалося шляхом застосування моделі імпедансу та зворотної кінематики в системі управління рухом, що дозволяє робототехнічному комплексу, за умови підтримання  $F=0$ , відстежувати початкове положення траєкторії  $x_d$ , якщо ж  $F \neq 0$  через контакт із середовищем, комплекс рухається по поверхні об'єкта.

З метою подальшої верифікації алгоритму управління робототехнічним комплексом при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій в роботі сформульовано якісні та кількісні значення основних тактико-технічних характеристик робототехнічного комплексу, а саме: дальність радіо- і телеуправління з захистом від перешкод – до 2000 м з частотою 420-440 МГц – радіоканал і телесигнал – понад 1,2 ГГц; стійкість до радіоактивного випромінювання потужністю – до 10000 Р/год; стійкість до впливу основних небезпечних хімічних речовин – до 5000 ГДК; стійкість до впливу теплового потоку – не менше 15 Вт/м<sup>2</sup> протягом не менше 0,5 год; максимальна швидкість пересування на дорогах з твердим покриттям 60-70 км/год, по пересіченій місцевості 25-35 км/год. Застосування алгоритму управління робототехнічним комплексом під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, сформульовані якісні та кількісні значення основних тактико-технічних вимог до робототехнічних комплексів, а також вивчення вітчизняного і зарубіжного досвіду застосування мобільних роботів дозволили розробити загальну структурну схему робототехнічного комплексу для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. В свою чергу все вище перераховане дозволило розробити траєкторію руху робототехнічного комплексу при проведенні попередньої розвідки в зоні умовної надзвичайної ситуації. При проектуванні траєкторії руху було застосовано наступні алгоритми з характерними для них умовами та обмеженнями: алгоритм на основі уявлень про траєкторію руху у вигляді орієнтованого ациклічного графа; алгоритм знаходження  $K$  найкоротших шляхів між двома заданими вершинами в орієнтованому ациклічному графі; алгоритм призначення ваг вершинам зазначеного графа з урахуванням габаритних розмірів і вимог до мінімізації енергоспоживання.

Подальші дослідження планується присвятити розробці натурального зразка робототехнічного комплексу для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що виникають на об'єктах, на яких експлуатуються чи транспортують небезпечні хімічні, радіоактивні чи вибухонебезпечні речовини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Popov O., Iatsyshyn A., Kovach V., Artemchuk V., Taraduda D. Physical Features of Pollutants Spread in the Air During the Emergency at NPPs. Nuclear and Radiation Safety. 2019. V. 4(84). P. 81–91. [https://doi.org/10.32918/nrs.2019.4\(84\).11](https://doi.org/10.32918/nrs.2019.4(84).11)
2. Buts Y.V., Kraynyuk E.V., Kozodoy D.S., Barbashin V.V. Evaluation of emergency events at the transportation of dangerous goods in the context of the technogenic load in regions. Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. 2018. V. 3(75). P. 27–35. <https://doi.org/10.15802/stp2018/134347>
3. Popov O., Taraduda D., Sobyna V., Sokolov D., Dement M., Pomaza-Ponomarenko A. Emergencies at Potentially Dangerous Objects Causing Atmosphere Pollution: Peculiarities of Chemically Hazardous Substances Migration. In: Babak V., Isaienko V., Zaporozhets A. (eds) Systems, Decision and Control in Energy I. Studies in Systems, Decision and Control. 2020. V. 298. P. 151–163. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2_10).
4. Собина В.О., Тарадуда Д.В., Соклов Д.Л., Деммент М.О. Щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій за допомогою робототехнічних комплексів. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2021. Вип. 33. С. 194-206.

УДК 614.8.086

### НЕБЕЗПЕЧНІ ЧИННИКИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ

*Убоженко Д.С., здобувач вищої освіти, НУЦЗ України  
Виноградов С.А., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

У статті [1] визначено, що основними небезпечними чинниками аварійно-рятувальних робіт є підвищена запиленість робочої зони, підвищений рівень шуму у робочій зоні та підвищений рівень вібрації. Метою цієї роботи є розкриття їх небезпек.

Пил – дрібні тверді частинки в повітрі, які осідають під дією власної ваги, але деякий час можуть перебувати в повітрі у зваженому стані [2].

Під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і проведення аварійно-рятувальних робіт у повітрі переважає пил будівельних матеріалів. Пил будівельних матеріалів можна розділити на органічний і неорганічний (мінеральний). До органічного пилу відноситься деревний пил, щовиділяється у всіх галузях деревообробної промисловості, пил різноманітних пластмас, оздоблювальних тканин, вати, поліефірних смол. Неорганічної є пил сировинних матеріалів гірських порід та будівельних матеріалів вторинної обробки [3].

Найбільшу небезпеку для людини становлять частинки пилу розміром до 5 мкм. Вони легко проникають в легені і там осідають, викликаючи розростання сполучної тканини, яка не здатна передавати кисень з вдихуваного повітря гемоглобіну крові і виділяти вуглекислий газ. Професійні захворювання, що розвиваються при цьому, називаються пневмоконіозами. Форма пневмоконіозів залежить від виду пилу, щовдихається: силікоз - при вдиханні кварцсодержащих пилу, силікатози - силікатної пилу, антракоз - вугільного пилу та ін.

Несприятливий вплив пилу цементу на організм людини обумовлено, в першу чергу, її фізико-хімічними властивостями. За даними Гольст Л.Л. [4] цементний пил при попаданні на зволожену слизову оболонку «схоплюється» з водою, утворюючи при цьому на слизовій носі, горлі цементні камені, щовикликає біль, кашель, сухість у роті, а також мацерацію слизової і кровотечі. При тривалому впливі цементного пилу у робітників може спостерігати ся гіпертрофія, а надалі атрофія слизової оболонки верхніх дихальних шляхів. В окремих випадках можливі проривні сової перегородки.

Шум - коливання частинок навколишнього середовища, що сприймається органами слуху людини як небажані сигнали [5].

Вібрація - рух матеріальної точки або механічної системи, при якому чергове зростають і спадають за часом значення величини, що характеризує цей рух [6].

Шкідлива дія шуму на організм людини й навколишнє природне середовище відчутніша при зростанні частоти звуку [7]. Доведено, що перевищення допустимої норми рівня шуму (80 дБ) на 1 дБ призводить до зростання професійних захворювань на 20-30 % та зниження продуктивності праці на 1 %.

Підвищений рівень шуму є причиною старіння організму людини і скорочення тривалості її життя на 8–12 років. Мешканці шумного району Парижа – Орлі, де знаходиться великий аеропорт Франції, вживають у 7 разів більше ліків, ніж ті, які проживають у тихих районах французької столиці. Мешканці шумних районів великого міста, працівники шумних технологічних процесів переважно страждають на ішемічні хвороби серця, розлади центральної нервової системи, гіпертонію, втрату слуху, виникнення злоякісних пухлин, погіршення пам'яті тощо.

За твердженнями фахівців Українського гігієнічного центру при МОЗ України, близько 40 % загальної площі середньостатистичного міста (з населенням 750 тис. мешканців) непридатні для забезпечення належного рівня проживання через надмірне акустичне забруднення. У містах з мільйонним населенням мешканці будинків, що знаходяться близько до магістральних вулиць, зазнають значного шумового навантаження, яке у деяких випадках сягає 83–90 дБА, причому у 55–86 % джерелом підвищеного шуму є автотранспорт. А гранично допустимий рівень шуму на територіях, що прилягають до житлових будинків, протягом доби має становити 70 дБА від 7-ї до 23-ї години, і 60 дБА – від 23-ї до 7-ї години.

Не менш шкідливою для людини є вібрація, яка спричиняє розлад центральної нервової системи, вібраційну хворобу, вібраційний поліартрит нижніх і верхніх кінцівок людини, тріщини в кістках, випадіння волосся [8].

Під дією вібрації виникають функціональні зміни в організмі людини-оператора: погіршення зору; порушення вестибулярного апарату; галюцинації; швидка втомлюваність. Негативні відчуття внаслідок вібрації виникають при віброприскореннях, що становлять 5 % віброприскорення від сили маси людини, тобто 0,5 м/с<sup>2</sup>. Особливо шкідлива вібрація з частотами, близькими до частот власних коливань тіла людини, більшість з яких знаходиться у межах 6–30 Гц. Резонансні частоти окремих частин тіла [8] знаходяться у межах, Гц: очі – 22–27; горло – 6–12; грудна клітка – 2–12; ноги й руки – 2–8; голова – 8–27; обличчя та щелепи – 4–27; поперекова частина хребта – 4–14; живіт – 4–12.

Встановлено [9], що шум і вібрація шкідливо діють не тільки на людину, але й на рослинний і тваринний світ. Виявлено, що шум сповільнює ріст рослин, у них спостерігається надмірне (навіть повне, що призводить до загибелі) виділення вологи через листя, можливе порушення структури клітин. Гине листя і квіти рослин, що ростуть біля джерела шуму. В клітинах рослини відбуваються метаболічні зміни морфологічних ознак або навіть генні мутації. Ці явища спричиняють негативний вплив на еволюцію рослин на сучасному етапі розвитку, оскільки виживають переважно мутанти з різними відхиленнями від нормального розвитку (кривий стовбур, змінена форма листків тощо). Внаслідок таких мутацій, особливо в містах, підвищується кількість дерев мутагенної структури. Під дією надмірного шуму врожайність рослин зернової групи, особливо в природних смугах, зменшується у 2–3 рази.

Аналогічно впливає шум і на тварин. Тваринний організм, як і людський, унаслідок дії шуму зазнає значних розладів: нервових, серцево-судинних, погіршення слуху. До дії шуму тварина звикає ще повільніше, ніж людина. Шум особливо впливає на диких тварин, змушуючи їх залишати шумні лісові масиви з достатньою кількістю харчів, і переселятись у малозумні території, де їх обмаль.

Зменшення впливу цих чинників при проведенні аварійно-рятувальних робіт є невід'ємною складовою забезпечення безпеки рятувальників.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Консуров М.О. Визначення небезпечних та шкідливих чинників аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях. Екологічні науки. 2015. Вип. 9. С. 85-96.
2. Алиев Г.М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: справочное издание. М.: Металлургия. 2001. 544 с.
3. Балтренас П.Б. Обеспыливание воздуха на предприятиях стройматериалов. М.: Стройиздат. 1990. 184 с.
4. Гольст Л., Чернов А., Левина С. Изменения сердечно-сосудистой системы у молотобойцев. Рентгенологическое и электрокардиографическое исследования. Тр. XI съезда терапевтов. М., 1932. С. 226 - 227.
5. ДСТУ 2325-93. Шум. Терміни та визначення.
6. ДСТУ 2300-93 Вібрація. Терміни та визначення.
7. Борьба с шумом на производстве: справочник. Под ред. Е.Я. Юдина. М.: Машиностроение. 1985. 400 с.
8. Санітарно-технічне та екологічне забезпечення безпеки праці в деревообробці. [С.О. Апостолук, А.С. Апостолук, В.С. Джигирей та ін.]. К.: Основа. 2003. 189 с.
9. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього середовища: навч. посіб. К.: Т-во "Знання", КОО. 2007. 422 с.

УДК 331.461

### РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ

*Фаріон-Мельник А.І., к.е.н., доцент, Західноукраїнський національний університет  
Мадяра К.В., здобувач вищої освіти, Західноукраїнський національний університет*

Для України завжди були важливими питання ядерної та радіаційної безпеки, оскільки радіаційні технології використовуються в промисловості, медицині та науці. Тому основні завдання Державної інспекції ядерного регулювання України полягають у забезпеченні ядерної та радіаційної безпеки не лише атомних електростанцій, а й інших об'єктів, щоб вони були безпечними і не несли загрози для суспільства та довкілля.

Вікіпедія дає наступне визначення терміну “радіаційна безпека” – стан захищеності теперішнього і майбутнього поколінь людей від шкідливого для їх здоров'я впливу іонізуючого випромінювання [1]. А, сайт з питань ядерної безпеки, радіаційного захисту та нерозповсюдження ядерної зброї дає наступне пояснення цього терміну: “радіаційна безпека – дотримання допустимих меж радіаційного впливу на персонал, населення та навколишнє природне середовище, встановлених нормами, правилами та стандартами з безпеки” [2]. Наступні автори [3] наголошують, що: “радіаційна безпека – стан захищеності теперішнього і майбутнього поколінь людей від шкідливого для їх здоров'я впливу іонізуючого випромінювання”.

Для кращого розуміння досліджуваного об'єкта, необхідно розглянути норми радіаційної безпеки, які встановлені в законодавчому порядку кожної держави. В Україні, норми радіаційної безпеки встановлювалися декілька разів (таблиця 1), в одній із них, норми радіаційної безпеки визначаються, як: “система принципів, критеріїв, нормативів та правил, виконання яких є обов'язковою нормою в політиці держави щодо забезпечення протирадіаційного захисту людини та радіаційної безпеки” [4].

Перегляд Постанов щодо норм радіаційної безпеки України, прийнятих за період 1991-2021 рр. [4;5;6]

Роки	Назва Постанови	Номер Постанови
1997	Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів “Норми радіаційної безпеки України”	№ 62 від 01.12.97
2000	Норми радіаційної безпеки України; доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000)	№ 116 від №12.07.2000
2021	Проект наказу МОЗ України “Про затвердження Державних санітарних норм та правил “Норми радіаційної безпеки України. Забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення в планових ситуаціях опромінення”.	НРБУ-2021-П

Відповідно шляхи забезпечення радіаційної безпеки встановлюються для кожної держави окремо, все залежить від наявності потенційно-небезпечних джерел забруднення, оскільки відсутність контролю над ними може призвести до загрози життю та здоров'ю населення, зменшення тривалості та якості життя, забруднення певного радіусу території та знищення певних живих організмів, які не можуть пристосуватися до рівня радіаційного забруднення. Проте, рівень радіаційного забруднення має різний вплив в залежності від території (вода, повітря, ліс, гористість) та може коливатися інтенсивністю від обумовленості джерел забруднення. Радіаційна безпека забезпечується в чотирьох напрямках (рис. 1.).

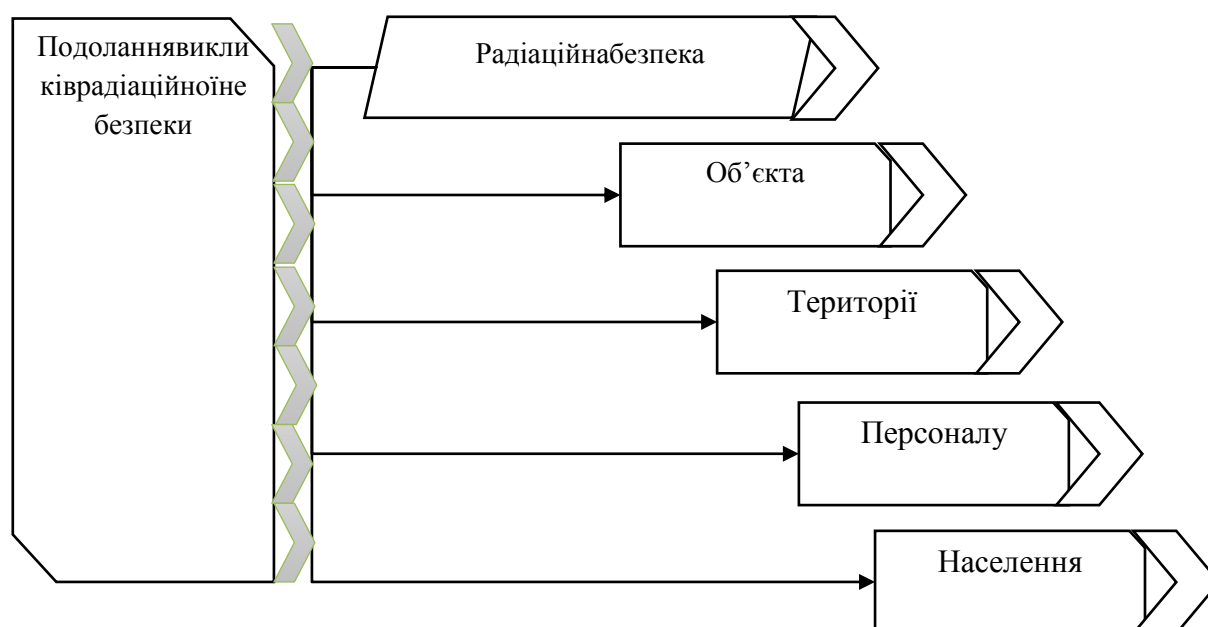


Рисунок 1. – Напрями забезпечення радіаційної безпеки

На нашу думку, необхідно додати ще один пункт захисту – живі організми – тварини, рослини, птахи та, окремо водний світ. Тваринний світ є дуже чутливий до радіаційного забруднення. Ступень радіаційного ушкодження фактично залежить від рівня навантаження

радіації, передусім на клітинний рівень. Тому, при високому рівні радіації можуть зникнути багато популяцій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Радіаційна безпека. Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0\\_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0)
2. ЯРБ – загальні відомості. UATOM. URL: <https://www.uatom.org/zagalni-vidomosti-2>
3. Гарбуз І., Городенко С., Осика Г. Радіаційна безпека та соціально-екологічні проблеми. Наукові конференції. URL: <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/812>
4. Постанова № 62 від 01.12.97 “Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів “Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0062282-97#Text>
5. Норми радіаційної безпеки України; доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000). № 116 від 12.07.2000. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0116488-00>
6. Проект наказу МОЗ України “Про затвердження Державних санітарних норм та правил “Норми радіаційної безпеки України. Забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення в планових ситуаціях опромінення. НРБУ-2021-П”. МОЗУ. URL: <https://moz.gov.ua/article/public-discussions/proekt-nakazu-moz-ukraini-pro-zatverdzhennja-sanitarnogo-reglamentu-dlja-ditjachih-zakladiv-ozdorovlennja-ta-vidpochinku>

УДК 621.395

## ІМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ЕЛЕМЕНТАРНОГО ФРАГМЕНТА ВІДОМЧОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

*Фещенко А.Б., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*  
*Закора О.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Підвищення оперативності та якості прийняття рішень при організації ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, аварій, катастроф, стихійного лиха, гасіння пожеж, рятування людей у підрозділах ДСНС України обумовлює використання новітніх комп'ютерних технологій, відомчої інформаційно-телекомунікаційної мережі (ІТМ) при розробці програмно-апаратного комплексу (ПАК) системи оперативно-диспетчерського управління (СОДУ) силами та засобами ДСНС України.

СОДУ повинна мати резервування ПАК, і працювати з дублюванням в реальному часі та забезпечити можливість використання з автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора всіх функцій системи в режимі диспетчеризації і управління ресурсами.

Надійність роботи радіоелектронної апаратури (РЕА) відомчої ІТМ СОДУ визначається імовірністю безвідмовної роботи та коефіцієнтом готовності, які залежить від інтенсивності відмов та відновлення елементів РЕА.

В режимі пікового навантаження під впливом електричних перевантажень зростає інтенсивність відмов, що може приводити до тривалих затримок в роботі РЕА відомчої ІТМ СОДУ.

Тому актуальною науково-технічною проблемою є попередження аварійних станів ІТМ СОДУ під час експлуатації в умовах надзвичайної ситуації (НС).

Мета даної роботи полягає в розробленні імовірнісної моделі елементарного фрагменту відомчої ІТМ СОДУ враховуючи показники безвідмовності та

ремонтпридатності для проектування, впровадження, та експлуатації ІТМ СОДУ в умовах НС.

Для знаходження імовірності справного стану елемента ІТМ СОДУ  $p_i$  випадковий процес передбачається простішим марковським за законом розподілу Пуассону. Якщо процес, що протікає в системі з дискретними станами й безперервним часом,  $\epsilon$ , то для ймовірностей  $P_i(t)$  можливих станів ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) цієї системи можна скласти систему лінійних диференціальних рівнянь Колмогорова [1].

Розглянемо розмічений граф станів відновлюваного елемента ІТМ без резервування, що входить до складу СОДУ. Структура цього графа показана на рис. 1.

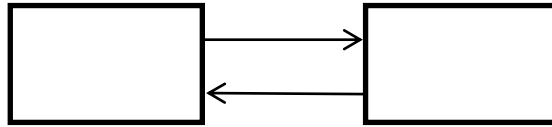


Рисунок 1. – Граф станів відновлюваного елемента ІТМ без резервування

На рис. 1. прийняті наступні умовні позначки:

$S_0$  - елемент ІТМ перебуває в працездатному стані (у початковий момент до відмови або ж відразу після завершення відновлення);

$S_1$  - елемент ІТМ втратило працездатність і починається його відновлення;

$P_0(t)$  і  $P_1(t)$  - імовірності знаходження елемента ІТМ у станах відповідно  $S_0$  і  $S_1$ .

$\lambda = \frac{1}{T_o}$  – інтенсивність потоку відмов ТС, що переводять його зі стану  $S_0$  у стан  $S_1$ .

$T_o$  – середній час безвідмовної роботи (наробітку на відмову) елемента ІТМ;

$\mu = \frac{1}{T_e}$  – інтенсивність відновлення елемента ІТМ, що переводить його зі стану  $S_1$  у стан  $S_0$ ;

де  $T_e$  - середній час відновлення елемента ІТМ.

З обліком викладеного й графа станів, представленого на рис. 1, система лінійних диференціальних рівнянь Колмогорова має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_0(t)}{dt} &= -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} &= \lambda P_0(t) - \mu P_1(t) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Скористуємось вирішенням системи лінійних диференціальних рівнянь, представлених в (1), при початкових умовах  $P_0(0) = 1$  і  $P_1(0) = 0$  :

$$P_0(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \exp [-(\lambda + \mu)t] \quad (2)$$

$\beta = \lambda t = T_n / T_o$  – співвідношення типового періоду експлуатації  $T_n$  (періоду профілактичних робіт, часу вимушеного простою РЕА ІТМ через відсутність необхідних елементів заміни в одиночному комплекті запасних технічних засобів (ОК ЗТЗ) або періоду поповнення ОК ЗТЗ до часу наробітку на відмову  $T_o$ ).

Перетворимо вираження (2) шляхом заміни змінних  $\lambda$  і  $\mu$  на відносну величину  $\gamma = \lambda/\mu$ ,

до наступного виду

$$P_0(\gamma, \beta) = \frac{1}{\gamma + 1} + \frac{\gamma}{\gamma + 1} \exp \left[ -\frac{(\gamma + 1)}{\gamma} \lambda t \right] = \frac{\left\{ 1 + \gamma \cdot \exp \left[ -\frac{(\gamma + 1)}{\gamma} \beta \right] \right\}}{\gamma + 1} \quad (3)$$

де  $\gamma = \frac{\lambda}{\mu} = T_v / T_o$  - співвідношення середнього часу відновлення  $T_v$  елемента ІТМ СОДУ, що відмовив, до години наробітку на відмову  $T_o$ ;

$\beta = \lambda t = T_n / T_o$  - співвідношення типового періоду експлуатації  $T_n$  (періоду профілактичних робіт, часу вимушеного простою РЕА ІТМ через відсутність необхідних елементів заміни в одиночному комплекті запасних технічних засобів (ОК ЗТЗ) або періоду поповнення ОК ЗТЗ до часу наробітку на відмову  $T_o$ ).

В роботі проведений аналіз призначення, умов роботи складових елементів, ієрархічності структури СОДУ силами та засобами ДСНС України. Отримане аналітичне вираження у вигляді функції двох перемінних для розрахунків і дослідження ймовірності справного стану елемента фрагмента інформаційно-телекомунікаційної мережі СОДУ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фещенко А.Б., Борисова Л.В. Розробка імовірнісної моделі елементарного фрагмента відомчої інформаційно-телекомунікаційної мережі. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2020. Вип. 31. С. 34-43  
<http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11291>

УДК: 630, 551.5:504.54

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РЕКОРДНИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ У ПІВНІЧНІЙ ПІВКУЛІ В 2020 р.

*Чорногор Л.Л., здобувач вищої освіти,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Чорногор Л.Ф., д.ф.-м.н., професор,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

Причини виникнення лісових пожеж і їх наслідки як теоретично, так і експериментально досліджуються досить давно. Зазвичай основна увага приділяється прогнозуванню та запобіганню лісових пожеж. У низці робіт розроблено математичні моделі, вивчено механізми виникнення найбільш небезпечних верхових пожеж лісових.

У 2020 р. у Північній півкулі спостерігалися рекордні за своєю інтенсивністю лісові пожежі [1]. При цьому були знищені значні природні ресурси. Горіння призвело до викидів вуглекислого газу, що сприяло прискоренню глобального потепління. При пожежах на великих територіях руйнуються екосистеми, зменшується біологічне різноманіття, завдається значної шкоди середовищу існування тварин і рослинності, гинуть корисні ґрунтові мікроорганізми, збільшується ймовірність ґрунтової повітряної ерозії, нерідко знижується плодючість ґрунту. Пожежі призводять до погіршення якості питної води, ґрунтових вод, струмки та ріки після пожеж менше збагачуються водою. Водойми виявляються забрудненими попелом і сажею, що завдає шкоди водній фауні і флорі. Атмосфера суттєво забруднюється



продуктами горіння. В атмосферу інжектується потужне акустичне випромінювання. Все це мало місце протягом лісових пожеж у 2020 р.

Екологічні наслідки великомасштабних лісових пожеж в Україні у 2020 р. описано в роботах [2, 3]. Показано, що екологічні наслідки були рекордними. Актуальними є дослідження фізико-хімічних процесів та екологічних наслідків великомасштабних лісових пожеж у Північній півкулі у 2020 р. Сучасне людство живе в епоху глобального потепління, яке викликано подальшим зростанням чисельності населення на планеті, все зростаючим техногенним впливом. При цьому збільшуються викиди в атмосферу додаткового тепла, шкідливих речовин, газів і, зокрема, CO<sub>2</sub>. Збільшення маси CO<sub>2</sub> веде до активізації парникового ефекту. В результаті підвищується температура приземної атмосфери, збільшується ймовірність виникнення великомасштабних лісових пожеж, погіршення стану екогеосистем. Таким чином з'являється позитивний зворотний зв'язок в екогеосистемах, який веде до пришвидшення негативних екологічних наслідків.

Метою роботи є оцінка викидів продуктів горіння, хімічних елементів, енергії та потужності акустичного і теплового випромінювання внаслідок горіння лісових масивів Північної півкулі у 2020 р. Приклад результатів моделювання наведено в таблиці.

Основні результати досліджень і фізико-математичного моделювання наступні.

Катастрофічні пожежі у Північній півкулі у 2020 р. викликали рекордні екологічні наслідки. Постраждали екогеосистеми на площі близько 15 млн га, що більше площі багатьох країн світу.

Таблиця

Параметри горіння лісових масивів у Північній півкулі в 2020 р.

Параметр	Росія	США	Іспанія	Україна	Фонові значення над даною територією	Відносне збільшення
Площа пожеж, га	12 млн	2.7 млн	10 тис.	23 тис.	–	–
Маса згорілих матеріалів, Мт	2400	1080	3	2.3	–	–
Маса диму, Мт	96	43.2	0.12	$9.2 \cdot 10^{-2}$	$1.5 \cdot 10^{-3}$	$9.3 \cdot 10^4$
Маса CO <sub>2</sub> , Мт	5400	2430	6.75	5.2	676	11.6
Маса CO, Мт	240	108	0.3	$2 \cdot 10^{-3}$	0.15	$2.3 \cdot 10^3$
Маса С, кт	7200	3240	9	6.9	0.15	$7 \cdot 10^4$
Маса вуглеводнів, Мт	96	43.2	0.12	0.1	1.47	95
Енерговиділення, ПДж	$2.4 \cdot 10^4$	$1.1 \cdot 10^4$	30	23	–	–
Середня тривалість, діб	60	30	30	10	–	–
Середня потужність, ТВт	4	3.6	0.01	$2.3 \cdot 10^{-2}$	–	–
Енергія акустичного випромінювання, ПДж	72	33	$9 \cdot 10^{-2}$	$6.9 \cdot 10^{-2}$	0.117	900
Потужність акустичного випромінювання, ПВт	12	11.1	0.03	$6.9 \cdot 10^{-2}$	$3.9 \cdot 10^{-2}$	590

Втрачено понад 3.5 Гт деревини. Економічний збиток склав біля 750 млрд доларів США. Загинули та були травмовані десятки людей. Матеріальний і моральний збиток завдано багатьом тисячам людей. Маса диму і сажі у 100 тис. разів перевищила їх масу у нормальних умовах. Дуже значними були викиди CO, CO<sub>2</sub>, вуглеводнів, а також енергій теплового і акустичного випромінювання. Маса диму та сажі в усій земній атмосфері збільшилася приблизно у 30 разів, а маса CO – приблизно подвоїлася. Частинки диму та сажі, що знаходяться в тропосфері, поступово вимиваються опадами. Частинки, що потрапили до стратосфери, існують там місяцями і навіть роками. В атмосферу викинуто близько 140 Мт диму, що майже в 100 тис.

разів перевищує його вміст у атмосфері над згорілими лісами в нормальних умовах. В атмосферу емітовано понад 10 Мт сажі, що в 70 тис. разів перевищує її вміст у нормальних умовах. Маса інжектваного газу СО склала близько 350 Мт, що в 2.3 тис. разів перевищує його вміст у нормальних умовах. Маса викинутих в атмосферу вуглеводнів склала близько 140 Мт, що приблизно в 100 разів перевищило їх масу в нормальних умовах. В атмосферу додатково емітовано близько 7.8 Гт газу СО<sub>2</sub>, що на порядок перевищило його вміст у нормальних умовах.

Також у атмосферу викинуто сотні мегатонн атомарного азоту, сотні тон калію та кальцію, а також від одиниць до десятків тон таких хімічних елементів, як Fe, Zn, Cr, Br, Mn, Pb, Rb, Sr і Se. Від теплового випромінювання страждали та гинули люди. Густина потоку теплового випромінювання досягала 56–160 кВт/м<sup>2</sup>, що могло викликати посилення пожеж. Енергія акустичного випромінювання містить у собі 1–10% енергії інфразвукового випромінювання і склала близько 100 ПДж, що майже у тисячу разів перевищило її енергію в нормальних умовах. Енергія інфразвукового випромінювання склала 1–10 ПДж і це суттєво могло впливати на екогеосистеми, на всі органи людини та її стан, викликаючи страх, паніку і навіть психічні розлади. Після розподілення продуктів горіння лісів (диму, С та СО<sub>2</sub>) над усією земною кулею їх концентрація перевищувала концентрацію у нормальних умовах. Екологічні наслідки горіння великих масивів лісів у 2020 р. для планети стали рекордними.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Черногор Л.Ф., Некос А.Н., Титенко А.В., Черногор Л.Л. Екологічні наслідки горіння лісових масивів у північній півкулі в 2020 р.: результати моделювання та кількісних розрахунків. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія». 2021. Т. 25. С. 42–54.

2. Титенко А., Черногор Л.Л. Экологические последствия крупномасштабных лесных пожаров в Украине весной–осенью 2020 г. Охрана довкілля: зб. наук. статей XVI Всеукраїнських наукових Галіівських читань. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. С.164–166.

3. Черногор Л.Ф., Некос А.Н., Титенко Г.В., Черногор Л.Л. Екологічні наслідки великомасштабних лісових пожеж в Україні навесні – влітку – восени 2020 р. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія». 2021. № 24. С. 79–90. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-07>

УДК: 630, 551.5:504.54

## ФІЗИЧНІ ЕФЕКТИ В АТМОСФЕРІ, ЩО СУПРОВОДЖУВАЛИ НАЙПОТУЖНІШУ КАТАСТРОФУ НА МАГІСТРАЛЬНОМУ ГАЗОПРОВОДІ

*Черногор Л.Ф., д.ф.-м.н., професор,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,  
Тютюник В.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України  
Черногор Л.Л., здобувач вищої освіти,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

У світі існує розгалужена мережа підземних (підводних) і наземних магістральних газопроводів. Їхня довжина обчислюється багатьма сотнями тисяч кілометрів. Лише в Україні їхня довжина більше 37.6 тис. км, а в Росії – 250 тис. км. Таким чином, газотранспортна система України друга за протяжністю в Європі. На газопроводах час від часу стаються аварії, які супроводжуються викидами великих об'ємів (~1–10 млн м<sup>3</sup>) газу, вибухами та крупномасштабними пожежами [1]. Специфіка експлуатації газопроводів заключається в тому, що з'являється ризик каскадного розвитку аварій.

У цілому аваріям на газопроводах приділяється значна увага. При цьому оцінюється їхня надійність, вивчаються механізми корозії, способи підвищення строку експлуатації, описуються способи ліквідації наслідків і т.п. Практично не приділяється увага питанням наслідків аварій на газопроводах. У той же час це питання має особливу актуальність, пов'язану зі старінням газопроводів, яким більше 50 років.

Прикладом найсильнішої аварії, а точніше катастрофи, був об'ємний вибух газу поблизу населеного пункту Аша (Башкірія, СРСР) 4 червня 1989 р. Незважаючи на унікальність події, до цих пір детально не досліджено фізичні ефекти й екологічні наслідки цієї катастрофи. Навіть енергія вибуху надійно не оцінена. За одними даними, вона складала близько 250–300 т ТНТ, за іншими – 12 кт ТНТ [2]. У роботі [3] оцінено масу палива, яке згоріло, в 2.2–3.6 кт. Необхідна переоцінка енерговиділення та дослідження фізичних процесів, які супроводжували катастрофу біля м. Аша 4 червня 1989 р.

Мета цієї роботи – описання основних фізичних процесів і їхніх наслідків, які супроводжували найбільшу катастрофу на магістральному газопроводі.

Продуктопровід Західний Сибір – Урал – Поволжжя діаметром 720 мм і довжиною 1852 км призначався для транспортування стисненого газу. Трубопровід у 14 місцях перетинався із залізною дорогою, в тому числі і з трансибірською магістраллю. На ділянці 273 км продуктопровід небезпечно зближувався з залізними дорогами. На відстані 900 м від газопроводу на ділянці залізної дороги Улу-Теляк–Аша 4 червня 1989 р. о 01:15 за місцевим часом пролунав потужний вибух. Відстань до станції Аша складала 11 км. Як виявилось, за 40 хв до вибуху з труби відбулося витікання стисненого газу. В трубі виникла тріщина довжиною 1.7 м і середньою шириною близько 10 см. Газ почав стікати в порожнину, де проходила Транссибірська магістраль. На 1710 км зустрілись два поїзди №211 та №212. У двох ешелонах, крім локомотивів, було 38 вагонів, у яких знаходилось 1284 пасажери, в тому числі й 383 дитини, а також 96 членів поїздних і локомотивних бригад. Ударна хвиля від вибуху скинула 11 вагонів, 7 із яких повністю згоріло, а 26 вигоріло зсередини. Загинули не менше 575 осіб, поранено 623 особи. Сила вибуху була такою, що в м. Аша (на відстані від епіцентру 12 км) ударною хвилею вибило шибки. Виведено з ладу ділянку залізної дороги довжиною 350 м, контактну мережу довжиною 3 км, лінію електропостачання довжиною 1.5 км, сигнальну лінію автоблокування довжиною 1.7 км, а також 30 опор контактної лінії. Довжина фронту полум'я досягала 1.5–2 км. Викликана вибухом пожежа охопила площу 2.5 км<sup>2</sup>. Стовп полум'я було видно більш ніж за 100 км. Температура досягала 1300°C. У результаті вибуху зруйновано дерева на відстані 4 км. Збитки від катастрофи склали близько 15 млн дол. США.

Авторами досліджено та промодельовано наступні фізичні ефекти та екологічні наслідки: масу газу, що витік; енергетику процесів; руйнування деревостою та віконного скла; об'ємний вибух газу; утворення та динаміку вогняної кулі, купола вогняної кулі; параметри купола та кулі; теплове випромінювання вогняної кулі; зони ризику (зони займання) та руйнування; акустичні ефекти вибуху та пожеж; акустичний ефект терміку; електричні та електромагнітні ефекти вибуху газу, стовпа пилу; сейсмічний ефект вибуху газу.

Основні результати досліджень наступні.

1) Вперше проведено комплексний аналіз фізичних процесів, що супроводжували найпотужнішу катастрофу на магістральному газопроводі. 2) Еквівалентну масу вибухової речовини, що створила ударну хвилю, оцінено в 3.6 кт ТНТ. При цьому вважалося, що об'ємний вибух газу був повітряним. На його частку припало близько 12% енергії газу, що прореагував, або 15 ТДж. 3) Внутрішня енергія вогняної кулі була близькою до 59% енергії газу, що прореагував, або 72 ТДж. 4) Сумарне енерговиділення склало 122 ТДж або 29 кт ТНТ, що приблизно в 2.4 рази перевищує енерговиділення бомби, яку було скинуто на Хіросіму. Маса газу, що прореагувала, склала близько 1.26 кт або близько 45% газу, що витік, маса якого складала близько 5.8 кт, а об'єм – 2.9 млн м<sup>3</sup>. 5) Вибух газу призвів до утворення вогняної кулі (терміку) температурою близько 1600 К, радіусом близько 378 м,

об'ємом близько 230 млн м<sup>3</sup>, що спливала вгору зі швидкістю понад 100 м/с. Приблизно за 1 хв вона, збільшившись у розмірах, піднялася на висоту близько 10 км. Підйом супроводжувався «усмоктуванням» холодного повітря, ураганим вітром та додатковими руйнуваннями. 6) Теплове випромінювання вогняної кулі спричинило пожежі на площі 2.4–2.6 км<sup>2</sup>. За даними спостережень, ця площа була близькою до 2.5 км<sup>2</sup>. Потужність теплового випромінювання становила близько 670 ГВт, а його тривалість – близько 1.8 хв. 7) Радіуси зон повного, сильного, часткового та незначного руйнувань ударною хвилею становили близько 1.1, 2.0, 15 і 48.5 км відповідно. 8) Вибух, пожежа та підйом терміку супроводжувалися генерацією акустико-гравітаційних хвиль. Енергії хвиль від цих джерел становили 15 ТДж, 0.75 ТДж та 0.2–0.3 ГДж, а потужності – 7–25 ТВт, 0.2 ГВт і 1.35 МВт відповідно. 9) При вибуху близько 90% енергії було зосереджено в акустичних коливаннях з періодами ~1.5–15 с, максимум енергії припадав на період близько 4 с. У спектрі акустико-гравітаційних хвиль, згенерованих пожежами, переважали періоди близько 40 і 110 с, а також від 7 до 70 хв. Підйом терміка супроводжувався генерацією шумоподібного акустичного сигналу, максимум енергії було зосереджено поблизу періодів 60 с. 10) Вибух згенерував потужний біполярний імпульс квазістатичного електричного поля з напруженістю порядку сотень кіловольт/метр і тривалістю близько 17 хв. Утворення пилового стовпа при спливанні терміку супроводжувалося електризацією пилу та генерацією квазістатичного поля напруженістю в десятки–сотні кіловольт/метр. 11) Генерація та поширення акустико-гравітаційних хвиль супроводжувалися генерацією електромагнітного випромінювання на частоті хвиль. Найбільший ефект тривалістю до 0.1 с був викликаний ударною хвилею, причому амплітуда напруженості електричного поля становила сотні вольт/метр, а амплітуда індукції магнітного поля – одиниці мікротесла. За рахунок пожежі ці амплітуди не перевищували одиниць вольт/метр і одиниць нанотесла, тоді як за рахунок турбулентності в колонці терміку ці величини не перевищували 0.05 В/м і часток нанотесла. 12) Вибух газу призвів до незначного землетрусу: його амплітуда ледве перевищувала 3.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Черногор Л.Ф. Физика и экология катастроф: монография. Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина. 2012. 555 с.
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Железнодорожная\\_катастрофа\\_под\\_Уфой](https://ru.wikipedia.org/wiki/Железнодорожная_катастрофа_под_Уфой)
3. Гельфанд Б.Е., Махвиладзе Г.М., Новожилов В.Б., Таубкин И.С., Цыганов С.А. Об оценке характеристик аварийного взрыва приповерхностного паровоздушного облака. Доклады АН СССР. 1991. №5, Т. 321. С. 978–983.

УДК: 630, 551.5:504.54

## ФІЗИЧНІ ЕФЕКТИ В АТМОСФЕРІ ТА ГЕОФІЗИЧНИХ ПОЛЯХ, ЩО СУПРОВОДЖУВАЛИ АВАРІЮ НА ГАЗОПРОВОДІ 15 ВЕРЕСНЯ 2020 р. В УКРАЇНІ

*Чорногор Л.Ф., д.ф.-м.н., професор,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Тютюник В.В., д.т.н., професор, НУЦЗ України  
Чорногор Л.Л., здобувач вищої освіти,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

Акціонерне товариство «Укртрансгаз» має в своєму розпорядженні 36 тис. км магістральних газопроводів, 71 компресорну станцію та 13 підземних сховищ газу. Ці газопроводи побудовані близько 40 років тому та знаходяться не в цілком задовільному стані. Час від часу на газопроводах України, на жаль, трапляються аварії. В результаті

пошкодження газопроводів протягом декількох годин країна втрачає по кілька кілотон (кілька млн м<sup>3</sup>) газу вартістю в мільйони доларів США. З огляду на зношеність газотранспортної системи України, і надалі слід очікувати аварій у цій системі. Тому вивчення фізичних ефектів і геоecологічних наслідків таких аварій є актуальною науково-прикладною задачею.

У роботах [1, 2] виконано комплексний аналіз фізичних ефектів і геоecологічних наслідків однієї з сильних аварій на магістральному газопроводі Уренгой–Помари–Ужгород, яка мала місце 6 грудня 2007 р. У цій роботі використовується подібна методика аналізу. Важливо, що великі аварії та техногенні катастрофи, що виникають на поверхні планети, зачіпають тією чи іншою мірою всі підсистеми у системі Земля–атмосфера–іоносфера–магнітосфера [3–10].

Мета даної роботи – описання результатів аналізу основних фізичних ефектів, які супроводжували аварію на газопроводі поблизу селища Чабани Київської області 15 вересня 2020 р.

За словами жителів навколишніх населених пунктів, «відбувся вибух», «у небі стояв дикий шум, який нагадував рев турбін літака». Одна із мешканок сказала: «Я думала, що кінець світу, що розпочалась війна». Інші свідки відзначали наступне: «Тремтіло скло в вікнах». «Я відчув, як здригнулася земля піді мною». «Пісок відчувався в роті». «На відстані 1–2 км від газопроводу відчувався запах газу».

Побоюючись вибуху газу, вимкнули електроенергію та доставку господарчого газу. Багато жителів наспіх покидали свої будівлі та населені пункти.

Що ж відбулося насправді? Що ж могло відбутися?

У результаті вибуху газопроводу під тиском у 50 атмосфер було зруйновано трубу газопроводу діаметром близько 1 м і довжиною близько 8 м і відкинута на відстань близько 5 м. У ґрунті утворилась вирва довжиною близько 12 м, глибиною до 3 м і шириною близько 4 м. Струмінь газу, який витікав під тиском 50 атмосфер, генерував потужні акустичні коливання, утворював стовбур пилу висотою до 300 м і діаметром близько 50 м. Звук, газ і пил поширювались на відстань до декількох кілометрів. Виникла загроза об'ємного вибуху суміші газу та повітря.

Авторами з використанням методології [1, 2] досліджено та промодельовано утворення вирви; руйнування та викид газової труби; генерацію ударної хвилі; витік газу; генерацію акустичного випромінювання; електричні ефекти вибуху, стрибка тиску газу, стовпа пилу та акустичної хвилі; магнітний і сейсмічний ефекти. Детально промодельовано ефекти можливого загоряння газу, утворення вогняного «куполу», параметри вогняної кулі. Оцінено параметри зон вигорання та руйнувань.

Основні результати досліджень і фізико-математичного моделювання наступні.

1. Оцінено енергію (близько 2.5 ГДж) й еквівалентну масу вибухової речовини (620 кг ТНТ) вибуху на газопроводі КЗУ–1 поблизу селища Чабани Київської області 15 вересня 2020 р.

2. Витік газу складав близько 7.8 т/с. Втрати газу від аварії склали близько 2.3 кт або 2 млн м<sup>3</sup> вартістю близько 2 млн дол. США.

3. Вибух призвів до викиду приблизно 200 т ґрунту.

4. Витік газу під початковим тиском у 50 атмосфер супроводжувався генерацією сейсмічних коливань магнітудою 1.5–2, шумоподібного акустичного випромінювання потужністю близько 2 МВт. Максимальна інтенсивність припадала на частоту близько 50 Гц. Інтенсивність шуму в населених пунктах, віддалених на відстань 0.5–2 км від місця аварії, становила 107–119 дБ.

5. Напруженість квазістатичного електричного поля, викликаного тертям частинок у пиловому стовпі, була не менше ~1 кВ/м, але могла досягати й порядку 10 кВ/м.

6. У полі акустичної хвилі напруженість електричного поля та індукція магнітного поля поблизу джерела дорівнювали ~20 В/м і 70 нТл відповідно.

7. Сейсмічний ефект від вибуху характеризувався магнітудою близько 1.7.

8. Наслідки можливого загоряння газу (об'ємного вибуху суміші газу та повітря) масою близько 0.3 кт були б катастрофічними для найближчих населених пунктів.

Роботу Л. Ф. Черногора та Л. Л. Черногора було підтримано в рамках проекту Національного фонду досліджень України (номер 2020.02/0015 «Теоретичні та експериментальні дослідження глобальних збурень природного і техногенного походження в системі Земля–атмосфера–іоносфера»).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Черногор Л.Ф. Взрывы на газопроводах и аварии на газовых хранилищах – источник экологических катастроф в Украине. Екологія і ресурси. 2008. № 3. С. 56–72.

2. Черногор Л.Ф. Физика и экология катастроф: монография. Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. 555 с.

3. Черногор Л.Ф. Геокосмосфера – открытая динамическая нелинейная система. Вісник Харківського університету. Радіофізика та електроніка. 2002. № 570, вип. 2. С. 175–180.

4. Черногор Л.Ф. Физика Земли, атмосферы и геокосмоса в свете системной парадигмы. Радиофизика и радиоастрономия. – Харьков. 2003. Т. 8, № 1. С. 59–106.

5. Черногор Л.Ф. Земля – атмосфера – геокосмос как открытая динамическая нелинейная система. Космічна наука і технологія. 2003. Т. 9, № 5/6. С. 96–105.

6. Черногор Л.Ф. Земля – атмосфера – ионосфера – магнитосфера как открытая динамическая нелинейная физическая система. 1. Нелинейный мир. 2006. Т. 4, № 12. С. 655–697.

7. Черногор Л.Ф. Земля – атмосфера – ионосфера – магнитосфера как открытая динамическая нелинейная физическая система. 2. Нелинейный мир. 2007. Т. 5, № 4. С. 225–246.

8. Chernogor L.F., Rozumenko V.T. Earth – Atmosphere – Geospace as an Open Nonlinear Dynamical System. Radio Physics and Radio Astronomy. 2008. V. 13, N. 2. P. 120–137.

9. Черногор Л.Ф. О нелинейности в природе и науке: Монография. Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2008. 528 с.

10. Chernogor L.F. The Earth – atmosphere – geospace system: main properties and processes. Int. J. of Rem. Sens. 2011. V. 32, N. 11. P. 3199–3218.

УДК 614.8

## ПРОБЛЕМА ГАСІННЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ В ЕЛЕКТРОМОБІЛЯХ

*Шахов С.М., доктор філософії, НУЦЗ України*

Щороку зростає кількість електричних та гібридних автомобілів. Переважна більшість держав Європейського союзу планує відмовитись від експлуатації автомобілів з двигунами внутрішнього згорання протягом наступних 10-15 років. Такі автомобілі мають потенційну небезпеку при загоранні. Як джерела струму використовуються літій-іонні акумулятори і на сьогодні досі не зрозуміло, як само, та яку вогнегасну речовину слід використовувати для боротьби з пожежами таких видів акумуляторних батарей.

Світові виробники мають різні погляди, щодо гасіння пожежі літій-іонних акумуляторів, та пропонують різні вогненні речовини та склади, що наведено у таблиці 1.

Виходячи з аналізу, серед вогнегасних речовин, що пропонують найбільше, є вода, піна, та хімічний порошок. Але з проведеного аналізу не зрозуміло, яка саме піна зазначається, компресійна, чи повітряно-механічна. Також низка літератури дає скупі інформацію, щодо гасіння літій-іонних акумуляторів піною, та не зазначається, якою саме [2].

## Аналіз вогнегасних засобів, які рекомендують виробники [1]

Компанія	Країна	Дата	Вода	CO <sub>2</sub>	Піна	Нітроген	Хімічний порошок	Пісок
Yuka Energy	Китай	2011		+	+		+	+
Makita	США	2013	+		+		+	
Enertech	Корея	2017	+				+	+
Samsung	Корея	2016	+	+	+	+	+	
Saft	Франція	2009	+	+			+	
Bipower	США	2017	+	+			+	
LG Chem	Корея	2013						
Mototola	США	2017	+	+	+		+	
Ideal	США	2010		+	+		+	
SDPT	Китай	2016	+	+				
BrenTronics	США	2013	+	+	+		+	
Advance Energy	США	2011						
Leo Energy	Сінгапур	2014	+		+			
IDX	Японія	2016	+	+	+	+	+	
Panasonic	США	2015	+	+	+		+	
Усього			11	10	9	2	11	2

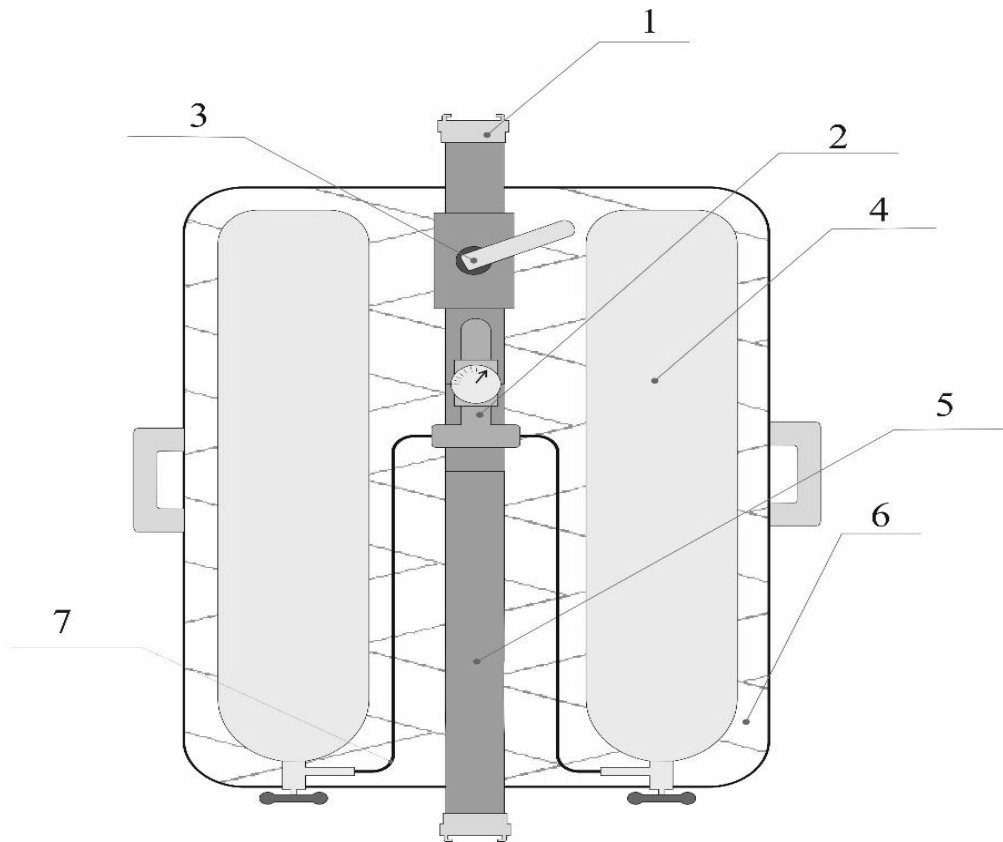


Рисунок 1. – Схема неавтономного переносного модулю для генерування компресійної піни.

Потенційною небезпекою при горінні літій-іонного акумулятора є ураження електричним струмом високої напруги. Відомо, що забороняється використання повітряно-механічної піни для гасіння електрообладнання, оскільки можливе травмування особового складу струмом, через рідку фазу в піні. Компресійна піна за рахунок утворення має дуже низький вміст рідкої фази, що знижує можливість ураження електричним струмом. Авторами [3] проведено низку досліджень та підтверджено можливість застосування компресійної для гасіння електрообладнання під напругою. Отже для боротьби з пожежами електричних автомобілів пропонується використання переносного модуля компресійної піни [4], що наведено на рисунку 1.

Обраним модулем можливо комплектувати автоцистерни та автомобілі першої допомоги, що дозволить забезпечити необхідний рівень безпеки для особового складу, при гасіння електромобілів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Wilkens K., Johnsen B., Bhargava A., Dragsted A. Assessment of Existing Fire Protection Strategies and Recommendation for Future Work. in Project BLUE BATTERY, Part II; Danish Institute of Fire and security Technolog: Hvidovre, Denmark, 2017. P. 1-21.
2. Paola R., Cinzia Di., Michele M., Armando De., Ilario M. Effective Fire Extinguishing Systems for Lithium-ion Battery. Chemical engineering transactions. Vol. 67, 2018. P. 727-732.
3. Алешков М.В., Емельянов Р.А., Колбасин А.А., Федяев В.Д. Условия применения современных технологий пожаротушения для ликвидации пожаров электрооборудования под напряжением. Пожаровзрывобезопасность. 2016. Вып. 25(6). С. 12–16.
4. Шахов С.М., Виноградов С.А., Присяжнюк В.В. Розробка системи пожежогасіння газонаповненою піною. Проблемы пожарной безопасности. 2017. Вип 42. С. 12–21.

УДК 614.8

## ОБГРУНТУВАННЯ МІНІМАЛЬНО ДОПУСТИМОЇ ДОВЖИНИ РУКАВА ПОЖЕЖНОГО КРАН-КОМПЛЕКТУ

*Щербак С.М., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

Різноманіття варіантів планувальних рішень для великих житлових приміщень (апартаментів) і довільний (за бажанням власника) порядок планування внутрішніх приміщень житлових осель призводить до необхідності впровадження індивідуального підходу при визначенні мінімально допустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту. Лише самі габарити приміщення не дозволяють адекватно оцінити необхідну довжину рукава, оскільки внутрішнє планування будівлі може призвести до необхідності значного подовження рукава [1], особливо при великій площі і великій протяжності внутрішніх стін приміщення. Зрозуміло, що недостатня довжина рукава призводить до унеможливлення подачі води безпосередньо в осередок пожежі, а надлишок довжини призводить до втрат напору, зважаючи, на як правило, малий діаметр рукава та невеликий тиск в протипожежній мережі, особливо в житлових приміщеннях.

Таким чином, існує протиріччя між нормами комплектації ПКК та необхідністю врахування особливостей кожного окремого приміщення.

В [2, 3] викладені основні вимоги до характеристик складових ПКК. Відповідно до цих вимог ПКК комплектуються рукавом (довжина рукава – до 30 м). Дана норма базується на припустимій величині втрати напору, але не містить наукового обґрунтування щодо співвідношення довжини рукава і внутрішньої архітектури приміщення.



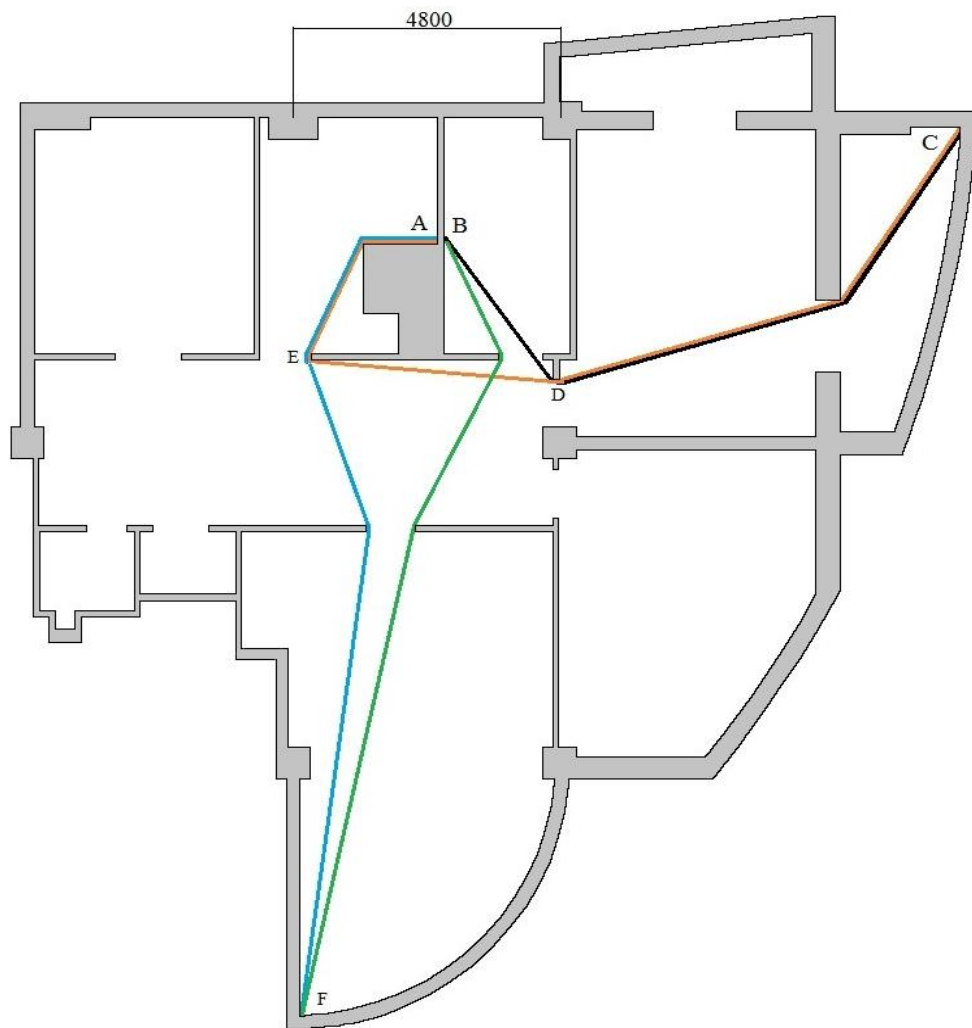


Рисунок 1. – Приклад розрахунку мінімально допустимої довжини рукава для житлового приміщення

Зробимо декілька припущень:

1. Будемо вважати приміщення одноповерховим (у випадку декількох поверхів кожен з них повинен оснащуватися власним ПКК, тобто кожен з поверхів можна вважати окремим приміщенням). Таким чином маємо задачу у двовимірній постановці.

2. Кожне з приміщень ділиться на відсіки (кімнати), прохід в які є вільним, тобто внутрішнє приміщення є зв'язним.

3. Внутрішній контур плану приміщення можна описати у вигляді ламаних прямих, тобто відсутні криволінійні елементи внутрішньої архітектури (круглі колони, напівкруглі еркери тощо) або їх можна апроксимувати ламаною лінією.

4. Будемо вважати, що елементи інтер'єру житлових будівель або елементи промислового або іншого обладнання нежитлових будівель не впливають на шукану мінімально допустиму довжину  $L$  рукава ПКК. В тому випадку коли вони впливають, то їх необхідно внести до плану.

Результати проведених досліджень модельних приміщень рівних габаритів, але різного внутрішнього планування в деяких випадках показали різницю в необхідній довжині рукава ПКК більш ніж в 1,4 рази. В окремих випадках 20-метрова довжина рукава не забезпечувала доставки води в найбільш віддалені точки приміщень із габаритами 25x15 метрів (за фіксованого місцеположення точки підключення ПКК). В такому випадку необхідно або збільшувати довжину рукава, що призводить до втрати напору, або змінювати

місцеположення точки підключення ПКК, що потребує внесення коректив у планування внутрішньої водопровідної мережі й вирішення оптимізаційної задачі розміщення даної точки.

Для вже реального, а не модельного приміщення, було проведено розрахунок мінімально допустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту. Показано, що у випадку підключення ПКК до господарсько-питного водопроводу для варіантів А (на кухні) і В (в санвузлі) різниця в допустимій довжині рукава може скласти 1,7 м ( $AC/BC=15,9$  м/11,5 м;  $AF/BF=15,2$  м/14,2 м) навіть при 100 % ступені розгортання рукава.

Слід зауважити, що знайдена довжина рукава з одого боку не враховує довжину струменя води (3 м), а з другого боку не враховує необхідність оминання рукавом меблів і інших предметів інтер'єру.

## ЛІТЕРАТУРА

1. CPCPFS5002A Design fire hydrant and hose reel systems. Construction & Property Services Industry Skills Council, 2012. 14 p.
2. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.5–64:2012. [Чинний від 01–03–13]. К.: Держбуд України, 2013. 135 с. (Державні будівельні норми України).
3. Стационарні системи пожежогасіння. Кран-комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги. ДСТУ EN 671-1:2017. [Чинний від 01–10–17]. К.: ДП «УкрНДНЦ». 2017. 41 с. (Державний Стандарт України).
4. Петухова О.А., Горносталь С.А., Щербак С.М. Дослідження характеристик пожежних кран-комплектів. Проблемы пожарной безопасности. Х.: НУГЗУ, 2015. Вып. 37. С. 154–159.
5. Петухова О.А., Горносталь С.А., Щербак С.М. Обґрунтування вибору характеристик складових пожежного кран-комплекту. Проблемы пожежної безпеки. Харків: НУЦЗ України. 2017. Вып. 42. С. 95–100.

## З М І С Т

### СЕКЦІЯ 1

#### **«Науково-практичні аспекти запобігання надзвичайним ситуаціям»**

<i>Альбоцій О.В.</i> Підвищення безпеки об'єктів складського господарства військових частин шляхом управління ризиками	4
<i>Антошкін О.А.</i> Розробка автономного димового оптико-електронного пожежного сповіщувача на базі мобільного телефону	6
<i>Бабаєв Атабала, Тарахно О.В., Скородумова О.Б.</i> Аналіз сучасного стану питання вогнезахисту текстильних матеріалів	8
<i>Безугла Ю.С.</i> Аспекти здійснення заходів з попередження та ліквідації пожеж в екосистемах	10
<i>Белюченко Д.Ю.</i> Аналіз оперативних можливостей аварійно-рятувальних сил та засобів у провідних країнах світу	12
<i>Борисова Л.В.</i> Пріоритетні тенденції щодо реформування сфери цивільного захисту	14
<i>Бурменко О.А.</i> Сучасний стан та особливості попередження надзвичайних ситуацій в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів	16
<i>Васильченко О.В., Максимов Д.В.</i> Доцільність використання пожежосховищ для порятунку людей в адміністративних висотних будівлях	18
<i>Ворона Д.В., Дубінін Д.П.</i> Визначення та обґрунтування вимог пожежної безпеки під час проведення фарбувальних робіт на підприємствах	20
<i>Говаленков С.В., Карпенко В.С.</i> Оцінка ймовірності виникнення надзвичайної ситуації у резервуарних парках	22
<i>Гапон Ю.К.</i> Пожежо- та вибухонебезпека гальванічних ліній нанесення покриттів	24
<i>Гарбуз С.В.</i> Оцінка ризиків виникнення надзвичайної ситуації на об'єктах зберігання та переробки світлих нафтопродуктів	26
<i>Гончарова Т.А.</i> Стратегічне управління – умова забезпечення цивільної безпеки	28
<i>Григоренко Н.В.</i> Основні аспекти реалізації державної політики щодо організації цивільного захисту в територіальних громадах	30
<i>Демидов З.Г., Колмик О.О.</i> Надзвичайні ситуації у ІТ сфері	32
<i>Дейнеко Н.В.</i> Дослідження напівпровідникових сенсорів для визначення хімічно активних газових сумішей у повітряному середовищі	33
<i>Іванець Г.В., Іванець М.Г.</i> Підвищення точності прогнозування природних надзвичайних ситуацій на основі методу попарного врахування аргументів	35
<i>Карпеко Н.М.</i> Регіональний підхід у системі попередження надзвичайних ситуацій і подолання їх економічних наслідків	37
<i>Ковальов О.С., Мазуренко В.І., Славецький В.І.</i> Аналіз нормативно-правових актів України щодо управління цивільним захистом в умовах надзвичайних ситуацій	39
<i>Kovalev Alexander, Rybak Maria</i> Monitoring atmospheric composition in emergency situations	42
<i>Ковальов А.І., Отрош Ю.А., Семків О.М.</i> Оцінювання вогнезахисної здатності покриттів вогнезахисених сталевих конструкцій	44
<i>Качур Т.В.</i> Застосування засобів оперативного спостереження для запобігання пожежам на торфовищах	46
<i>Кулешов М.М.</i> Щодо системи та механізмів управління цивільним захистом	48
<i>Кульченко Є.Р., Данілін О.М.</i> Методика дослідження підпалів	50
<i>Левтеров О.А., Васильєв М.В.</i> Раннє виявлення осередку загоряння в зонах зберігання нафтопродуктів по акустичному випромінюванню	52
<i>Лисенко О.І., Чумаченко С.М.</i> Підхід до документування результатів оцінки та прогнозування стану наземних екосистем випробувальних полігонів	54
<i>Луценко Т.О.</i> Організація навчання дітей дошкільного віку, учнів та студентів діям у надзвичайних ситуаціях	56

<i>Ляшевська О.І.</i> Оцінка ризиків виникнення пожеж	58
<i>Ляшевська О.І., Чала К.С.</i> Податкові правопорушення як загроза фінансовій безпеці держави	60
<i>Мелещенко Р.Г.</i> Раннє виявлення пожежі на основі контролю динаміки стану	62
<i>Михайлова А.В.</i> Аналіз досліджень питання оцінювання спроможностей сектору безпеки і оборони	64
<i>Надьон О.В.</i> Запобігання надзвичайних ситуацій соціального характеру	67
<i>Олейник О.С., Отрош Ю.А., Ромін А.В.</i> Моделювання поширення небезпечних факторів пожежі за допомогою прикладного програмного забезпечення PYROSIM	69
<i>Орлов С.В., Місайлов В.Л., Смик С.І.</i> Побудова маршрутів руху безпілотних літальних апаратів з урахуванням впливу вітру	71
<i>Самойленко Д.О., Данілін О.М.</i> Проблемні питання евакуації людей із висотних будівель та будинків підвищеної поверховості	73
<i>Собина В.О.</i> Закордонний досвід використання тренувальних полігонів та смуг психологічної підготовки при проведенні практичного навчання	75
<i>Толкунов І.О., Попов І.І.</i> Використання вибухового способу для руйнування аварійних будівель і споруд та розрахунок зарядів вибухових речовин	76
<i>Трегубов Д.Г., Тарахно О.В., Трегубова Ф.Д.</i> Масова швидкість вигорання рідин, як параметр очікуваної ефективності застосування вогнегасних речовин	78
<i>Кирпиленко О.О., Рашкевич Н.В.</i> Заходи з протидії пожежній небезпеці полігонів побутових відходів	81
<i>Матухно В.В.</i> Мобільний ідентифікатор позиціонування вибухонебезпечних предметів	83
<i>Матухно В.В., Толкунов І.О., Попов І.І., Кочетов Є.Д.</i> Профілактика та ліквідація лісових та степових пожеж з використанням безпілотних літальних апаратів	85
<i>Огурцов С.Ю., Ковальов О.С., Соколовський І.П.</i> Про необхідність удосконалення методики прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті	87
<i>Репетенко М.В., Кульченко Є.Р.</i> Забезпечення безпечної роботи приводу скребкового конвеєра в системах гірничого транспорту	89
<i>Рубан І.В., Тютюник В.В., Тютюник О.О.</i> Система підтримки прийняття антикризових рішень в умовах виникнення надзвичайних ситуацій	91
<i>Сидоренко В.Л., Єременко С.А., Пруський А.В., Демків А.М., Васильєв І.О.</i> Основні етапи розвитку надзвичайної ситуації на критично важливому об'єкті	93
<i>Тютюник В.В., Агазаде Т.Х.</i> Алгоритм підтримки прийняття антикризових рішень в умовах виникнення геофізичних надзвичайних ситуацій	95
<i>Тютюник В.В., Калугін В.Д., Захарченко Ю.В.</i> Особливості оперативного моніторингу рівня забруднення екосистеми при надзвичайних ситуаціях за допомогою безпілотних літальних апаратів	98
<i>Тютюник В.В., Калугін В.Д., Усачов Д.В.</i> Геоінформаційна система акустичного моніторингу джерел терористичних небезпек	101
<i>Тютюник В.В., Тютюник О.О., Заболотний В.І.</i> Особливості оцінки загроз для інформації, що циркулює у процесі функціонування єдиної державної системи цивільного захисту	103
<i>Тютюник В.В., Тютюник О.О., Яценко О.А., Удянський М.М., Лукиша Р.Т.</i> Результати кластеризації регіонів України за рівнем природної та техногенної небезпеки	106
<i>Тютюник В.В., Яценко О.А., Тютюник О.О.</i> Інформаційно-аналітична система підтримки управління безпекою автомобільного транспортування небезпечних вантажів	110
<i>Усачов Д.В.</i> Метод організації взаємодії екстрених служб для підвищення рівня	112

безпеки в Україні	
<i>Христич О.В., Ткаченко М.О.</i> До питання запобігання надзвичайних ситуацій, викликаних розливом небезпечних хімічних речовин	114
<i>Цимбал Б.М., Помаза-Пономаренко А.Л., Крюков О.І.</i> Особливості сучасного стану функціонування правового механізму публічного управління безпекою особистості в Україні	116
<i>Чернуха А.А., Журавльова О.С., Звягин Н.О.</i> Коефіцієнти захисту лицьових частин засобів індивідуального захисту органів дихання	118
<i>Чиркіна М.А.</i> Директива Севезо III і національне законодавство в сфері цивільного захисту	120
<i>Черкашин О.В.</i> Механізм державного нагляду за об'єктами суб'єктів господарювання	122
<i>Шевчук О.Р.</i> Удосконалення сучасних методів розвідки місцевості для проведення подальшого розмінування	123
<i>Шведун В.О.</i> Захист об'єктів критичної інфраструктури від надзвичайних ситуацій: теоретико-прикладні аспекти державного управління	125
<i>Щолоков Е.Е., Отрош Ю.А., Майборода Р.І.</i> Моделювання евакуації людей при пожежі за допомогою програмного забезпечення PATHFINDER	127
<i>Юрченко В.О.</i> Деякі аспекти підвищення стійкості національної економіки в мирний час та особливий період	129

## СЕКЦІЯ 2

### **«Науково-практичні аспекти ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій»**

<i>Бородич П.Ю., Глущенко М.Р.</i> Розробка нормативу рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних	132
<i>Бородич П.Ю., Долгополов Р.І.</i> Аналіз індивідуальних страхувальних систем при проведенні спеціальних операцій на висоті	134
<i>Вавренюк С.А.</i> Дослідження процесу формування гнізда під детонатор в патронуванні вибуховій речовині	137
<i>Дубінін Д.П., Лісняк А.А.</i> Дослідження підходів та управління пожежно-рятувальними підрозділами ОРС ЦЗ під час гасіння лісових пожеж	139
<i>Дубінін Д.П.</i> Дослідження техніко-економічних показників засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою	141
<i>Голик Ю.О., Сенчихін Ю.М.</i> Результати досліджень з проведення рятувальних робіт у висотному житловому будинку	143
<i>Демент М.О.</i> Проведення рятувальних та інших невідкладних робіт на зруйнованих будинках при землетрусах	145
<i>Закора О.В., Феценко А.Б.</i> Моделювання робочої зони локальної RTLS-системи при наявності будівельних перепон	147
<i>Єлізаров О.В.</i> Аварійно-рятувальні роботи при пожежах і вибухах	149
<i>Калиновський А.Я., Коробка І.О.</i> Аналіз впливу експлуатаційних параметрів на надійність пожежних автомобілів	151
<i>Калиновський А.Я., Семків В.О.</i> Перспективи розвитку протипожежної техніки для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій	153
<i>Калиновський А.Я., Поліванов О.Г.</i> Особливості взаємодії наземних пожежно-рятувальних підрозділів і екіпажів повітряних суден при гасінні лісових та ландшафтних пожеж.	155
<i>Кіреєв О.О.</i> Розробка засобу для попередження випарування токсичних рідин	158
<i>Коваленко Р.І.</i> Дослідження статистичних закономірностей виникнення пожеж	160
<i>Коршенко Д.М., Грищенко Д.В.</i> Загальна класифікація статичних змішувачів	162
<i>Коханенко В.Б.</i> Щодо комплектування підрозділів пожежно-рятувальних частин України аварійно-рятувальною технікою	163

<i>Кривошей Б.І.</i> Удосконалення системи швидкого розгальмування шасі пожежних автоцистерн	165
<i>Криворучко Є.М.</i> Подрібнення води ударною хвилею	167
<i>Кучер Д.Б., Лишак Г.В., Смиринська Н.Б.</i> Оцінка часу спрацьовування електровибухоючих комутаторів при роботі високовольтних установок в аварійному режимі	169
<i>Льовін Д.А., Стрілець В.В.</i> Розробка логічної структури розкриття закономірностей діяльності рятувальників під час проведення аварійно-рятувальних робіт	173
<i>Майдан В.С., Дубінін Д.П.</i> Дослідження засобів навчання для підвищення рівня професійної майстерності особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж	175
<i>Мельниченко А.С.</i> Технологія локалізації та знезараження парогазової фази хмари НХР	177
<i>Михайловська Ю.В., Чернуха А.О., Загребін О.О.</i> Підвищення ефективності функціонування систем оперативного управління при реагування на надзвичайні ситуації за рахунок скорочення часу	179
<i>Назаренко С.Ю., Гузієнко М.О.</i> Рух штабних автомобілів при проведенні перевірок	181
<i>Назаренко С.Ю., Харенко А.С.</i> Експериментальна установка та планування проведення гідравлічних випробувань напірних пожежних рукавів	183
<i>Неклонський І.М.</i> Моделювання оперативних дій за допомогою методу мережевого планування	185
<i>Положешний В.В.</i> Організація підготовки особового складу пожежної охорони та персоналу станції на АЕС	187
<i>Рагімов С.Ю.</i> Очищення забрудненої нафтопродуктами водної поверхні при екологічних аваріях	189
<i>Рубан А.В., Шкурка О.О.</i> Підхід для визначення технічного стану залізобетонних конструкцій при силових і високотемпературних впливах	190
<i>Сенчихін Ю.М., Остапов К.М.</i> Особливості розрахунку сил і засобів для гасіння пожеж на об'єктах з наявністю радіоактивних речовин і у зонах радіоактивних забруднень	192
<i>Савельєв Д.І.</i> Дослідження вогнезахисних властивостей гелеутворюючої системи	194
<i>Савченко О.В., Медведєва Д.О.</i> Застосування морської води для отримання гідрогелю для створення протипожежного бар'єру	196
<i>Смирнов О.М.</i> Визначення коефіцієнтів надійності аварійно-рятувальної техніки по попередженню і ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного характеру	198
<i>Соколов Д.Л., Гребінний І.М.</i> Булінг в контексті юридично значущої поведінки	200
<i>Соловійов І.І., Стрілець В.М., Шевченко Б.С., Глуценко І.О.</i> Порівняльна оцінка факторів, які впливають на розхід повітря під час підводного розмінування	202
<i>Скоробагатько Т.М., Боровиков В.О., Єременко С.А., Пруський А.В., Слущька О.М., Войтович Д.М.</i> Положення проекту національного стандарту щодо поводження з піноутворювачами для гасіння пожеж	204
<i>Сухарькова О.І.</i> Застосування пожежних поїздів для ліквідації пожеж	206
<i>Тарадуда Д.В.</i> До питання ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій за допомогою робототехнічних комплексів	208
<i>Убоженко Д.С., Виноградов С.А.</i> Небезпечні чинники аварійно-рятувальних робіт	210
<i>Фаріон-Мельник А.І., Мадяра К.В.</i> Радіаційна безпека: теоретичні аспекти	212
<i>Фещенко А.Б., Загора О.В.</i> Імовірнісна модель елементарного фрагмента відомчої інформаційно-телекомунікаційної мережі	214
<i>Чорногор Л.Л., Чорногор Л.Ф.</i> Фізико-хімічні процеси та екологічні наслідки рекордних лісових пожеж у північній півкулі в 2020 р.	216

<i>Чорногор Л.Ф., Тютюник В.В., Чорногор Л.Л.</i> Фізичні ефекти в атмосфері, що супроводжували найпотужнішу катастрофу на магістральному газопроводі	218
<i>Чорногор Л.Ф., Тютюник В.В., Чорногор Л.Л.</i> Фізичні ефекти в атмосфері та геофізичних полях, що супроводжували аварію на газопроводі 15 вересня 2020 р. в Україні	220
<i>Шахов С.М.</i> Проблема гасіння літій-іонних акумуляторів в електромобілях	222
<i>Щербак С.М.</i> Обґрунтування мінімально допустимої довжини рукава пожежного кран-комплекту	224

Наукове видання

**МАТЕРІАЛИ  
КРУГЛОГО СТОЛУ (ВЕБІНАРУ)**

**«ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ  
ТА ЇХ ЛІКВІДАЦІЯ»**

Відповідальний за випуск В.В. Тютюнник

Технічний редактор О.І. Ляшевська

---

Підписано до друку 25.01.2022

Друк. арк. 8

Тир. 40

Ціна договірна

Формат А5

---

Типографія НУЦЗУ, 61023, Харків, вул. Чернишевська, 94