



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ  
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,  
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

## ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*Всеукраїнської науково-практичної  
конференції з міжнародною участю*

### АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

*Львів – 2022*

#### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Голова:** **Мирослав КОВАЛЬ** – ректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор педагогічних наук, професор
- Заступники голови:** **Андрій КУЗИК** – завідувач кафедри екологічної безпеки, доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Андрій ЛИН** – начальник навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУ БЖД, к.т.н., доцент
- Члени оргкомітету:** **Ігор БРЕГІН** – начальник управління запобігання надзвичайним ситуаціям ГУ ДСНС України у Львівській області;  
**Петро ГАЩУК** – д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації транспортних засобів та пожежно-рятувальної техніки ЛДУ БЖД;  
**Сергій СМЕЛЬЯНЕНКО**, к.т.н., начальник відділу організації науково-дослідної діяльності ЛДУ БЖД;  
**Андрій КАЛИНОВСЬКИЙ** – к.т.н., доцент, начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки НУЦЗ України;  
**Василь КОВАЛИШИН** – д.т.н., професор, завідувач кафедри ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій ЛДУ БЖД;  
**Андрій КУШНІР** – к.т.н., доцент, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;  
**Василь ЛУЩ** – к.т.н., доцент, заступник начальника кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт ЛДУ БЖД;  
**Ігор МАЛАДИКА** – к.т.н., доцент, начальник факультету оперативнорятувальних сил Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України;  
**Борис МИХАЛЧКО** – д.х.н., професор, завідувач кафедри фізики та хімії горіння ЛДУ БЖД;  
**Олег НАЗАРОВЕЦЬ** – к.т.н., доцент, заступник начальника кафедри аналітико-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;  
**Олег ПАЗЕН** – к.т.н., начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;  
**Іван ПАСНАК** – к.т.н., доцент, заступник начальника навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУ БЖД з навчально-наукової роботи;  
**Андрій САМІЮ** – к.ю.н., доцент, т.в.о. начальника кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУ БЖД;  
**Тарас ШНАЛЬ** – д.т.н., доцент, професор кафедри будівельних конструкцій та мостів НУ «Львівська політехніка»

**ОРГАНІЗАТОР  
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет  
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,  
комп'ютерна верстка**

Беседа А.В.

**Друк на різнографі**

Петролюк Н.І.

**Відповідальний за друк**

Фльорко М.Я.

**АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:**

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,  
м. Львів, 79007

**Контактні телефони:**

(032) 233-24-79,  
тел/факс 233-00-88

**Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення:** Зб. наук. праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Львів: ЛДУ БЖД, 2022. – 568 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «**Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення**».

**Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:**

- Організація та забезпечення пожежної і техногенної безпеки.
- Системи протипожежного захисту.
- Теоретичні основи виникнення, розвитку та припинення процесів горіння.
- Організація гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій.
- Технічні засоби запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій.
- Менеджмент безпеки.

© ЛДУ БЖД, 2022

Здано в набір 30.09.2022. Підписано до друку 10.10.2022. Формат 60x84<sup>1/3</sup>. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 35,25.

Гарнітура Times New Roman.

Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

ldubzh.lviv@dsns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передруковуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ І ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 614.841

Оношко І.А.,

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

### АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ СІЛІЦІЙОРГАНІЧНИХ СПЛУК ТА ЗАСОБИ ЇХ ГАСІННЯ

Розглянуто актуальні питання пожежонебезпечних властивостей та гасіння сіліційорганічних сполук. Проаналізовано експериментальні дослідження та запропоновано перспективні напрямки розроблення нових вогнегасних речовин та технологій їх застосування під час поведження з сіліційорганічними сполуками

Onoshko I.A.,

Lviv State University of Life Safety

### Actual problems of organosilicon compound's fire hazards and means of their extinguishing

Some considerations about features of fire hazards of organosilicon compounds. Perspective directions of theoretical and experimental studies on the development of new extinguishing agents and techniques they use in the treatment of organosilicon compounds.

Відомо [1-7], що за своїми властивостями сіліційорганічним сполукам, зокрема мономерам, притаманна підвищена пожежна небезпека. Ці речовини належать до легкозаймистих рідин та газів, які являють собою основу для одержання сіліційорганічних полімерів, що набули широкого застосування в промисловості. Силан став найважливішим спеціальним газом, який використовується в процесах напівпровідникової мікроелектроніки, і використовується для отримання різноманітних мікроелектронних плівок, включаючи монокристалічні плівки, мікротристалічні, полікристалічні, оксид кремнію, нітрид кремнію та силіциди металів. Силан використовується майже в усіх сучасних лініях виробництва інтегральних схем. Застосування силану як плівки та покриття, що містить кремній, розширилося від традиційної мікроелектронної промисловості до різних галузей, таких як машинобудування, хімікати та оптика. Іншим потенційним застосуванням

силану є виробництво високоефективних керамічних деталей двигуна, особливо використання силану для виробництва мікропорошкової технології силіцидів ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$  тощо) привертає все більше уваги.

У результаті гідролізу, окиснення, піролітичного і термічного розкладів сіліційорганічних сполук утворюється цілий ряд різноманітних сполук та речовин, які містять водень, воду, хлористий водень, вуглеводні, ефіри тощо. Зокрема, температура спалаху трихлорсилану становить мінус  $14^\circ\text{C}$  у відкритому тиглі, температура самозаймання  $230^\circ\text{C}$ , температурні межі розповсюдження полум'я коливаються в межах від мінус  $56^\circ\text{C}$  (нижня температурна межа) до плюс  $28^\circ\text{C}$  (верхня температурна межа) у сухому повітрі. В повітрі з відносною вологістю 69% ці межі відповідно становлять від мінус  $50^\circ\text{C}$  до плюс  $29^\circ\text{C}$ .

Силани  $\text{R}_{4-n}\text{SiH}_n$  характеризуються високою хімічною активністю, легко піддаються дії різних реагентів, розкладаються гарячою водою, кислотами, лугами, тим самим ускладнюючи їх гасіння. Більшість звичайних засобів гасіння для цих сполук є неприйнятними. Складність гасіння підтверджується дослідами з припинення дифузійного горіння полум'я ряду сполук газовими і рідинними вогнегасними речовинами. Так, до прикладу, гасіння трихлорсилану досягається за концентрації азоту, діоксиду вуглецю, брометилу і хладону 114B2 відповідно 90,0 об.%; 86,0 об.%; 58,0 об.%; 70,0 об.%; а для тетраетоксисилану – 38,0; 25,0; 13,0 та 10,0 об.%. В цій роботі також показано можливість застосування водних і водопінних засобів для гасіння сіліційорганічних сполук, однак при цьому слід врахувати особливості і умови гасіння в кожному конкретному випадку.

Габриелян С.Г. та ін [1,3] провели серію дослідів з гасіння гідридхлорсиланів тонкорозпиленою водою, водними розчинами піноутворювача загального призначення, хладонами, а також вогнегасними порошками. Як результат було визначено, що під час гасіння гідридхлорсиланів вогнегасними порошками відзначались факти їх повторного займання, а найбільш ефективним засобом гасіння пожеж гідридхлорсиланів є вода, яка подається в розпиленому вигляді з інтенсивністю подавання не менше  $0,5 \text{ кг/м}^2 \text{ с}$ , при цьому зазначено, що процес гасіння на початковій стадії ускладнений різким збільшенням висоти полум'я, наявністю хлопків, які пов'язані із виділенням горючих газів, в тому числі водню. За результатами даної роботи, зроблено висновки, що в процесі гідролізу трихлорсилану має місце інтенсивне виділення водню та утворення щільного покриття з продуктів реакції гідролізу.

Останнім часом все більшого поширення набуває застосування водних вогнегасних речовин з вмістом сильних інгібіторів горіння – солей калію, а також поверхнево активних речовин. Крім того, перспективним засобом гасіння таких сполук можуть бути вогнегасні порошки цільового призначення на основі сумішей бікарбонату натрію, хлориду калію та гідрофобних дисперсних мінералів або відходів виробництв.

З урахуванням вищевикладеного, проведення теоретичних та експериментальних досліджень із вивчення процесів припинення горіння сіліційорганічних сполук, розроблення нових вогнегасних речовин спеціального призначення (вода із змочувальниками, водні вогнегасні речовини із вмістом солей – інгібіторів горіння, гелеутворювальні речовини, а також комбіновані засоби пожежогасіння), спрямованих на забезпечення належного протипожежного захисту виробників та споживачів сіліційорганічних сполук, є актуальною задачею і предметом подальшої роботи.

### **Література**

1. Габриэлян С.Г., Баратов А.Н., Ендовин Ю.А. и др. Исследование гидролиза трихлорсилана и метилдихлорсилана. В кн.: Горючесть веществ и химические свойства пожаротушения.-М.:ВНИИПО, 1978, вып.5, с.40-47.

2. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ.изд.:в 2 книгах; кн1,2/ А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др.-М., Химия, 1990.-496с.

3. Габриэлян С.Г., умнягин А.М., Протасов Е.М., Шуринов В.П. Тушение кремнийорганических соединений в закрытом объёме хладами и порошками.-Сб.науч. трудов ВНИИПО; М.:ВНИИПО, 1984, с.122-128.

4. І.А. Бейзим. Пожежна небезпека сіліційорганічних сполук та засоби їх гасіння.- Науковий вісник УкрНДПБ: Науковий журнал.- К.: УкрНДПБ МНС України, 2009.- Вип. 2(22).- С.176-178.

5. И.А. Бейзим,А.В. Антонов. Пожарная опасность кремнийорганических соединений и выбор современных средств их пожаротушения.- Актуальные проблемы пожарной безопасности: Материалы XXII Международной науч-практ.конф. Ч.2.М.:ВНИИПО, 2010,с.72-75.

6. Заключениеный отчёт по теме Исследования эффективности порошковых составов при тушении кремнийорганических соединений».-КФ ВНИИПО, «гос.регистр.055/0185007 18 83( 85.12)81.03.Киев:195,74с.

7. І.А. Бейзим, М.М. Семеракд.т.н. (ЛДУ БДЖ), Антонов А.В. к.т.н. (УкрНДПБ). Проблемні питання перевезення сіліційорганічних сполук залізничним транспортом. Науковий вісник УкрНДПБ; Науковий журнал.- Київ; УкрНДПБ МНС України,2010.-№1(21),с.186-190.

8. Антонов А.В. Боровков В.О., Орел В.П., Жартовський В.М., Ковалишин В.В. Вогнегасні речовини. Посібник-київ:Пожінформ-техніка,2004.-176.

9. Антонов А.В. Дослідження щодо розроблення водних і водопінних вогнегасних речовин з розширеним температурним діапазономзастосування / А.В. Антонов, В.О. Боровков, А.Ф.Турчин// Науковий вісник укрНДПБ.-2003.- Вип.1(7).-С.81-89.

УДК 614.842.47

## АПРОКСИМАЦІЯ КРИВОЇ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ

Кушнір А.П., кандидат технічних наук, доцент

Вовк С.Я., кандидат технічних наук, доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Для відображення залежності “стандартної” температури пожежі від часу використовують аналітичну модель пожежі. Її ще називають стандартною розрахунковою кривою “температура-час”. За нормами стандартний температурний режим пожежі математично записують у вигляді [1, 2]:

$$\Theta_g(t) = 345 \lg(8t + 1) + 20$$

де,  $\Theta_g$  – температура газу в печі,

$C$ ;  $t$  – тривалість теплового впливу протягом вогневого випробування, хв.

Стандартний температурний режим відображає умовну модель. Крива температура-час є лише спрощеним представленням термічної дії пожежі. Вона відображає збільшення температури всередині приміщення, навіть після того, коли всі горючі матеріали знищені і не враховує типу пожежного навантаження, різних умов горіння, геометрії приміщення, наявної різноманітних системи. Ця крива використовується при випробуваннях у вогневих печах.

В результаті аналізу теоретичних та практичних досліджень пожеж автор в роботі [3] зазначає, що розрахункові режими реальної пожежі мають суттєво нижчі температури за стандартний температурний режим і різниця може складати від 400 °С до 800 °С. Це пояснюється врахуванням типу пожежного навантаження, геометрії його розташування, геометрії та положення прорізів, наявної вентиляції, наявної системи автоматичного пожежогасіння. В роботі [3] були отримані дані про температурні режими розвитку пожеж з врахуванням коефіцієнту, прорізів ( $O$ ) та щільності пожежного навантаження ( $q_{t,d}$ ). Максимальна середньооб’ємна температура пожежі рівна:

$$\Theta_{e_{\max}} = k_{m\theta} \cdot k_{\theta t} \cdot (384.587 + 17281.1 \cdot O + 0.218 \cdot q_{t,d} + 1.196 \cdot O \cdot q_{t,d})$$

де,  $k_{m\theta}$ ,  $k_{\theta t}$  – коефіцієнти для визначення параметрів пожежі.

Час досягнення максимальної середньооб’ємної температури:

$$t_m = k_{mt} \cdot k_{\theta t} \cdot (101.211 + 1947.368 \cdot O + 0.1933 \cdot q_{t,d} + 3.1898 \cdot O \cdot q_{t,d}),$$

де,  $k_{mt}$ ,  $k_{\theta t}$  – коефіцієнти для визначення параметрів пожежі.

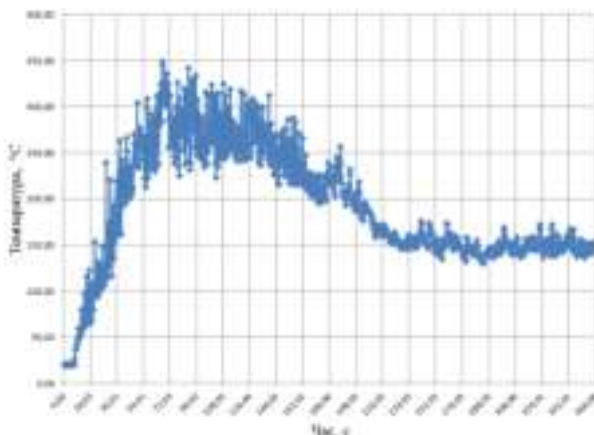
Тривалість пожежі:

$$\tau_m = k_{m\tau} \cdot k_{\delta\tau} \cdot (33.576 + 160.287 \cdot O + 2.552 \cdot q_{t,d} + 0.236 \cdot O \cdot q_{t,d}),$$

де:  $k_{m\tau}$ ,  $k_{\delta\tau}$  – коефіцієнти для визначення параметрів пожежі.

Розроблена математична модель температурних режимів розвитку пожеж порівнювалася з результатами моделювання повномасштабних випробувань та з результатами комп'ютерного моделювання у програмному середовищі Fire Dynamics Simulator (FDS), розробленою Інститутом стандартизації Сполучених Штатів Америки. Результати досліджень показали, що відносна похибка, визначена при порівнянні експериментальних та розрахункових даних, не перевищує 28%, а середньоквадратичне відхилення не перевищує 51 °С. Це означає, що математичні моделі реалізовані у програмному середовищі Fire Dynamics Simulator достатньо точно відображають температурні режими розвитку пожеж в приміщеннях.

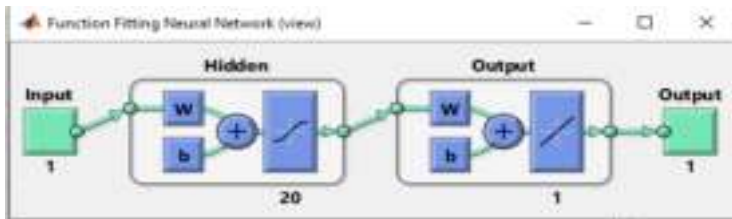
В програмному середовищі FDS змодельовано, як змінюється температура в приміщенні кабінету при пожежі. Програма FDS працює на платформі інтерфейсу PyroSim. FDS це польова модель за допомогою якої можна моделювати поширення диму, температури, чадного газу та інших небезпечних факторів під час пожежі. В програмному середовищі FDS можна задавати різні приміщення з різним пожежним навантаженням. З бази даних виберемо приміщення кабінету. Оскільки згідно ДБН В.2.5-56:2014 [4] максимальна відстань між тепловими ПС та ПС і стіною повинна бути не більше 7 м, та не більше 3,5 м, тому приймаємо розмір приміщення 7×7 м і висоту приміщення 3 м. На рис. 1 показано результати моделювання температурного режиму пожежі.



**Рисунок 1** – Температурний режим пожежі в приміщенні кабінету

Для моделювання нейронних мереж в програмному середовищі MATLAB було розроблено пакет Neural Network Start GUI, який служить засобом, що допомагає користувачам розвивати методи проектування і розширювати область застосування нейронних мереж.

Апроксимуємо криву температури пожежі від часу (рис. 1) за допомогою нейронної мережі. Структура нейронної мережі, яка застосовується для апроксимації температурного режиму пожежі показана на рис. 2. Вхідними даними є значення часу, а вихідними даними є значення температури в місці встановлення ПС.



**Рисунок 2** – Структура нейронної мережі

Вагові коефіцієнти та зміщення між шарами нейронної мережі були отримані шляхом навчання в інтервалах навчального набору. 1001 набір даних про пожежу були випадковим чином розділені на три підмножини (види зразків): навчальні, валідаційні (перевірка) та тестові набори. Для навчання моделі використовується навчальний набір і мережа коригується відповідно до її похибки. Валідація використовується для вимірювання результатів мережі та для припинення навчання, коли результат перестає покращуватися. Тестовий набір не впливає на навчання, тому використовується (забезпечується) незалежне вимірювання оцінки продуктивності мережі під час і після навчання. Співвідношення наборів для навчання, валідації та тестування становили 90%, 5% та 5%.

Після встановлення відсотків для формування даних для тренування та тестування вибираємо архітектуру нейромережі (fitnet). Архітектура мережі складається з опису того, скільки шарів має мережа, кількості нейронів у кожному шарі, виду функції активації кожного шару й інформації про з'єднання шарів.

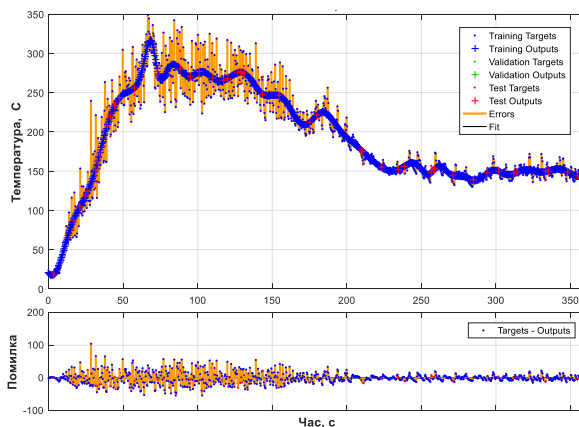
Більша кількість нейронів у прихованих шарах забезпечує більшу продуктивність мережі. Однак збільшення кількості нейронів у прихованих шарах збільшує час навчання і подальше збільшення їх кількості не покращує її продуктивність. Для досягнення найкращого результату апроксимації кривої температурного режиму пожежі у цьому дослідженні кількість нейронів прихованого шару було визначено під час навчання нейронної мережі.



Навчання нейромережі здійснюємо за рахунок закладених алгоритмів навчання в пакет Neural Network Start GUI. Для оцінки продуктивності використаних алгоритмів під час апроксимації кривої були використані деякі показники ефективності алгоритмів, а саме, середньоквадратичну помилку (MSE) і регресію (R). Чим менше значення середньоквадратичної помилки, тим вище точність нейронної мережі. Це показує, що нейронна мережа відповідає вимогам високої точності.

Найкращий результат навчання нейронної мережі забезпечує алгоритм навчання Bayesian Regularization. Алгоритм навчання Bayesian Regularization зазвичай вимагає більше часу, але може забезпечити хороший результат для складних, малих або шумних наборів даних. Навчання припиняються відповідно до адаптивної мінімізації ваги (регуляризації).

На рис. 3 показано результати апроксимації кривої температурного режиму пожежі змодельованою нейронною мережею. Нейронну мережу навчали алгоритмом Bayesian Regularization, який забезпечує найкращий результат з кількістю нейронів 20.



**Рисунок 3** – Результати апроксимації кривої залежності температури від часу під час пожежі в приміщенні кабінету змодельованою нейронною мережею

Як видно з рис. 3 нейронна мережа відтворює криву температурного режиму пожежі з достатньою точністю. Середньоквадратична помилка навчання рівна  $MSE = 278,599$ , а регресія  $R = 0,9673$ ; валідації  $MSE = 0$ ,  $R = 0$ ; тест  $MSE = 250,052$ ,  $R = 0$ .

### Література

1. Башинський О.І., Пелешко М.З., Пазен О.Ю., Бережанський Т.Г. Вплив температурних режимів пожеж на вогнестійкість будівельних конструкцій. Пожежна безпека : Збірник наукових праць. 2017. №31. С.6-10.

2. ДСТУ Б В.1.1-4-98\*. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Зі зміною № 1. [Чинний від 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 1999. 30 с.

3. Шналь Т.М. Розвиток наукових основ розрахункової оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій за умов впливу параметричних температурних режимів пожеж: дис. ... д-ра техн. Наук : 21.06.02. Львів, 2019. 394 с.

4. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Зміна №1. [Чинний від 2019-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 19 с.

**УДК 614.8**

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНОСИЛОКСАНОВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ СПЛАВІВ АЛЮМІНІЮ**

**Вовк С.Я.**, кандидат технічних наук, доцент,

**Пастухов П.В.**, кандидат технічних наук

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Сучасне будівництво давно вже перестало вражати нас висотою будинків, необхідно відзначити, що це стало можливим завдяки сучасним будівельним матеріалам і конструкціям. Центральне місце серед них займають сплави із алюмінію. Завдяки високим механічним властивостям, легкості та корозійній стійкості конструкції із сплавів на основі алюмінію досить широко використовуються в несучих і огорожувальних конструкціях будівель і споруди. Серед переваг є і недоліки: підвищена чутливість до дії високих температур. Також існуюча нормативна база в галузі пожежної безпеки висуває до них високі вимоги щодо вогнестійкості. При необхідності вогнезахисту можуть підлягати всі види конструкцій незалежно від матеріалу з якого вони виготовлені (сталеві, залізобетонні, алюмінієві, дерев'яні).

Основні етапи вогнезахисту полягають: визначення ступеня вогнестійкості будівлі; визначення класів вогнестійкості будівельних конструкцій для даного ступеня вогнестійкості будівлі; аналіз умов проведення вогнезахисних робіт, умови експлуатації вогнезахисного покриття; підбір вогнезахисного засобу згідно нормативних, естетичних, економічних та інших умов; розробка проекту проведення вогнезахисних робіт; вогнезахисна обробка будівельних конструкцій; здача-приймання виконаних вогнезахисних робіт; період експлуатації.

Одним із ефективних способів забезпечення вогнестійкості конструкцій із сплавів на основі алюмінію є застосування вогнезахисних покривів, особливо тонкошарових реактивних покриттів інтумесцентного типу (що спучується) з метою уповільнення досягнення граничних станів конструкцій в умовах пожежі. Інтумесцентні вогнезахисні покриття (ІВП) – це клас матеріалів, які під дією високих температур утворюють пористий шар, об'єм якого в багато разів (20-80) перевершує початковий об'єм покриття і має низьку теплопровідність, захищає поверхню від впливу як високих температур (теплового випромінювання), так і безпосередньо від відкритого полум'я [1].

Тому вивчення характеру зміни вогнестійкості конструкцій із алюмінієвих сплавів актуальне для підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів, побудованих на їх основі.

В основу вибору вихідних композицій для вогнезахисних покриттів закладено можливість утворення на поверхні об'єкта вогнезахисту теплоізоляційного інтумесцентного шару покриття, стійкого до дії високих температур. Властивості та характеристики вогнезахисних покриттів, що використані для проектування, мають бути оцінені для перевірки того, що впродовж відповідного вогневого впливу зберігається висока адгезія покриття з основою та його цілісність.

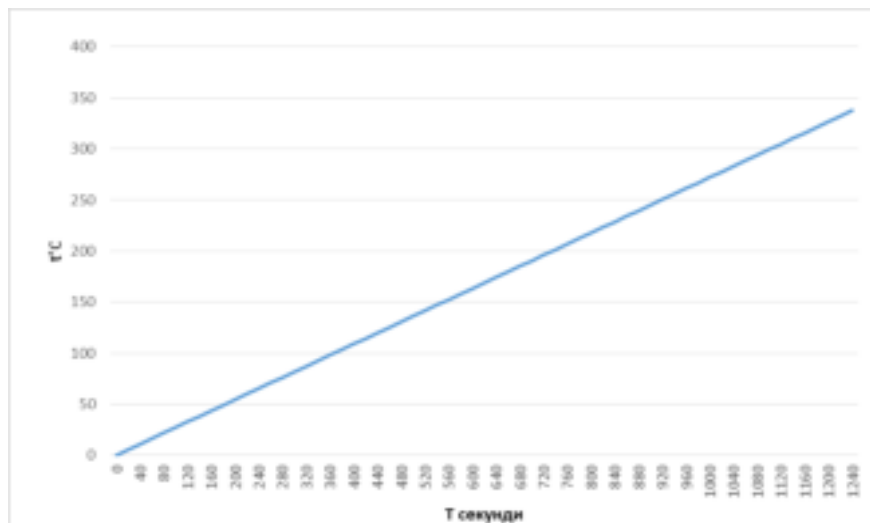
Враховуючи фізичні властивості в якості компонентів, як наповнювачів для отримання вихідних композицій застосовували поліметилфенілсилоксановий лак (зв'язка) та оксиди цинку, хрому і алюмінію як наповнювачі у відповідному співвідношенні. Утворення седиментаційностійких суспензій проходило при спільному диспергуванні компонентів у кульових млинах. Покриття наносили завтовшки 0,8 – 1,0 мм на взірці із алюмінієвого сплаву [2].

Встановлено, що при кімнатній температурі протягом 24 годин відбувається висихання покриттів з утворенням адгезійноміцного покриття. При нагріванні зразків до 250 °С за рахунок поліметилфенілсилоксана адгезійна міцність зберігається.

В інтервалі температур 300-400°С внаслідок термоокислювальної деструкції поліметилфенілсилоксану та газовиділення відбувається спучування покриття з утворенням теплоізоляційного дрібнопористого шару. Залежно від швидкості нагрівання коефіцієнт спучування знаходиться в межах 10-12 раз. При цьому коефіцієнт теплопровідності змінюється від 0,8 до 0,02 а адгезійна міцність зменшується незначно. [3,4]

Розрахунково [5] встановлено, що вогнестійкість конструкцій із сплавів алюмінію покритих запропонованим покриттям на основі поліметилфенілсилоксану збільшується в 3-3,1 рази до критичної температури 250 °С порівняно з непокритими (рис.1.), також підтверджують ефективність застосування покриттів на основі поліметилфенілсилоксану результати аналітичних розрахунків розподілу нестационарного температурного поля по товщині конструкції, захищеної вогнезахисним покриттям для сталевих конструкцій, що описуються диференціальним рівнянням теплопровідності [6].

Висновок. Отримані результати підтверджують можливість застосування запропонованих покриттів для збільшення вогнестійкості конструкцій із алюмінієвих сплавів, як мінімум в три рази.



**Рисунок 1** – Розрахункова температура прогріву взірця із алюмінієвого сплаву захищеного запропонованим покриттям.

### **Література**

1. Веселівський Р.Б., Смоляк Д.В. (2021). Способи вогнезахисту металевих будівельних конструкцій. Пожежна безпека, 39, 63-76. <https://doi.org/10.32447/20786662.39.2021.08>.
2. Башинський О. І. Температуростійкі силікатні покриття для металів та сплавів на основі наповненого поліметилфенілсилоксану / О. І. Башинський, М. М. Гивлюд, С. Я. Вовк // Пожежна безпека : зб. наук. пр. №18. 40-45 С. 2011.
3. Вовк С.Я. Підвищення вогнестійкості конструкцій з алюмінієвих сплавів. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. С. 26-30. 2015р.
4. Вовк С.Я. Залежність процесу масопереносу у зоні контакту покриття підкладка від температури нагрівання. Пожежна безпека, 23-27 С. 2019.
5. ДСТУ - Н EN 1999-1-2: 2010 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.
6. Пазен О.Ю., Вовк С.Я., Башинський О.І., Пелешко М.З. Визначення ефективності вогнезахисного покриття на основі поліметилфенілсилоксану для сталевих будівельних конструкцій. Пожежна безпека, (32), 55-62 С. 2018.

УДК 614

**ВИКОРИСТАННЯ РЕЧОВИН ПІД ЧАС ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДЛЯ  
ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ****Груздова В.О.,  
Колошко Ю.В.****Національний університет цивільного захисту України**

У процесі своєї життєдіяльності людина впливає на навколишнє природне середовище та змінює його на краще. Пожежі являють собою додатковим фактором негативного антропогенного впливу на довкілля, що виступають надзвичайними ситуаціями техногенного характеру. Під час цього в умовах урбанізованого середовища у навколишнє середовище потрапляють значні кількості продуктів горіння як природних, так і штучних матеріалів. Останні не є характерними для природного атмосферного повітря, відповідно, їх вплив на живі організми потребує часто додаткового дослідження. У містах, що виступають осередками скупчення людей, дослідження впливу на урбоєкосистеми пожеж, продуктів горіння та вогнегасних речовин потребує ще більшої уваги.

Окремим питанням виступає також вплив на довкілля та людину речовин, що використовуються у пожежогасінні, та продуктів їх розпаду [1, 2]. З урахуванням зростання кількості надзвичайних ситуацій у світі, і, зокрема, пожеж [3] чинник забруднення довкілля даними речовинами набуває все більшої актуальності. Так, екологічні властивості вогнегасних речовин вказуються у сертифікатах на продукцію, у літературі розглядаються характеристики екологічно прийнятних вогнегасних речовин [4] та вплив різних сполук, що використовують у пожежогасінні, на довкілля [1]. Серед вогнегасних речовин можна виділити піни, порошки, аерозолі, гази, гелеутворюючі системи, водні розчини з добавками та просто воду [5].

Вода є найбільш доступною й універсальною у використанні, є найбільш поширеною вогнегасною речовиною. Гасіння пожеж водою є дешевим та доступним. Піни застосовуються для гасіння пожеж твердих або рідких речовин, що не вступають у взаємодію з водою. Гази, що використовуються у пожежогасінні – це діоксид вуглецю, азот, водяна пара, аргон, димові гази; їх поділяють на гази, що розбавляють атмосферу та хладони (інгібітори). Порошкові речовини мають високу вогнегасну ефективність, можливість застосування під час мінусових температурах, їх використовують для гасіння металів, газового полум'я. Пошук більш екологічно безпечних та ефективних вогнегасних речовин привів до появи гелеутворюючих систем, піноскла, вогнегасних речовин на основі природних сполук тощо [1, 5].

Вивчення екологічних характеристик вогнегасних речовин носить різноплановий характер. Розглядається їх вплив на довкілля за класами небезпеки сполук [4], за впливом на ґрунти або водні об'єкти [2,3] або за їх біоаккумуляційними властивостями [6] тощо. Кожен з підходів має свої обмежувальні параметри та особливості застосування. Окремою складовою йде регламентація екологічних характеристик вогнегасних речовин у нормативній документації та у стандартах України та інших держав, зокрема, має місце неоднозначність підходів та вимог, або, взагалі, їх відсутність.

Метою роботи є дослідження екологічних характеристик, як окремих представників однієї з груп вогнегасних речовин.

Робота базується на розумінні хімічної природи вогнегасних речовин та їх кількісного та якісного складу. Дослідження здійснювали із використанням пакету прикладних програм, що дозволяють оцінити екологічні властивості вогнегасних сполук за їх 2D або 3D структурою.

Зокрема, у роботі для низки хімічних сполук, що формують склад пін для пожежогасіння, отримано 2D формули речовин. У якості зразків використано фторвмісні піноутворювачі та піни, що містять поверхнево-активні речовини. Під час цього з акцентовано увагу на структурі основних компонентів та допоміжних речовин органічної природи.

Надалі з використанням визначених дескрипторів у одному з методів Quantitative Structure Property Relationships (QSAR) для досліджуваних сполук отримано значення LC<sub>50</sub> (Fathead minnow), LC<sub>50</sub> (Daphnia magna), IGC<sub>50</sub> (Tetrahymena pyriformis) й коефіцієнту біоаккумуляції та проведено порівняльний аналіз їх екологічних характеристик. Додатково визначено екотоксичність цих вогнегасних речовин.

Запропоновано рекомендації щодо застосування у практиці пожежогасіння речовин з кращими екологічними характеристиками.

Окреслено подальші шляхи досліджень та пошуку більш екологічно безпечних вогнегасних сполук.

### **Література**

1. Valentyna Loboichenko, Victor Strelets, Maya Gurbanova, Andriy Morozov, Pavlo Kovalov, Roman Shevchenko, Tetiana Kovalova and Roman Ponomarenko, Review of the Environmental Characteristics of Fire Extinguishing Substances of Different Composition used for Fires Extinguishing of Various Classes. Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. 14: 5925-5941.

2. Loboichenko V., Leonova N., Strelets V., Morozov A., Shevchenko R., Kovalov P., Ponomarenko R. and Kovalova T. Comparative Analysis of the Influence of Various Dry Powder Fire Extinguishing Compositions on the Aquatic Environment. Water and Energy International. 2019. Volume 62/RNI, №.7. P. 63 - 68.

3. CTIF 2020 Report № 25. 67 p. URL:  
[https://www.ctif.org/sites/default/files/2020-06/CTIF\\_Report25.pdf](https://www.ctif.org/sites/default/files/2020-06/CTIF_Report25.pdf).

4. Антонов А.В. Наукові основи розроблення екологічно прийнятних вогнегасних речовин та технологій їх застосування. Екологічна безпека та технології захисту довкілля. 2019. № 1. С. 88 - 103.

5. И.Ф. Дадашов, В.М. Лобойченко, В.М. Стрелец, М.А. Гурбанова, Ф.М. Гаджизаде, А.И. Морозов. Об экологических характеристиках огнетушащих веществ, используемых при тушении нефти и нефтепродуктов. SOCAR Proceedings. 2020. Выпуск 1. С. 79 – 84.

6. Гурбанова, М. А., Лобойченко, В. М., Шевченко, Р. И., Дадашов, И. Ф. Анализ экологических характеристик основных органических компонентов пенообразователей, используемых в пожаротушении. Technogenic and ecological safety. 2020. 7(1/2020), С. 27 – 37. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3780065>.



УДК 614.835

## **ВОГНЕПЕРЕШКОДЖУВАЧІ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВИРОБНИЧИХ КОМУНІКАЦІЙ НА ОСНОВІ ПРИРОДНИХ ЦЕОЛІТІВ**

**Ференц Н.О.**, кандидат технічних наук, доцент,

**Керод І.Б.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Вагомою причиною виникнення небезпечних аварій та пожеж на виробництві є відсутність надійних систем запобігання і локалізації аварій. Це спричиняє прогресуючий розвиток пожеж – розлив рідин, виникнення нових осередків горіння, вибухів, що значно збільшує тривалість гасіння, а іноді і взагалі не дає можливості вести боротьбу з вогнем.

В технологічних апаратах і виробничих комунікаціях хімічної, газової, нафтохімічної, вугільної та інших галузей промисловості з метою локалізації горіння на певній ділянці технологічної схеми, запобігання поширення полум'я використовують сухі вогнеперешкоджувачі. Такі пристрої захищають виробничі комунікації, якими переміщуються газо-пароповітряні вибухопожежонебезпечні суміші. Дія вогнеперешкоджувачів базується на гасінні полум'я в вузьких каналах, через які вільно проходить горюча суміш і продукти горіння, а полум'я, розділене на дрібні потоки, поширюватися не може.

За принципом будови вогнеперешкоджувачі можуть бути: сітчастими, стрічковими, або пластинчастими, щілиноподібними, з насадкою із гранульованого або пористого матеріалу, рідинні запобіжні затвори.

Аналіз даних про вогнеперешкоджувачі, які експлуатуються у виробництві показав, що основним їх недоліком є низька вогнестійкість. Тривалість захисної дії промислових серійних вогнеперешкоджувачів (0,1...0,3 год) недостатня для ліквідації аварійної ситуації.

**Мета роботи** – удосконалення вогнеперешкоджувачів для протипожежного захисту технологічних апаратів та трубопроводів шляхом використання в якості насадки природних цеолітів.

Конструктивні елементи вогнеперешкоджувача повинні витримувати силові навантаження, які виникають при розповсюдженні полум'я і тиск, на який розрахований пристрій [1, 2]. Вони не повинні деформуватися при локалізації полум'яного горіння протягом часу, який рівний часу збереження працездатності при дії полум'я. При використанні у вогнеперешкоджувачі в якості полум'ягасильного елемента гранульованого матеріалу гранули повинні мати кулеподібну чи близьку до неї форму. Вони повинні бути з жароміцних і корозійностійких матеріалів. Максимальна температура поверхні корпусу вогнеперешкоджувача, який розташовується в горючому середовищі (горючі гази, пара, пил), повинна бути не менше ніж на 20 % нижча від температури самозаймання вказаних горючих речовин.

З урахуванням вказаних вимог запропоновано в якості насадки використовувати природні цеоліти Сокирицького родовища (Закарпатська обл.).

Застосування природних цеолітів для підвищення рівня пожежної безпеки зумовлено їх фізико-хімічними властивостями. Цеоліти – алюмосилікати, які містять оксиди лужних і лужноземельних металів і характеризуються впорядкованою регулярною структурою пор, в кристалічній ґратці цеолітів знаходяться молекули води, яка вилучається при нагріванні [3].

Цеоліти мають високу теплоємність, що дає можливість використовувати їх як охолоджувальний агент. Цеолітова порода легко піддається механічній обробці – розмелюванню, розсіюванню на фракції, пресуванню, формуванню, що дає можливість створити різноманітні технічні форми.

Рентгенофазові дослідження природних цеолітів показали, що цей матеріал складається в основному з клиноптилоліту ( $d/n=0,898; 0,395; 0,296$  нм), невелика інтенсивність дифракційних максимумів  $d/n=0,334; 0,245; 0,228; 0,181$  нм вказує на незначний вміст кварцу ( $\text{SiO}_2$ ). Середня густина цеолітової породи  $1780...1900$  кг/м<sup>3</sup>, пористість –  $21,4...27,5$  %, водопоглинання –  $11...13$  %, міцність на стиск –  $45...75$  МПа. За результатами хімічного аналізу, природний цеоліт має такий склад, мас. %:  $\text{SiO}_2 - 68,72$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 13,45$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 1,63$ ;  $\text{CaO} - 2,64$ ;  $\text{K}_2\text{O} - 4,21$ ;  $\text{Na}_2\text{O} - 2,35$ .

Аналіз мікроструктури цеолітової породи (збільшення у 10000 раз) показав, що їй властива пориста структура з виразною просторовою орієнтацією. Кристали основного мінералу – клиноптилоліту мають пластичний габітус, незважаючи на те, що він належить до каркасних алюмосилікатів, тобто його структура тривимірна із системою каналів і вікон. Невідповідність форми кристалів структурі клиноптилоліту спричинена неоднорідністю хімічних зв'язків на певних кристалографічних напрямках. В кінцевому це призводить до утворення в його структурі слабозв'язаних алюмоокисневих шарів та проявляється у вигляді пластинчастих кристалів і спайності.

Поведінка природних цеолітів в процесі зростання температури до  $1000^\circ\text{C}$  вивчалась з допомогою диференційно-термічного методу аналізу. При нагріванні цеолітової породи в температурному інтервалі до  $200^\circ\text{C}$  відбувається вилучення фізично зв'язаної води із гідрослюдистих мінералів. В цьому ж температурному інтервалі починається вилучення і цеолітної води клиноптилоліту, яке завершується при температурі  $530^\circ\text{C}$ . Процеси дегідратації мінералів цеолітових порід є плавним і не супроводжуються руйнуванням структури.

Розрахунковим параметром вогнеперешкоджувачів є критичний канал полум'ягасильного елемента – мінімальний діаметр каналу полум'ягасильного елемента, через який може поширюватися полум'я стаціонарної парогазової суміші, його розраховували за формулою:

$$\delta_{кр} = \frac{Pe_{кр} \cdot R \cdot (t_p + 273) \cdot \lambda_c}{u_n \cdot C_{p,c} \cdot P_p},$$

де:  $\delta_{кр}$  – критичний діаметр каналів сухого вогнеперешкоджувача[м];  
 $t_p$  – початкова (робоча) температура горючої суміші, [°C];  
 $P_p$  – початковий (робочий) тиск горючої суміші, [Па];  
 $R$  – питома газова стала горючої суміші, [Дж/кг·K];  
 $u_n$  – нормальна швидкість поширення полум'я, [м/с];  
 $\lambda_c$  – коефіцієнт теплопровідності горючої суміші, [Вт/(м·K)];  
 $C_{p,c}$  – коефіцієнт теплоємності горючої суміші, [Дж/кг·K].

Розраховано критичні діаметри полум'ягасильних каналів насадки із цеолітової породи для різноманітних парогазоповітряних повітряних сумішей: етаноповітряних, метаноповітряних, бензиноповітряних, бензолповітряних та пропаноповітряних, що становить діаметр каналу змінюється в межах 2,2..5,1 мм.

Таким чином, в роботі доведена ефективність використання в якості полум'ягасильного елемента вогнеперешкоджувачів природних цеолітів Сокирицького родовища.

### **Література**

1. Резервуари вертикальні циліндричні сталеві для нафти та нафтопродуктів: ДСТУ Б В.2.6–183:2011. [Чинний з 01.010.2012 ]. Київ: УкрНДІпроектстальконструкція, 2011. 31 с.
2. Ференц Н.О., Павлюк Ю.Е. (2018). Вогнеперешкоджувачі на основі відходів цеолітних каталізаторів типу «Цеосор А». Пожежна безпека, (32), 69-73.
3. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. 784 с.

УДК 614.841.45

**ВОГНЕЗАХИСТ МЕТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ  
ПЛЯХОМ ФАРБУВАННЯ/ЛАКУВАННЯ****Смоляк Д.В.,****Р.Б. Веселівський, кандидат технічних наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Одним з ефективних та широко розповсюджених способів вогнезахисту металевих конструкцій є застосування інтумесцентних реактивних покриттів. Наукові праці та дослідження щодо застосування таких покриттів зосереджені на пошуку нових ефективних складів речовин, які під дією температур пожежі будуть захищати металеву конструкцію а відповідно і підвищувати її межу вогнестійкості до нормованого класу [1].

Для реалізації цього способу вогнезахисту будівельних металевих конструкцій найбільш розповсюдженим є застосування реактивних (інтумесцентних) вогнезахисних покриттів. Інтумесцентні вогнезахисні покриття являють собою матеріал, що нанесений тонким шаром на металеву конструкцію для підвищення її межі вогнестійкості при пожежі. Ці покриття під дією високих температур утворюють пористий теплоізоляційний шар завдяки спучуванню та збільшенню у розмірах, що і сприяє зниженню теплопровідності на поверхні металевої конструкції.

Основні характеристики інтумесцентних фарб наведено у таблиці 1 [2]

**Таблиця 2**

Характеристики основних видів інтумесцентних фарб

Властивості	Водні	Органорозчинні	Епоксидні	З терморозширеним графітом
1	2	3	4	5
Умови нанесення	Вище 5 °С, вологість не впливає	Вище 0 °С, вологість до 80%	Вище 5 °С, вологість до 80%	Вище 0 °С, вологість до 80%
Експлуатація	Всередині приміщень	Всередині приміщень	Всередині і зовні приміщень	Всередині і зовні приміщень
Леткі органічні сполуки	Практично відсутні	До 35%	До 20%	До 65%
Час висихання	8 год	8 год	24 год	10 год

1	2	3	4	5
Токсикологічні фактори	Мінімальний вплив	Шкідливо для здоров'я і навколишнього середовища	Середній рівень впливу	Шкідливо для здоров'я і навколишнього середовища
Режим пожежі	Стандартний	Стандартний	Стандартний і вуглеводневий	Стандартний і короточасний вуглеводневий

У [27] визначено, що система реактивного покриття складається з ґрунтовки, самого реакційноздатного покриття та верхнього (фінішного) покриття. У деяких випадках використовується армувальна сітка. Ґрунтовка наноситься безпосередньо на сталеву поверхню для захисту від корозії та забезпечує адгезію реакційноздатного покриття. На ґрунтову поверхню наноситься реакційноздатне покриття, що забезпечує хімічну реакцію (спучування) при нагріванні. Фінішне покриття наноситься на реакційноздатне покриття для захисту від впливу навколишнього середовища.

Вигляд будівельної металевої конструкції з нанесеним вогнезахисним інтумесцентним покриттям схематично представлено на рисунку 1.



**Рисунок 1** – Вигляд будівельної металевої конструкції з нанесеним вогнезахисним інтумесцентним покриттям до та після пожежі

На сучасному ринку як України, так і світу представлена велика кількість фарб та лаків, що призначені для підвищення межі вогнестійкості будівельних металевих конструкцій. Перелік та основні характеристики сертифікованих в Україні реактивних (інтумесцентних) вогнезахисних покриттів наведено у [4].

До переваг інтумесцентних вогнезахисних покриттів слід віднести простоту нанесення на будівельну конструкцію і універсальність. Вони мають широку сферу умов застосування (температура, вологість, вплив навколишнього середовища), досить тривалий термін експлуатації та довговічність. Нанесене покриття не потребує додаткової обробки, має хороші адгезійні властивості та не впливає на загальний естетичний та архітектурний вигляд захищеної металевої конструкції.

Основним недоліком інтумесцентних покриттів є наявність у їх складі комплексу хімічних речовин, які при впливі на них пожежі можуть мати негативний вплив на організм людини та навколишнє природне середовище.

**Висновок.** Отже, дослідження спрямовані на пошук нових вогнезахисних інтумесцентних покриттів, що забезпечують необхідну для використання металевих конструкцій межу вогнестійкості, зі складами, котрі при пожежі будуть виділяти менше токсичних речовин є актуальними та перспективними.

### **Література**

1. Веселівський Р. Б., Смоляк Д.В. Способи вогнезахисту металевих будівельних конструкцій. Пожежна безпека. 2021. № 39. С. 63–76.
2. Український центр сталевих будівництва. Рекомендації щодо вибору вогнезахисту : офіц. сайт. URL: <https://uscc.ua/vognezahyst-stalevyh-konstruktsiy> (дата звернення 12.11.2021).
3. ETAG № 018-2:2013. Guide for the European technical approval of fire protective products. Part 2: Reactive coatings for fire protection of steel elements.
4. Калафат К., Вахитова Л. Каталог средств огнезащиты стальных конструкций 2017. Публикация.Метінвест. 2017. 91 с.

УДК 614.841

## **ВПЛИВ СОЛЕЙ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ НА ГОРЮЧИСТЬ ЕПОКСИПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Лавренюк О.І.**, кандидат технічних наук, доцент,

**Михалічко Б.М.**, доктор хімічних наук, професор

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Підвищена пожежна небезпека, зумовлена горючістю й супутніми процесами, є одним із найважливіших факторів, що стримує впровадження різноманітних полімерних матеріалів та виробів на їх основі у різні сфери життєдіяльності. Аналіз процесу горіння полімерів, який включає як хімічні реакції деструкції, зшивання та карбонізації полімеру в конденсованій фазі, хімічні перетворення та окиснення в газовій фазі, так і фізичні процеси інтенсивних тепло- та масопередачі, є основною передумовою створення нових ефективних способів зниження їх горючості. Відтак основні способи зниження горючості базуються на зміні теплового балансу полум'я завдяки збільшенню тепловтрат, зниженні потоку тепла від полум'я до полімеру завдяки утворенню захисного шару, зменшенні швидкості газовиділення при розкладі полімеру, зміні співвідношення горючих і негорючих продуктів розкладу полімерного матеріалу на користь негорючих.

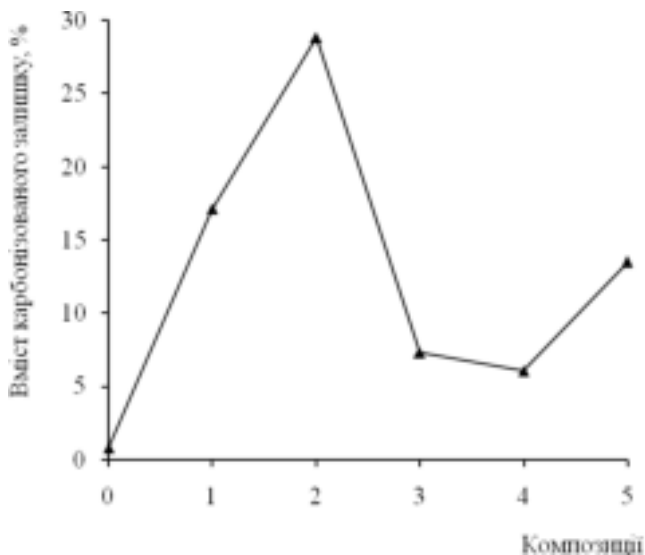
Важливим процесом, який впливає на всі стадії горіння полімерів, є утворення карбонізованого залишку при дії полум'я на полімер. Внаслідок цього знижується вихід горючих продуктів в газову фазу, зменшення потоку горючих газів до полум'я. В умовах інтенсивної пожежі вуглець, який залишається в твердій фазі може потрапити в полум'я і окиснитися до карбон(IV) оксиду з виділенням значної кількості тепла. Однак, в аспекті ініціювання процесу горіння ефект від утворення карбонізованого залишку має вагоме значення.

Але ефект від утворення карбонізованого залишку зводиться не лише до зниження виходу горючих речовин. Карбонізований шар, який утворюється на поверхні полімеру, створює своєрідний бар'єр між полум'ям і матеріалом, екрануючи полімер від теплового потоку, змінює тепловий баланс в бік збільшення тепловтрат, наприклад, тепловтрат випромінюванням від поверхні карбонізованого шару, який нагрітий до значно вищих температур, ніж поверхня полімеру, чи конвективних тепловтрат.

Для більшості вуглеводневих полімерів зі збільшенням виходу карбонізованого залишку при піролізі знижується горючість. А напрямок деструкції полімеру, насамперед, залежить від хімічної будови полімеру. Наявність міцних зв'язків, ароматичних чи гетеро ароматичних груп в молекулі полімеру призводить до зростання виходу карбонізованого залишку. Завдяки такій закономірності можна прогнозувати горючість нових полімерів та здійснювати їх керовану модифікацію.

Враховуючи схильність солей перехідних металів до комплексотворення, а також їх участь в процесі структурування епоксіамінних композицій, актуальним є встановлення закономірностей їх впливу на утворення карбонізованого залишку, а відтак і на горючість полімерних матеріалів на основі епоксидних смол. Як видно з наведених результатів експериментальних досліджень (рис. 1), найменший вихід карбонізованого залишку (0,8%) притаманний немодифікованій композиції. Введення солей купруму(II) призводить до збільшення виходу карбонізованого залишку епоксіамінних композицій в умовах термоокисної деструкції. Найвище значення цього показника, що становить 28,8%, визначене для композиції з вмістом купрум(II) карбонату.

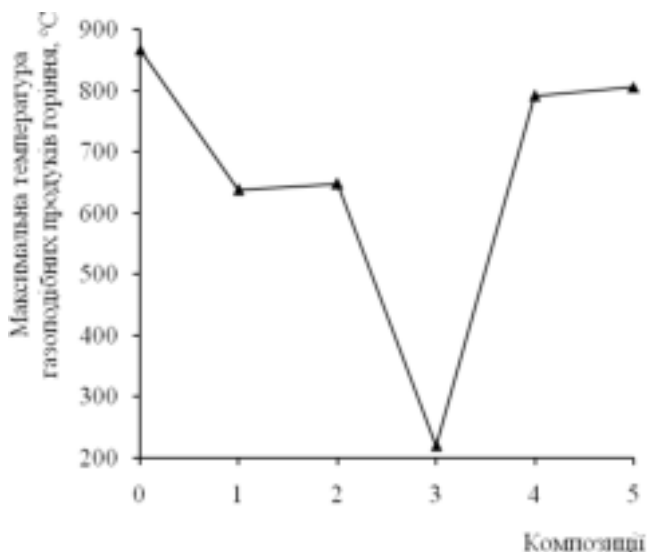
Результати визначення групи горючості епоксиполімерних матеріалів свідчать про те, що введення в епоксіамінну композицію солей *d*-металів призводить до зниження показників групи горючості, а саме зниження максимальної температури газоподібних продуктів горіння, зниження втрати маси зразків та збільшення часу досягнення максимальної температури газоподібних продуктів горіння.



**Рисунок 1** – Вплив антипіренів на вміст карбонізованого залишку в епоксіамінних композиціях:

0 – немодифікована композиція; 1 –  $\text{CuSO}_4$ ; 2 –  $\text{CuCO}_3$ ; 3 –  $\text{CuSiF}_6$ ; 4 –  $\text{CuF}_2$ ; 5 –  $\text{CuCl}_2$





**Рисунок 2** – Вплив антипіренів на максимальну температуру газоподібних продуктів горіння епоксіамінних композицій:

0 – немодифікована композиція; 1 –  $\text{CuSO}_4$ ; 2 –  $\text{CuCO}_3$ ; 3 –  $\text{CuSiF}_6$ ; 4 –  $\text{CuF}_2$ ; 5 –  $\text{CuCl}_2$

Передбачено, що одним із можливих механізмів антипіренової дії солей перехідних металів, а зокрема солей купруму, на горіння полімерних матеріалів на основі епоксіамінних композицій є поява координаційних зв'язків  $\text{Cu(II)} \leftarrow \text{N}$  поряд зі здатністю молекул амінного затвердника епоксидних смол хелатувати атоми металу. Все це стало ключовою передумовою отримання важкогорючих епоксіполімерних матеріалів, схильних до самозгасання в умовах горіння.

### Література

1. Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. Епоксидна композиція зі зниженою горючістю Патент на винахід №109187. Україна. Заявл. 07.10.2013, №а201311816, Опубл. 27.07.2015.

2. Лавренюк О.І., Михалічко Б.М., Пастухов П.В. Самозгасаюча епоксидна композиція зі зниженим димоутворенням Патент на винахід №114557. Україна. Заявл. 15.10.2015, №а201510072, Опубл. 26.06.2017.

3. Лавренюк О.І., Михалічко Б.М., Пархоменко В.-П.О. Антипірен-отвердзувач для епоксидних смол та самозгасаюча епоксіамінна композиція Патент на винахід № 118709. Україна. Заявл. 06.03.2017, №а201702083, Опубл. 25.02.2019.

УДК 351.862.1

**ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ І ТЕХНОГЕННОЇ  
БЕЗПЕКИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ УКРАЇНСЬКОГО  
ДЕРЖАВОТВОРЕННЯ**

**Бойко О.А.**, кандидат наук з державного управління,  
**Інститут державного управління та наукових досліджень  
з цивільного захисту**

Вирішення питань посилення пожежної безпеки залишається пріоритетним і в значній мірі залежить від організації державного управління у сфері пожежної і техногенної безпеки, формування та реалізації державної політики на цьому важливому напрямку роботи.

Державне управління – діяльність держави (органів державної влади), спрямована на створення умов для якнайповнішої реалізації функції держави, основних прав і свобод громадян, узгодження різноманітних груп інтересів у суспільстві та між державою і суспільством, забезпечення суспільного розвитку відповідними ресурсами [1, с. 150].

Аспекти інституційного розвитку та практичні засади державного управління у сфері пожежної і техногенної безпеки досліджували у своїх наукових працях та статтях М. Андрієнко, В. Андронов, С. Артем'єв, П. Волянський, С. Говорун, С. Домбровська, В. Квашук, В. Ковальчук, Н. Клименко, С. Крук, М. Кулешов, А. Любінський, С. Мосов, В. Міллер, В. Михайлов, Ю. Рак, В. Садковий, В. Сидоренко, А. Слюсар, А. Терент'єва, В. Федорчак, Ю. Харламова, А. Харчук, Т. Чубіна, Р. Шевчук, О. Шевченко, І. Шпильовий та інші.

С. Говорун у своїй статті дослідив теоретико-методологічні засади державного управління у сфері забезпечення пожежної безпеки в Україні. Розглянуто основні методологічні підходи до здійснення державного управління у сфері пожежної безпеки в Україні. Доведено, що тільки органічне поєднання праксеологічного, ризик-орієнтованого й аудит-орієнтованого методологічних підходів дасть максимальну користь державному управлінню у сфері забезпечення пожежної безпеки щодо зменшення негативних наслідків від пожеж та інших надзвичайних ситуацій, що пов'язані з ними. Автор доходить до думки, що визначальним та таким, що завдає напрямок діяльності та розвитку всього державного управління у сфері пожежної безпеки, повинен бути активний, праксеологічний підхід, як такий, що є основним вектором динаміки роботи всієї системи державного управління [2].

С. Мосов та Т. Чубіна досліджують механізми процесу формування управлінських рішень (на прикладі сфери пожежної безпеки). У статті з'ясовано співвідношення понять «процес» і «механізм» у площині державного управління. Доведено, що у ході процесу відбувається

перетворення вхідного інформаційного матеріалу, а у ході іншого процесу – механізму здійснюються дії, завдяки яким робиться це перетворення. Ураховуючи, що діяльність органів державного управління сферою пожежною безпекою базується на процесі формування та реалізації управлінського рішення, якому підпорядковуються всі інші процеси, досліджено складові загального механізму здійснення зазначеного процесу, який враховує особливості кожного етапу процесу і є комплексним [3].

В дисертаційному дослідженні автора публікації глибоко аналізуються питання нормативно-правового забезпечення державного управління у сфері пожежної і техногенної безпеки в сучасних умовах українського державотворення, вдосконалення Кодексу цивільного захисту України як основи організації державного управління у сфері пожежної і техногенної безпеки, публічного управління у сфері пожежної безпеки на регіональному та субрегіональному рівнях, на рівні територіальних громад [4].

Законом України від 21 квітня 2022 року № 2228 – IX внесено зміни до деяких законодавчих актів України та розмежовано повноваження у сфері цивільного захисту між Міністерством внутрішніх справ України та Державною службою України з надзвичайних ситуацій.

На Державну службу України з надзвичайних ситуацій покладено зокрема, завдання реалізації державної політики у сфері гасіння пожеж, пожежної та техногенної безпеки За Міністерством внутрішніх справ України закріплено повноваження формування державної політики у сфері цивільного захисту, зокрема у сфері гасіння пожеж, пожежної та техногенної безпеки [5].

Слід відмітити, що робота над цим законопроектом тривала з 25 квітня 2014 року, з того часу коли Кабінетом Міністрів України спрямування та координацію діяльності ДСНС покладено на Міністра внутрішніх справ (замість Міністра оборони).

Триває вжиття комплексних заходів щодо реалізації вимог Указу Президента України від 24 грудня 2019 року № 948/2019 «Про невідкладні заходи щодо запобігання пожежній небезпеці в Україні» [6]. Серед них: впровадження ефективної системи запобігання пожежам для зменшення загибелі людей; створення мережі місцевої і добровільної пожежної охорони; участь у розбудові «єдиного аеромедичного простору»; створення «європейського хабу пожежної безпеки»; підвищення спроможностей служби тощо.

Актуальними є формування у населення культури безпеки, підвищення рівня обізнаності, починаючи з дитячого віку, про вимоги безпеки та порядок дій у разі виникнення пожеж та надзвичайних ситуацій, шляхом проведення навчання та ефективної роз'яснювальної роботи, зокрема здійснення посиленних рейдів за участю ЗМІ та громадських організацій з інформування громадян щодо правил пожежної безпеки в побуті; надання методичної та

практичної допомоги органам місцевого самоврядування у створенні пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення добровільної та/або місцевої пожежної охорони, в тому числі у складі центрів безпеки, зокрема шляхом проведення робочих зустрічей, нарад, семінарів, засідань круглих столів та інших заходів; збільшення парку пожежних літаків для виконання завдань з гасіння лісових пожеж в екосистемах України та за її межами; запровадження відеофіксації здійснення усіх заходів державного нагляду у сферах пожежної, техногенної безпеки, цивільного захисту та ліцензування тощо.

Гарантування пожежної безпеки є важливим напрямком роботи і місцевої влади. Цьому сприяє активне створення центрів безпеки, місцевих пожежних команд, запровадження руху добровільних пожежних. Адже додаткові сили та засоби гарантують більшу безпеку для громадян, особливо в сільській місцевості, дозволяють розпочинати рятування людей і гасіння пожежі не пізніше ніж через 10 – 20 хвилин з моменту виклику. Ця робота помітно активізувалась під час проведення адміністративно-територіальної реформи в державі, реформування місцевого самоврядування, децентралізації влади на місцях.

Як свідчить статистика, наведена в Публічному звіті Голови ДСНС про результати роботи у 2021 році та розміщена на вебсайті ДСНС, на 1 січня 2022 року в сільській місцевості поряд з підрозділами ДСНС виконують завдання щодо захисту населення від пожеж та надзвичайних ситуацій 1 тис. 146 місцевих пожежних команд та 1 тис. 182 добровільні пожежно-рятувальні підрозділи, утворені та функціонують 39 центрів безпеки.

Тому довгоочікуваним стало прийняття Закону України від 21.04.2022 № 2230 – IX «Про внесення зміни до статті 7 Закону України «Про передачу об'єктів права державної та комунальної власності» (щодо передачі цілісних майнових комплексів державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин) та іншого майна Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту). Цей Закон надає змогу ДСНС здійснювати функції щодо передачі до сфери управління територіальних громад пожежних депо та пожежних машин, які не використовуються і не плануються для використання в підрозділах ДСНС, що є дуже важливим в умовах проведення подальшої децентралізації влади, створення підрозділів місцевої пожежної охорони та добровільних пожежних дружин [7].

На виконання доручень Кабінету Міністрів України ДСНС спільно з Міністерством розвитку громад та територій України сформовано електронну мапу з нанесенням існуючої та перспективної мережі пожежно-рятувальних підрозділів (державних та місцевих) і центрів безпеки громадян, опрацьовано питання впровадження типових проектів пожежних депо різного рівня для територіальних громад. Це дозволяє визначати оптимальну кількість підрозділів, які першочергово необхідно створити для забезпечення належного захисту

населення, з урахуванням реформування адміністративно-територіального устрою держави.

Однак ситуація з рівнем пожежної безпеки в Україні залишається тривожною. Інститутом державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту проведено аналіз пожеж за 8 місяців 2022 року. За цей період в Україні зареєстровано 64 тис. 65 пожеж. Порівняно з аналогічним періодом 2021 року кількість пожеж збільшилася на 26,4 %. Спостерігається збільшення кількості пожеж по всім видам об'єктів, за винятком транспортних засобів, що обумовлено, насамперед, повномасштабним вторгненням російських військ на територію України. Унаслідок пожеж вже загинуло 996 людей, у тому числі 22 дитина; 1107 людей отримали травми, у тому числі 76 дітей. Матеріальні втрати від пожеж склали 69 млрд 54 млн 99 тис. грн. і збільшилися у 9,9 рази. Щодня в Україні, в середньому, виникало 263 пожежі, матеріальні втрати від яких складали 285 млн 837 тис. гривень [8].

Зазначене вимагає подальшого вдосконалення державного управління у сфері пожежної безпеки, нормативно-правового врегулювання деяких напрямків запобігання пожежам, зокрема посилення профілактичної роботи, оперативного реагування на них.

Ряд заходів передбачені в розробленому раніше на виконання Закону України «Про національну безпеку України» та відповідних доручень Кабінету Міністрів України проекті Стратегії громадської безпеки та цивільного захисту, заплановано передбачити під час розробки проекту Білої книги цивільного захисту України.

### **Література**

1. Енциклопедичний словник з державного управління /уклад.: Ю. П. Сурмін, В. Д. Бакуменко, А. М. Михненко та ін.; за ред. Ю. В. Ковбасюка, В. П. Трощинського, Ю. П. Сурміна. Київ, 2010. 820 с.

2. Говорун С.В. Теоретико-методологічні засади державного управління у сфері забезпечення пожежної безпеки в Україні. Науковий вісник: Державне управління. 2019. № 2. С. 21 – 41.

URL: <https://nvdu.undicz.org.ua/index.php/nvdu/article/view/18/17>  
(дата звернення: 20.09.2022).

3. Мосов С.П., Чубіна Т.Д. Механізми процесу формування управлінських рішень (на прикладі сфери пожежної безпеки). Збірник наукових праць ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація». 2019. Том 3. № 1. С. 59-68. URL: [fire-journal.ck.ua/index.php/fire/article/view/26/22](https://fire-journal.ck.ua/index.php/fire/article/view/26/22) (дата звернення: 20.09.2022).

4. Бойко О.А. Державне управління у сфері цивільного захисту в сучасних умовах українського державотворення: дис. ... канд. наук з держ. упр.: 25.00.01/ Дніпр. регіон. ін-т держ. упр. Нац. акад. держ. упр. при Президентіві України. Дніпро, 2021. 285 с.

5. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо розмежування повноважень між центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері цивільного захисту, та центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері цивільного захисту: Закон України від 21 квіт. 2022 р. № 2228 – IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2228-20#Text> (дата звернення: 20.09.2022).

6. Про невідкладні заходи щодо запобігання пожежній небезпеці в Україні: Указ Президента України від 24 груд. 2019 р. № 948/2019. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/9482019-31625> (дата звернення: 20.09.2022).

7. Про внесення зміни до статті 7 Закону України «Про передачу об'єктів права державної та комунальної власності: Закон України від 21 квіт. 2022 р. № 2230 – IX. Дата оновлення: 15.06.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2230-20#Text> (дата звернення: 20.09.2022).

8. Аналітична довідка про пожежі і їх наслідки в Україні за 8 місяців 2022 року. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/1/2/2/3/0/8/1/qFcYP2qkgbtfXU8EFKhLjb0Gqef9dChKhIJGVafI.pdf> (дата звернення: 20.09.2022).

УДК 614.841

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**Придатко В.В.,**

**Вовк С.Я.,** кандидат технічних наук,

**Пазен О.Ю.,** кандидат технічних наук,

**Ференц Н.О.,** кандидат технічних наук,

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

На даний час одними із поширених та простих у застосуванні є будівельні конструкції із деревини. Враховуючи недовговічність і здатність таких конструкцій до займання та підтримання процесу горіння, виникає гостра потреба у забезпеченні захисту від зовнішнього впливу та пожеж.

У дослідженнях використано експериментальний метод визначення вогнезахисної ефективності вогнезахисних речовин за методикою згідно з ГОСТ 16363-98 «Засоби вогнезахисні для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей».

Способами вогнезахисту дерев'яних конструкцій є вогнезахисне просочування, покриття поверхні фарбами, лаками [2, 3] та їх обмазка, способами вогнезахисту металевих будівельних конструкцій є нанесення на їхні поверхні реактивних та пасивних вогнезахисних покриттів [1].

Враховуючи пожежну небезпеку будівель, із використанням дерев'яних конструкцій, а саме: їх горючість та можливість швидкого розповсюдження полум'я по них, актуальним є вогнезахист таких конструкцій.

Для вогнезахисту дерев'яних конструкцій можливим є застосування оксидів металів, зокрема оксид магнію (MnO), що дає змогу здійснити поверхневий захист дерев'яних конструкцій від впливу теплового випромінювання процесів горіння та одночасно від впливу вологи навколишнього середовища.

Метою дослідження є розробка атмосферо-температуро-вогнестійких композицій на основі силікату натрію та наповнювачів із базальтового волокна, декстрину і оксиду магнію для зменшення пожежонебезпечності та збільшення вогнестійкості дерев'яних будівельних конструкцій.

Вогнезахисну ефективність визначали на взірцях – прямокутних соснових брусках поперечного перерізу розмірами 150 x 60 x 30 мм за методикою описано в ГОСТ 16363-98 «Засоби вогнезахисні для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей» [0].

Дослідження проводилися для взірців оброблених такою вогнезахисною композицією: композиція із рідкого натрієвого скла (50% мас. %), декстрину (20% мас. %), температуростійкого оксиду магнію (20% мас. %) і базальтового волокна (10% мас. %) – 3 взірці (табл. 1).

У якості основного компоненту досліджуваного вогнезахисного покриття використовували рідке натрієве скло із силкатним модулем [5]. В склад вогнезахисної композиції вводили базальтоне волокно із діаметром 60...80 мкм, оксид магнію та декстрин [6].

Склад розробленої вогнезахисної композиції наведено в таблиці 1

**Таблиця 1**

Склад композиції для вогнезахисного покриття

№ взірця за складом композиції	Вміст натрієвого рідкого скло, мас. % за сухим залишком	Наповнювач, мас %		
		MgO	Декстрин	Базальтоне волокно
1	50	20	20	10

Склад композиції для вогнезахисних покриття у співвідношеннях, вказаних у табл.1, готували механічним диспергуванням у кульових млинах до тонини розмелювання, яка відповідає залишку на ситі з вічком 0,2 мм не більше 2% після просіювання.

Випробування проводили на 3 взірцях із порівняносухої деревини сосни густиною 500 кг/м<sup>3</sup>. Взірці деревини виготовляли у вигляді брусків з поперечним перерізом 30x60 мм і довжиною волокон 150 мм. Відхилення від розмірів не перевищувало ±1 мм. Бічна поверхня взірців оброблялась шліфувальним папером.

Вологість взірців деревини перед нанесенням вогнезахисного покриття становила (8±2)%. На взірці деревини зі всіх сторін наносили пензликком випробовувані композиції і висушували впродовж 24 год при кімнатній температурі близькій до 22<sup>0</sup> С. Перед випробуванням оброблені і висушені взірці деревини випробовували в ексикаторі і зважували для визначення приросту маси з похибкою не більше 0,1 г та визначали крайовий кут змочування, який знаходиться в межах 85...87 градусів, що підтверджує гідрофобність, атмосферостійкість (табл. 2).

Витрату сухої вогнезахисної речовини (табл. 2) обчислювали за формулою:

$$R_1 = \frac{m_1 - m_2}{F},$$

де:  $m_1$  – маса взірця перед спалюванням, г;  
 $m_2$  – маса взірця до нанесення покриття, г;  
 $F$  – площа поверхні взірця, м<sup>2</sup>.



**Таблиця 2**

Результат випробувань вологостійкості та витрати сухої  
вогнезахисної речовини

№ взірця	Маса взірця, г				Витрата сухої вогнезахисної речовини, г/м <sup>2</sup>
	До нанесення вогнезахисної речовини	Після нанесення вогнезахисної речовини	Після випробування вологостійкості	Збільшення маси взірця після випробувань вологостійко сті, г / %	
1	143,61	156,83	157,07	0,24/0,15	432,03
2	154,82	166,18	166,34	0,16/0,09	371,24
3	159,37	172,44	172,65	0,21/0,12	427,12

Для визначення вогнезахисної ефективності використовували установку, згідно з [2]. У цій установці регулювали витрату газу таким чином, щоб температура впродовж 5 хв становила (200±5) °С, після чого фіксували значення витрати газу за показами ротаметра.

Втрату маси, %, обчислювали з точністю до 0,1% за формулою

$$P = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \cdot 100\%,$$

де:  $m_1$  – маса взірця до випробування, г;

$m_2$  – маса взірця після випробування, г;

За результатами проведених вогневих випробувань та аналізом даних стосовно застосованих композиції вогнезахисної суміші спостерігається і залежність втрати маси взірців, що піддавались випробуванням від товщини нанесеного захисного шару:

– для взірців вкритих композитним матеріалом товщиною від 0,7 мм до 1 мм, із застосуванням оксиду магнію, втрати маси становили від 7,4 % до 7,9 % (табл. 3).

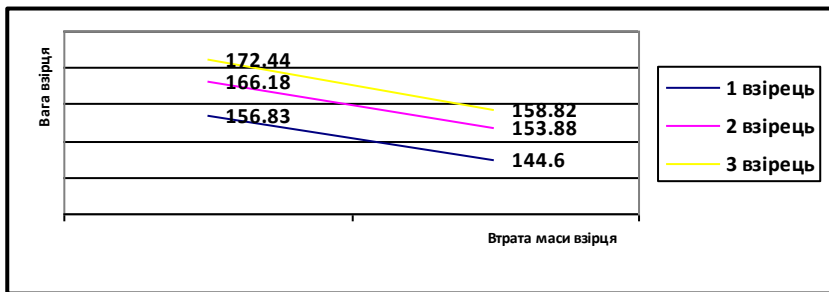
**Таблиця 3**

Результати випробувань вогнезахисної ефективності

№взірця	Температура в камері до введення взірця, °С	Тривалість дії полум'я, с	Маса взірця, г			
			до оброблення	після оброблення	після випробування	втрата маси взірця після випробу- вань, г / %
	200	120	143,61	156,83	144,60	12,23/7,8
	200	120	154,82	166,18	153,88	12,30/7,4
	200	120	159,37	172,44	158,82	13,62/7,9

Механізм дії досліджуваного вогнезахисного покриття для деревини пояснюється теплоізоляцією, теплопоглинанням, інгібуванням процесу горіння в газовій фазі, розбавленням горючих продуктів термодеструкції і зміною механізму термодеструкції деревини. На початковому етапі впливу високих температур властиві процеси теплоізоляції і теплопоглинання. В подальшому покриття піддається термодеструкції з утворенням газоподібних речовин, якому доволі добре сприяє один із наповнювачів композиції – декстрин, утворюється спучування покриття.

Експериментально встановлено, що композиції на основі рідкого скла, базальтового волокна, декстрину і температуростійкого оксиду магнію можуть використовуватися як вогнезахисні покриття з атмосферостійкими властивостями для дерев'яних будівельних конструкцій, забезпечуючи I групу вогнезахисної ефективності, для якої допускається втрата маси взірця до 9 %, що і доведено проведеними випробуваннями (рис. 1).



**Рисунок 1**– Різниця мас взірців до та після вогневих випробувань

Залежно від втрати маси взірця можна встановити групу вогнезахисної ефективності, яка необхідна згідно з вимогами [7]. Згідно з ГОСТ 16363-98 при втраті маси взірця не більше 9% для засобу вогнезахисту встановлюють I групу вогнезахисної ефективності, що підтверджено проведеними випробуваннями.

У роботі досліджено атмосферо-температуро-вогнестійкі композиції на основі силікату натрію та наповнювачів із базальтового волокна, декстрину і оксидів металів магнію.

### Література

1. Веселівський Р.Б., Смоляк Д.В. (2021). Способи вогнезахисту металевих будівельних конструкцій. Пожежна безпека, 39, 63-76. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20786662.39.2021.08>.

2. ГОСТ 16363:1998. Засоби вогнезахисні для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей. [Чинний від 1999-07-01]. Київ, 1999. 12 с. (Інформація та документація).

3. Довідник термінів та визначень профілактичної діяльності у сфері цивільного захисту: довідник / Упоряд. В.Придатко, О.Пазен, О.Міллер, А.Домінік. – Львів: Сполом, 2022 – 224 с. С. 126, 164.

4. Пастухов П.В., Петровський В.Л., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. (2020). Ефективні антипірени епоксидних смол: синтез, будова, властивості. Пожежна безпека, 36, 101-107.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20786662.36.2020.11>.

5. Вовк С. Я. Вплив органосилікатного покриття на вогнестійкість дерев'яних будівельних конструкцій. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. Пожежна безпека. №28. 2016. С.13–17.

6. Вовк С.Я., Пазен О.Ю., Придатко В.В., Ференц Н.О. Дослідження вогнезахисних покриттів для дерев'яних конструкцій на основі силікату натрію. Збірник наукових праць ЛДУБЖД. Пожежна безпека. №40. 2022. С.16-24.

УДК 614.841.332

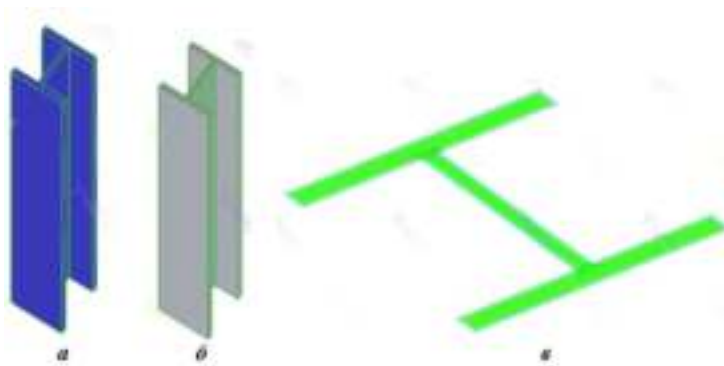
**ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ  
СТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ****Ковальов А.І.**, кандидат технічних наук,**Отрош Ю.А.**, доктор технічних наук,**Пурденко Р.Р.**, приватне підприємство «ПроектБудСтар»

У світі що річно виникає близько 8 мільйонів пожеж, на яких гине приблизно 90 тис. людей. Близько 51 % всіх пожеж виникають в будівлях і спорудах та на транспорті, і при цьому на таких пожежах гине більшість (90–95 %) від жертв на пожежах. Винятком є Барбадос, Польща і Португалія, де пожежі в будівлях і на транспорті складають менше 22 % від загальної кількості, а також Литва і Естонія – менше 30 %. Проте в Україні та Сінгапурі пожежі в будівлях і на транспорті складають не менше 75 % від загальної кількості. Кількість пожеж в Україні, що сталися у будівлях та спорудах упродовж 2007–2020 років, в середньому, складає 52,7 % від загальної чисельності, а кількість загиблих на них – 95,5 %. Не дивлячись на технічний прогрес у будівництві та техніці ліквідації пожеж, і в наші дні пожежі не стали менш небезпечними. Масштабні трагедії, пов'язані з пожежами, забирають і зараз тисячі життів, а також призводять до мільйонних збитків. Наведені чинники створюють потребу в захисті людини від впливу окреслених загроз. Умовою зниження незворотних наслідків пожеж на об'єктах різного призначення є забезпечення вогнестійкості будівельних конструкцій шляхом збереження несучої здатності будівельних конструкцій, в тому числі і сталевих. Одним із пріоритетних напрямків забезпечення вогнестійкості будівель та споруд є використання вогнезахисних будівельних конструкцій.

Метою роботи було моделювання нестационарного прогріву вогнезахисної сталеві колони двотаврового перерізу за допомогою сучасних програмних комплексів та порівняння результатів з даними випробувань на вогнестійкість 2 колон з нанесеною вогнезахисною речовиною, що утворює на захищаємій поверхні шар покриття середньою товщиною 2,927 мм в умовах випробувань колон у вогневій печі при стандартному температурному режимі пожежі до досягнення критичної температури сталі 500°C.

При цьому було проведено аналіз результатів випробувань на вогнестійкість 2 сталевих колон двотаврового перерізу НЕВ 200 (зведена товщина 6,1 мм), висотою 2 м, на які по ґрунтовці ГФ-021 нанесено реактивну вогнезахисну речовину, що утворює вогнезахисне покриття середньою товщиною 2,927 мм для захисту сталевих конструкцій (температури в печі при випробуваннях, температури на зразках колон, місця встановлення термопар).

Побудовано фізичну, геометричну, комп'ютерну моделі нестационарного прогріву вогнезахисної сталевій колони з покриттям середньою товщиною 2,927 мм в програмному комплексі ЛІРА-САІР (ліцензія № 1/8583 від 16.02.2022). В комп'ютерній моделі враховано (рис. 1): геометрію об'єкта, що досліджується; теплові впливи на конструкцію; надано математичний опис процесу теплопровідності в системі «сталевий профіль-вогнезахисне покриття» з початковими та граничними умовами, що точно описують фізичні процеси в побудованій моделі; обрано розрахунковий алгоритм обробки отриманих експериментальних даних.



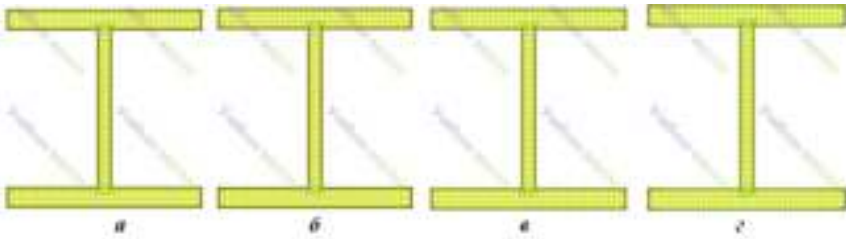
**Рисунок 1** – Кінцево-елементна модель вогнезахисної сталевій колони в 3D (а, б) та 1D (в) постановці

Розроблена модель в програмному комплексі ЛІРА-САІР враховує радіаційно-конвективний теплообмін у газовому середовищі від джерела теплового впливу до поверхні конструкції та теплообмін теплопровідністю у вогнезахисній сталевій колони.

Під час моделювання нестационарного прогріву вогнезахисної сталевій колони в програмному комплексі ЛІРА-САІР використана модель колони (рис. 1, в). Задані параметри вогнезахисного покриття та сталі згідно [1]. Теплофізичні і механічні характеристики задані залежними від температури. Коефіцієнти тепловіддачі і теплового випромінювання задані константами. Початкова температура конструкції 26 °С.

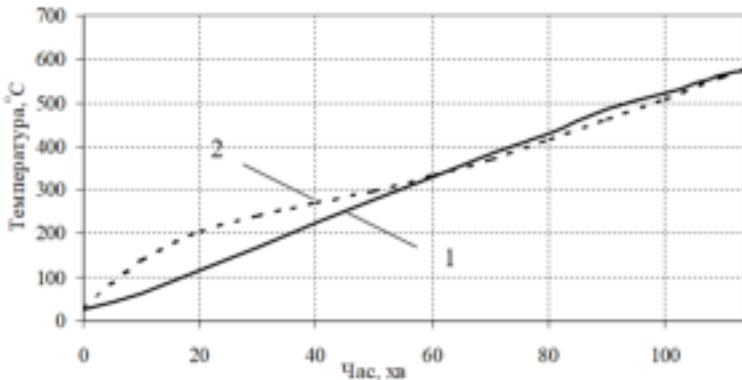
Коефіцієнт теплопровідності сталі колони та питома об'ємна теплоємність, а також інші параметри для моделювання теплового стану вогнезахисної сталевій колони задавалися згідно [2].

В результаті чисельного моделювання були отримані розподіли температур у вогнезахисній сталевій колони на 30, 60, 90 та 114 хвилинах вогневого впливу за стандартним температурним режимом пожежі при обігріві колони з чотирьох сторін (рис. 2).



**Рисунок 2** – Розподіл температури в вогнезахисній сталевій колоні на 30 (а), 60 (б), 90 (в) та 114 (г) хвилині випробування

При порівнянні результатів чисельного моделювання з експериментальними даними встановлено задовільну збіжність температур на полках сталеві колоні (рис. 3).



**Рисунок 3** – Залежність температури на полках вогнезахисної сталеві колоні від часу вогневого впливу за стандартним температурним режимом пожежі:

1 – експериментальна крива; 2 – розрахункова крива

Виходячи з результатів, зображених на рис. 3, можна констатувати правильність побудови моделі в програмному середовищі ЛПРА-САПР, правильність задавання параметрів, початкових та граничних умов. Для доведення цього твердження достатньо дослідити характер кривих зміни температури на полках вогнезахисної сталеві колоні від часу вогневого впливу (рис. 3). Це не розходиться з експериментальними даними (рис. 3, крива 1), так як розрахункова крива (рис. 3, крива 2) зміни температури від часу вогневого впливу на полках вогнезахисної сталеві колоні добре корелює з експериментальною. Це в свою чергу говорить про задовільну

адекватність розробленої 3D-моделі для теплотехнічного розрахунку теплового стану вогнезахищеної сталеві колони [3].

В результаті проведеної роботи, розроблено 3D-модель вогнезахищеної реактивним вогнезахисним покриттям сталеві колони двотаврового перерізу в програмному комплексі ЛПА-САПР, яка дозволяє моделювати нестационарний прогрів вогнезахищеної конструкції, враховуючи теплофізичні та механічні властивості матеріалів, з яких складається конструкція [4]. За допомогою розробленої моделі проведено теплотехнічний розрахунок вогнезахищеної сталеві колони, суть якого полягала у розв'язанні задачі нестационарної теплопровідності. Розрахунок зводився до визначення температури сталеві конструкції у будь-якій точці поперечного перерізу в заданий час. В результаті встановлено, що розрахункові значення температур задовільно корелюють з експериментальними даними.

### **Література**

1. Kovalov, A., Otrosh, Y., Vedula, S., Danilin, O., Kovalevska, T. (2019). Parameters of fire-retardant coatings of steel constructions under the influence of climatic factors. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 46–53.
2. Kovalov, A., Slovinskyi, V., Udianskyi, M., Ponomarenko, I., Anszczak, M. (2020) Research of fireproof capability of coating for metal constructions using calculation-experimental method. *Materials Science Forum*, 2020, 1006 MSF, 3–10.
3. 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 // *Trans Tech Publications Ltd. In Materials Science Forum*. 2021. Volume 1038, P. 514–523.
4. Fire resistance of reinforced concrete and steel structures: monograph / V. Sadkovyi, E. Rybka, Yu. Otrosh and others. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2021. 180 p.

УДК 614.835

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НОРМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ПОЛУМ'Я  
ГОРЮЧИХ ГАЗІВ НА ДІАМЕТР СКИДНИХ ОТВОРІВ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ АПАРАТІВ****Ференц Н.О., кандидат технічних наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Технологічне обладнання, в якому обертаються, переробляються або утворюються горючі гази, рідини, здатні створювати з повітрям або один з одним вибухонебезпечні суміші, що згоряють ламінарно або турбулентно у фронтальному режимі, має небезпеку при експлуатації через руйнування під дією тиску газів. Джерелами аварійного зростання тиску в апаратах також можуть бути раптові, непередбачені робочим процесом випадки: притік в апарат газу, пари чи рідини при закритому виході з нього; нагрівання чи порушення охолодження апарату, в результаті чого відбувається нагрівання газу чи пари, випаровування рідини в ньому чи інтенсифікація хімічної реакції; вибух середовища в апараті.

Причини нерегламентованого зростання тиску в апаратах є різноманітні, зокрема: помилки обслуговуючого персоналу, відмова запірно-регулюючої арматури, порушення функціонування системи автоматичного управління, раптове руйнування внутрішнього обладнання апарату (труб, змійовиків), замерзання води, вихід з-під контролю хімічних реакцій, інтенсивне нагрівання поверхні апарату від зовнішнього джерела, наприклад, в результаті пожежі, сонячної радіації тощо.

Найпоширенішим способом захисту технологічного обладнання від пожежі та вибуху є розгерметизація [1], яка полягає в оснащенні його запобіжними мембранами та іншими розгерметизуючими пристроями. Площа скидного перерізу таких пристроїв повинна бути достатньою для запобігання руйнуванню обладнання від вибуху і виключення подальшого надходження всієї маси горючої речовини в довкілля, тобто повторну пожежу.

Безпечна площа розгерметизації – така площа скидного перерізу запобіжного пристрою, відкриття якої в процесі згоряння суміші всередині апарату дає можливість зберегти його від руйнування або деформації. Її визначають за розрахунковими формулами на основі даних щодо параметрів технологічного обладнання, умов ведення процесу та за показниками пожежовибухонебезпеки речовин згідно [1].

Для захисту апарату від надлишкового тиску використовують різноманітні запобіжні пристрої. Такі пристрої працюють за принципом скидання з апарату надлишкової кількості середовища. Роль таких пристроїв можуть виконувати вибухові клапани різної конструкції або мембрани, які руйнуються [2].



Надзвичайна простота конструкції і винятково висока швидкодія запобіжних мембран характеризують їх як найнадійніший зі всіх існуючих засобів вибухозахисту технологічного устаткування. Мембрани менше, ніж інші пристрої схильні до впливу кристалізації, полімеризації середовища, забезпечують повну герметичність обладнання (до спрацьовування), не мають обмежень за пропускну здатністю.

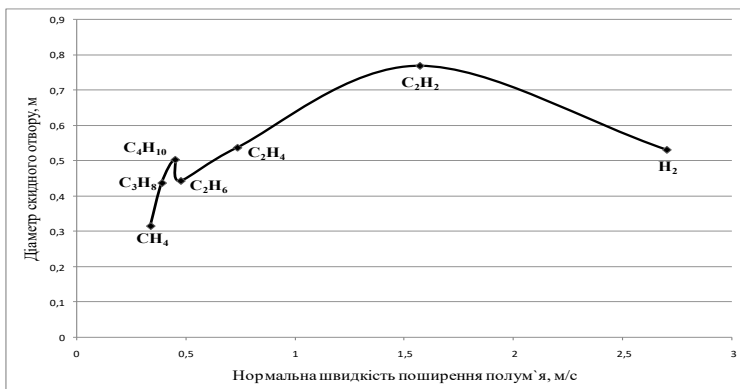
Для вибухозахисту технологічного обладнання необхідно виконати дві умови: забезпечити спрацьовування запобіжних пристроїв при заданому тиску і забезпечити їх достатню пропускну здатність. Тому вибір запобіжних пристроїв, зокрема, розрахунок їх основних характеристик представляє науковий інтерес.

Площа безпечної розгерметизації апарату залежить від багатьох чинників – об'єму, максимально допустимого тиску всередині нього, тиску і температури технологічного середовища, термодинамічних і термокінетичних параметрів горючої суміші, ступеня турбулізації.

Найбільш небезпечною є така аварійна ситуація, при якій в апарат надходить найбільша кількість середовища чи тиск зростає з максимальною швидкістю. Вибір запобіжного пристрою здійснюється саме за такими екстремальними умовами.

Основною характеристикою динаміки розвитку вибуху є швидкість зростання тиску  $dp/dt$ , яка залежить від фізико-хімічних властивостей вибухонебезпечного середовища, ступеня його турбулізації в апараті, від об'єму і форми апарату та інших чинників.

Оскільки, нормальна швидкість полум'я є основною фізико-хімічною константою горючої суміші, а форма обладнання зумовлює поверхню фронту полум'я, то в роботі проведено дослідження впливу нормальної швидкості полум'я у горючих газів на діаметр скидних отворів (рис.1).



**Рисунок 1** – Вплив нормальної швидкості поширення полум'я горючих газів на діаметр скидного отвору

Як показано, діаметр скидного отвору для апарата з ацетиленом повинен бути максимальним, а на основі приведено графіка можна підібрати площу безпечної розгерметизації апаратів з різноманітними горючими речовинами.

Таким чином, влаштування на технологічному обладнанні систем противибухового захисту дає можливість запобігти вибухам в будівлях і забезпечити вибухопожежобезпеку всього виробництва. А науково-технічно обґрунтоване застосування засобів вибухозахисту технологічного обладнання – резерв підвищення вибухопожежобезпеки потенційно небезпечних виробництв в різних галузях промисловості.

### **Література**

1. Пожежна безпека. Загальні положення: ДСТУ 8.8.2.8:2019. [Чинний з 01.01.2020]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 84 с.
2. Водяник В.И. Взрывозащита технологического оборудования. М.: Химия, 1991. 256 с.

УДК 614.849

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНОЮ МОБІЛЬНІСТЮ ІЗ ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНОГО ЦЕНТРУ**

**Ковалишин В.В.**, доктор технічних наук, професор,

**Хлевной О.В.**, кандидат технічних наук

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

**Доценко О.Г.**

**Інститут державного управління та наукових досліджень з  
цивільного захисту**

Сучасний етап розвитку міст характеризується наявністю великої кількості об'єктів з масовим перебуванням людей, в тому числі з обмеженими можливостями, одними з таких об'єктів є торговельно-розважальні центри (далі – ТРЦ). Забезпечення безпеки шляхом евакуації у випадку пожежі є одним з найважливіших завдань.

Останніми десятиліттями величезний розвиток отримали ТРЦ. Такі будівлі розраховані на одночасне обслуговування значної кількості відвідувачів і згідно з практикою більшість із них має складне планування. Однією з їх особливостей також є наявність великої пожежної навантаги. За статистичними даними, пожежі в ТРЦ можуть призводити до масової загибелі людей.

Згідно з [1], до маломобільних груп належать особи з інвалідністю, люди з тимчасовим порушенням здоров'я, вагітні жінки, люди похилого віку тощо. Серед маломобільних груп населення, які відвідують ТРЦ, є відвідувачі котрі пересуваються лише на кріслах колісних (група мобільності М4 [1]).

Порівняно з дослідженнями евакуації під час пожежі здорових людей (група мобільності М1 [1]), розпочатих на початку минулого століття, питання евакуації людей з фізичними обмеженнями вперше були розглянуті лише на початку 80-х років [2, 3], що свідчить про недостатню вивченість цього напрямку в Україні.

Для їх доповнення, більш глибокого вивчення особливостей евакуації людей, що належать до групи мобільності М1 та М4, проведено натурний експеримент з визначення часу евакуації людей із приміщень та пожежобезпечних зон ТРЦ за допомогою пожежних ліфтів пожежно-рятувальними підрозділами в одному з ТРЦ міста Києва (рис. 1).



**Рисунок 1** – Фрагменти евакуації відвідувачів на кріслах колісних (М4) з пожежобезпечних зон

У зазначеній роботі досліджувалась максимально наближена до реальної ситуація – неанонсована евакуація, коли ні персонал, ні відвідувачі не знали про її навчальні цілі. Відеокамерами фіксувалася поведінка людей та рух людських потоків з моменту спрацювання системи сповіщення до моменту виходу з будівлі та завершення евакуації людей із пожежобезпечних зон пожежно-рятувальними підрозділами.

Про проведення експерименту та його цілі було відомо лише адміністрації ТРЦ, що своєю чергою надало можливість максимально наблизити змодельовану ситуацію до реальної.

Після опрацювання та аналізу отриманих даних було встановлено, що розподіл відвідувачів на території ТРЦ був нерівномірним. Найбільша кількість людей була в продуктових відділах і відділах жіночого одягу. На поведінку більшої частини людей (60 – 70%) сигнал про небезпеку не вплинув або вплинув незначною мірою. Найбільш ефективно вплинув на початок евакуації персонал ТРЦ. Більшість відвідувачів обрали найближчий вихід для евакуації. Під час вибору напрямку руху відвідувачі не розрізняли виходи за призначенням (евакуаційний або звичайний).

Наявність великої кількості розмежованих виходів, широких комунікаційних шляхів дало змогу уникнути високих щільностей людських потоків на шляхах евакуації і не перевищувати значення 1 люд/м<sup>2</sup>.

Загальний час евакуації з будівлі склав 10,61 хв. Більша частина загального часу евакуації пішла на те, щоб люди отримали інформацію про пожежу, оцінили ситуацію і прийняли рішення залишити будівлю (рис. 2).



а)



б)

**Рисунок 2** – Фрагменти евакуації відвідувачів без особливих потреб (М1) та персоналу

Час евакуації відвідувачів, котрі пересувались на кріслах колісних з пожежобезпечних зон за допомогою пожежно-рятувальних підрозділів, склав 5,55 хв. Загальний час евакуації відвідувачів на кріслах колісних, в який входить час прямування до пожежобезпечної зони, час очікування на пожежно-рятувальні підрозділи та евакуацію, склав 9,81 хвилини.

Отримані дані часу евакуації з пожежобезпечних зон наведені в табл. 1.

**Таблиця 1**

Дані, отримані під час евакуації відвідувачів на кріслах колісних (М4)

Група	Час прямування пожежно-рятувального підрозділу до групи (хв)	Час розміщення відвідувачів у ліфті (с)	Час евакуації з пожежобезпечної зони до виходу з будівлі (хв)
Група №1	1,48	13,2	1,58
Група №2	1,98	17,6	4,28

Для порівняння було проведено розрахунок часу евакуації з будівлі ТРЦ за вимогами [4]. На підставі вихідних даних та за результатами розрахунків розрахунковий час евакуації людей з ТРЦ, від найвіддаленішого місця їх перебування до виходу назовні, з урахуванням часу початку евакуації людей (0,5 хв) [4], склав 7,47 хв.

Після порівняння та аналізу відеоматеріалів та розрахункового часу евакуації встановлено, що евакуація відвідувачів, які пересувались на кріслах колісних і які не вагаючись почали прямувати до пожежобезпечних зон одразу після спрацювання сигналу про пожежну небезпеку, було завершено раніше, аніж закінчилася евакуація відвідувачів без особливих потреб.

З огляду на отримані дані можна припустити, що таке ставлення відвідувачів до сигналів про пожежу небезпечно і в реальній ситуації може призвести до трагічних наслідків.

Також аналіз евакуації людей з ТРЦ дав змогу зробити висновок, що одним із вирішальних факторів, які впливають на процес евакуації людей, є грамотні дії персоналу.

Цей експеримент допоміг не тільки отримати результати щодо часу евакуації з ТРЦ, а й відпрацювання процесу евакуації з ТРЦ загалом. Це також дало змогу зрозуміти процес евакуації та як вона відбувається саме з цього об'єкта. За допомогою проведеного експерименту було відпрацьовано та відкориговано план евакуації з будівлі, поліпшено та відпрацьовано навички та вміння персоналу поводити себе в екстремальних ситуаціях, підготовлено відвідувачів до можливих надзвичайних ситуацій, які можуть статися в буденному житті.

### **Література**

1. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення.
2. Hall J. Patient Evacuation in Hospitals. In: Fires and Human Behaviour. Canter, D., (Ed), David Fulton Publisher, London, 1980.
3. Bryan J.L., Milke J.A. The Determination of Behavioral Response Patterns in Fire Situations. Project People II. Final Report – Health Care Report. Washington, DC, Centre for Fire Research, National Bureau of Standards, 1981.
4. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення.

УДК 614.841.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НОРМ РОЗРАХУНКОВИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК**

**Поздєєв С.В.**, доктор технічних наук, професор,

**Змага М.І.**, кандидат технічних наук, доцент,

**Змага Я.В.**, кандидат технічних наук, доцент

**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля**

З розвитком можливостей комп'ютерної техніки все частіше практикується використання розрахункових методів визначення межі вогнестійкості, так як вони (методи) проводяться без натурних зразків, використовуючи тільки програмні продукти.

Розрахункові методи передбачають проведення випробувань шляхом математичного описання тих чи інших закономірностей в експериментальних зразках. Ці методи дешевші в використанні, та їх недоліком на сьогоднішній день залишається невисока точність, приблизно 30% [1 - 3].

Розрахункові методи поділяться на різні підгрупи, такі як табличний метод, метод кінцевих різниць, а також метод наближених розрахунків. Температурний режим при пожежі в приміщені нестационарний і нестандартний, він змінюється довільно, тому не постійний у часі і коефіцієнт тепловіддачі. Крім того змінюється температура на поверхні стіни, протилежній пожежі. В загальному випадку маємо нестационарні і несиметричні граничні умови третього роду, для яких аналітичний розв'язок рівняння нестационарної теплопровідності відсутній.

Метод кінцевих різниць являє собою наближений метод розв'язання диференціального рівняння теплопровідності Фур'є.

За методами, заснованими на математичних моделях, розв'язанням прямої задачі теплопровідності визначають розподіл температури в конструкції в різні моменти часу від початку вогневого впливу. Отримані величини температури порівнюються з їхніми допустимими значеннями. Виконуючи розрахунки за допомогою математичних моделей, використовують ряд понижувальних коефіцієнтів для властивостей матеріалів. Проте вони не враховують багатьох важливих факторів, таких як повзучість, усадка, фізична і геометрична нелінійність, реальні діаграми розтягу і стиску за дії температури.

З використанням номограмних методів межі вогнестійкості конструкцій визначають за графіками або таблицями, отриманими за результатами випробувань або розрахунковим шляхом.

Існуючі розрахункові методи не враховують наявний вогнезахист будівельних конструкцій і таких питань, як вплив просочувальних речовин на теплофізичні та механічні властивості деревини. Крім цього, дані

методи не враховують міцнісні характеристики клеєних з'єднань в елементах несучих конструкцій. Не приділено належної уваги зв'язкам та залежностям вогнезахисту, швидкості обуглювання деревини.

Найбільш розповсюдженими є методи експериментально-розрахункові, так як вони базуються на даних проведених вогневих випробувань, при цьому достатньо провести випробування двох зразків, а далі розрахунковим методом проводити необхідну кількість експериментів.

Основа розрахунків повинно базуватися на застосуванні розрахункової моделі (доповнених результатами вогневих випробувань) з використанням усіх відповідних змінних величин. Моделі повинні мати достатній рівень достовірності, щоб з належною точністю передбачити реальну роботу конструкції, відповідати високому рівню якості виготовлення і гарантувати надійність інформації, на якій ґрунтуються розрахунки.

Розрахункові значення несучої здатності елементів з клеєної деревини повинні відповідати нище викладеній методиці розрахунку яка описана в [4].

У безрозмірному виді для шару облицювання, яка знаходиться під дією теплового потоку визначається виразом:

$$\alpha^{\theta} = \frac{a}{\operatorname{ch}^2\left(b - \xi \sqrt{\frac{a\theta}{2}}\right)}, \quad (1)$$

При заданих температурах стандартним температурним режимом на поверхні шару облицювання для несиметричності задачі граничні умови будуть наступні:

при  $\xi=0$ ;  $\theta=0$ ; а при  $\xi=2$ ;  $\theta=0$ , можна визначити параметри  $\delta$  і  $\theta$  з константами інтегрування  $a$  і  $b$ :

$$b = \operatorname{arch}\sqrt{a}, \quad (2)$$

$$\delta = \frac{\theta^2}{2a}, \quad (3)$$

$$\Phi = \operatorname{arch}\sqrt{a} \cdot a^{\theta_0} + \operatorname{arch}\sqrt{a}, \quad (4)$$

Якщо провести диференціювання рівняння (4.) за параметрами  $a$  і привіняти отримане значення 0, отримаємо вираз, який пов'язує  $a$  і  $\theta_0$  в разі симетричного теплообміну поверхонь пластини:

$$\frac{1}{\sqrt{a(a-1)}} + \frac{a^{\theta_0}}{\sqrt{a^{\theta_0}(a^{\theta_0}-1)}} - \frac{\theta}{a}, \quad (5)$$

В зв'язку з тим, що на одній стороні шару облицювання підтримується постійна висока температура ( $V_i \rightarrow \infty$ ), а умови  $ab > 2$  то вираз набирає вид:

$$\delta_{\text{сп}} = \frac{1}{2a} \left( \frac{a^i}{1+2\delta i} \right) \left( \theta_0 + 2 \ln \left[ 2 \left( a + \sqrt{a(a-1)} \right) \right] \right)^2, \quad (6)$$

де:  $a = 1 + 2,28a^{-0,44\theta_0}$ .



При цьому величина шару поверхні вогнезахищеної фанери, в якій під дією теплового потоку проходить процес втрати маси (вигорання) можна отримати з рівняння виду:

$$\delta = \delta_{\text{кр}} \cdot (1 + \beta) \cdot j(x), \quad (7)$$

де:  $\delta_{\text{кр}}$  - критична товщина шару облицювання вогнезахищеною фанерою за умови несиметричного теплообміну, в якій під дією теплового потоку проходить процес піролізу з видаленням горючих газів (при  $\beta > 0, x = 0$ ), мм;

$\beta$  – параметр, що характеризує горіння матеріалу;

$x$  – параметр, який характеризує вигорання матеріалу.

Враховуючи те, що процес нагрівання вогнезахищеної фанери проходить при відносно великих температурах критерій  $Bi$  розраховується з урахуванням втрати тепла за допомогою сумарного коефіцієнта тепловіддачі  $\alpha$ :

$$Bi = \frac{\alpha h}{\lambda}, \quad (8)$$

де:  $\lambda$  - теплопровідність фанери,  $Bm/(m.K)$ ;

$h$  – товщина шару фанери, мм.

Вогнезахисне облицювання дерев'яних балок може призводити до зменшення горючих газів під час піролізу майже в 4 рази та збільшення кількості летких негорючих компонентів ( $CO_2, N_2$ ) [5].

Таким чином необхідність проведення експериментально-розрахункових методів більш ефективно встановить залежності швидкості горіння поверхні фанерної плити від наявності вогнезахисної речовини, при цьому вогнезахищену фанера сповільнює початок термодеструкції дерев'яних балок як елемент облицювання.

### Література

1. Стійкість деревини та виробів з деревини. Природна стійкість суцільної деревини. Частина 2. Настанови щодо природної стійкості та просочності окремих порід, що мають значення в Європі. ДСТУ EN 350-2:2004 (EN 350-2:1994, IDT). [Чинний 2004-06-28]. (Національний стандарт України) – К.: Держспоживстандарт. - Київ – 2010. – 9с.

2. Дерев'яні конструкції. Основні положення. ДБН В.2.6-161:2017 [Чинний 2017-06-06]. – К.: Мінрегіонбуд – (Державний будівельні норми), Київ – 2017. - 117 с.

3. Захист від пожежі. Балки. Метод випробування на вогнестійкість (EN 1365-3:1999, NEQ) ДСТУ Б В.1.1-13:2007 [Чинні від 01.01.2008] Мінрегіонрозвитку та будівництва України від 22.06.2007 № 64 – 6 с. (Національний стандарт України).

4. ДСТУ-Н-П Б В.2.6-157:2010 Конструкції будинків і споруд. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1995-1-2:2004, MOD)

5. Соколенко К.І. Підвищення ефективності протипожежного захисту об'єктів із застосуванням вогнезахисної деревини : Соколенко К.І.-Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн.. наук: УкрНДДПБ України. Київ. 2005.-с.22.

УДК 624.012

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ГОФРОВАНОЇ СТАЛЕВОЇ БАЛКИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВОГНЕЗАХИСТУ

Некора О. В., кандидат технічних наук,  
Зайка Н. П.  
Некора В. С.

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України

Аналізуючи застосування металевих будівельних конструкцій, прослідковується прагнення використання ще більш полегшених сталевих конструкцій. Особливо зосереджена увага до сталевих горизонтальних конструкцій, зокрема балок з перфорованою стінкою, гофробалок, а також балок з гнучкою стінкою[1].

Важко переоцінити рентабельність двотаврових сталевих балок, в яких профільована стінка у вигляді синусоїди, насамперед якщо застосування вказаних конструкцій передбачається для перекриття багатопрольотних приміщень. [2, 3] Подібні будівельні конструкції використовуються для виконання певних компонентів сталевих каркасів.

Проведення оцінки вогнестійкості гофрованих сталевих балок з вогнезахистом та без є дуже актуальною проблемою [2, 3], що дозволить вирішувати можливість їх застосування у будівництві [4].

З метою проведення обчислювальних експериментів, щодо проведення оцінки вогнестійкості гофробалки з вогнезахистом та без побудована кінцеелементна модель даних будівельних конструкцій. На рис. 1 зображена конструктивна схема досліджуваних сталевих балок з перфорованою стінкою без вогнезахисту та із вогнезахисним облицюванням.

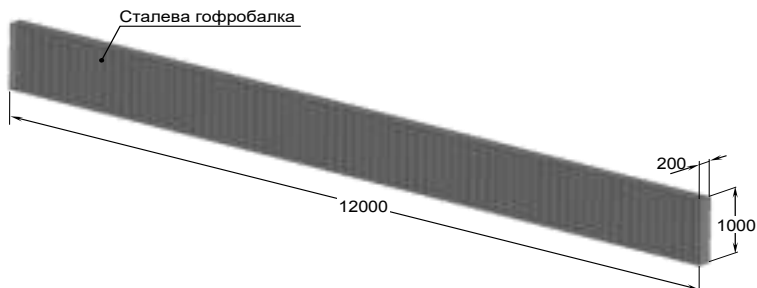
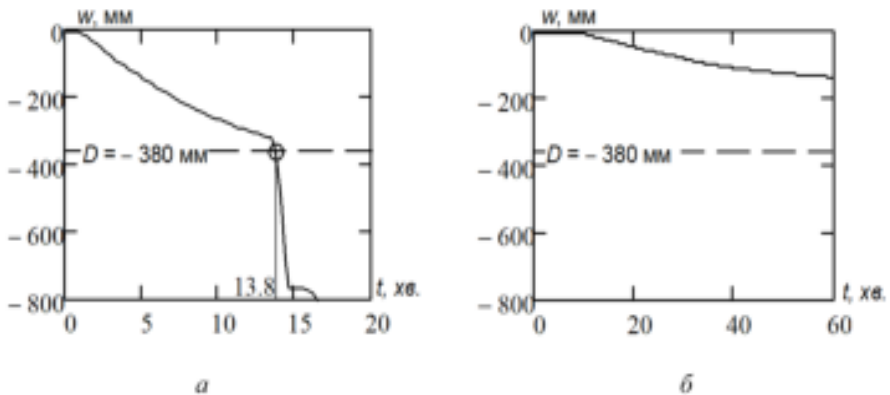


Рисунок 1 – Конструктивна схема сталевої гофробалки без вогнезахисту та із вогнезахисним облицюванням

При проведенні аналізу напружень, із врахуванням температурного навантаження [5-7], спостерігаються найбільші показники становлять 280 МПа приблизно на 180 с від початку досліджень, за температурою нагрівання балки до 450 °С. Після чого напруження починає локалізуватися у вузьких зонах, що вказує про збільшення у наступному етапі залишкових деформацій, які зосереджуються всередині та біля закріплених кінців гофробалки. За результатами впливу пожежі терміном 1 години спостерігається відшарування вогнезахисту у вигляді закріплювальних мінераловатних елементів. При настанні температури 600 °С спостерігаються ознаки втрати місцевої стійкості у вигляді складок у полицях та гофростінці балки посередині, а також в місцях закріпленнях.

На рис. 2 представлені графіки зміни максимального прогину сталеві балки з вогнезахистом та без при впливі пожежі у залежності від часу.



**Рисунок 2** – Графіки зміни максимального прогину балки (а) та швидкості нарощування максимального прогину (б) при пожежі у залежності від часу.

Критичні значення максимального прогину балок при перевищенні яких фіксується настання стану втрати несучої здатності зображені на рис. 2.

За результатами проведених досліджень, представлених на рис. 2, встановлено, що за відсутності вогнезахисту для сталеві гофробалки необхідний клас вогнестійкості R 60 не забезпечений, що вказує про її не відповідність вимогам норм щодо вогнестійкості. Поряд з цим при умові передбачення системи вогнезахисту на основі мінераловатних плит «Техноніколь вогнезахист металу» товщиною 25 мм для сталеві гофробалки необхідний клас вогнестійкості R 60 забезпечити вдається, що вказує на її відповідність вимогам норм щодо вогнестійкості.

### **Література**

1. Dr. S. Raviraj. Design Of Beams With Corrugated. Construction Industry Reference Magazine “Built Constructions”.
2. Lightweight corrugated I-beams (corrugated beams TU U V.2.6-28. 1-30653953-007: 2007) Design recommendations (Kharkiv, 2013 edition).
3. Nekora V.S. Post-heating of a steel beam with a corrugated wall in the minds of the fire / V.S. Nekora, L.I. Lavrinenko // Collection of Science Works. Budivelnny constructions.Theory and practice.KNUBA.K.,2020.-- No. 6. - pp. 12–21.
4. Shnal, T., Pozdieiev, S., Nuianzin, O. Sidnei, S. Improvement of the assessment method for fire resistance of steel structures in the temperature regime of fire under realistic conditions//Materials Science Forum,2020,1006MSF,pp.107–116.
5. Fire resistance tests. General requirements: EN 1363-1:2012 – [Effective since 31.08.12]. -: BSI, 2012. – 56 p. – (EU Standard).
6. EN 1993-1-1: 2010 Eurocode 3. Design of steel structures. Part 1-1. General rules and rules for buildings (EN 1993-1-1: 2005 / A1: 2014, IDT).
7. EN 1993-1-2: 2010 Eurocode 3. Design of steel structures. Part 1-2. General terms. Calculation of structures for fire resistance (EN1993-1-2: 2005, IDT).

УДК 614.841.3

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ У  
КАБЕЛЬНОМУ ТУНЕЛІ**

**Самченко Т.В.**, доктор філософії,  
**Інститут державного управління з наукової роботи цивільного захисту**  
**Нуязін О.М.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля**

Для побудови математичної моделі температурного режиму пожежі у кабельному тунелі, необхідно провести повний факторний обчислювальний експеримент. При цьому встановлено три незалежних фактора – площа поперечного перерізу кабельного тунелю, пожежне навантаження, а також горизонтальна складова руху повітря всередині тунелю.

Дослідження температурного режиму пожежі є актуальним питанням, так як в кабельні тунелі відрізняються геометричною конфігурацією, видом кабелів, що прокладені у них, пожежним навантаженням та аеродинамічними характеристиками [1-3]. Це може привести до того, що температурний режим пожежі у таких тунелях може відрізнитись як від стандартного так і між собою. У такому разі не можна гарантувати відповідність меж вогнестійкості випробовуваних конструкцій чинним нормативам. У цьому випадку може істотно знизиться безпеку людей і матеріальних цінностей під час пожеж у кабельних тунелях. Для того щоб не проводити дорогі випробування по вивченню даного питання, існує можливість здійснити такі дослідження на основі результатів обчислювальних експериментів. Сучасне програмне забезпечення з моделювання теплових процесів засобами комп'ютерної газодинаміки (CFD), дозволяє врахувати всі необхідні параметри досліджуваних процесів і вивчити вплив геометричних і конструктивних характеристик печі для випробувань залізобетонних конструкцій на якість одержуваних даних.

Для побудови математичної моделі температурного режиму пожежі у кабельному тунелі, необхідно провести повний факторний обчислювальний експеримент. При цьому встановлено три незалежних фактора – площа поперечного перерізу кабельного тунелю, пожежне навантаження, а також горизонтальна складова руху повітря всередині тунелю. У таблиці вказані інтервали параметрів в експерименті, які обрані в якості факторів.

<b>Фактор 1. Пожежне навантаження у перерахунок на 1 м<sup>2</sup> кабельного тунелю, МДж/м<sup>2</sup> (Далі – x<sub>1</sub>)</b>	<b>Фактор 2. Площа поперечного перерізу кабельного тунелю, м<sup>2</sup> (Далі – x<sub>2</sub>)</b>	<b>Фактор 3. Горизонтальна складова швидкості руху повітря, м/с (Далі – x<sub>3</sub>)</b>
224,7-2247	2,88-4,4	0-5

Обрана математична модель являє собою лінійну залежність максимальної температури всередині кабельного тунелю від обраних факторів, що має вигляд

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1x_2 + b_5x_1x_3 + b_6x_2x_3 + b_7x_1x_2x_3, \quad (1)$$

де:  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$  – коефіцієнти регресії.

Для побудови регресії за формулою (1) необхідно провести 8 чисельних експериментів згідно з прийнятою матриці планування, яка записана у вигляді таблиці.

Типова матриця планування повного факторного експерименту визначення температурного режиму пожежі у тунелі

№	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$x_1x_2x_3$
1	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	+	-	-	+	-
3	+	-	+	-	+	-	-
4	-	-	+	+	-	-	+
5	+	+	-	+	-	-	-
6	-	+	-	-	+	-	+
7	+	-	-	-	-	+	+
8	-	-	-	-	-	-	-

За результатами повного факторного експерименту отримано регресію максимальної температури всередині кабельного тунелю під час пожежі ( $T_{max}$ ), тривалості пожежі у певній локальній зоні кабельного тунелю ( $\tau_l$ ) та часу досягнення максимальної температури всередині кабельного тунелю під час пожежі ( $t_{max}$ ) [4-5].

### Література

1. Зельдович Я. Б., Баренблатт Г. И., Либрович В. Б., Махвиладзе Г. М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. 186 с.
2. Нуянзін О. М., Поздєєв С. В., Самченко Т. В. Дослідження адекватності математичної моделі тепломасообміну при пожежі у кабельному тунелі. Вісник НУЦЗ України. Харків, 2018. С. 119–128.
3. Самченко Т. В. Аналіз математичних моделей тепломасообміну при пожежі у кабельних тунелях. Київ: Видавничий дім «Інтернаука», 2018. С. 80–85.
4. Нуянзін О. М., Поздєєв С. В., Самченко Т. В. Дослідження адекватності математичної моделі тепломасообміну при пожежі у кабельному тунелі. Вісник НУЦЗ України. Харків, 2018. С. 119–128.
5. Перегін А. В., Нуянзін О. М., Самченко Т. В. Розробка математичної моделі процесу тепломасопереносу при пожежі у кабельному тунелі. Матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2019. С. 205–207.

УДК: 614.841

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ВПЛИВУ НАДЛИШКОВОГО  
ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ПОЖЕЖНУ НЕБЕЗПЕКУ  
ЛІТІЙ-ІОННОГО ЕЛЕМЕНТА ЖИВЛЕННЯ****Посполітак В.І.,****Лазаренко О.В.,** кандидат технічних наук, доцент**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Щороку ціна на нафтопродукти збільшується і загалом очікується, що ціна на нафту швидко зросте задовго до того, як її запаси будуть вичерпані. Це пов'язано з тим, що запаси нафти почнуть скорочуватися, а її видобуток стане набагато більш витратним і складним процесом. Враховуючи глобальну залежність від нафти як джерела енергії, а також незаперечний факт, що нафта є обмеженим ресурсом, світ стикається з серйозною енергетичною кризою. З року в рік різні міжнародні організації наголошують про необхідність зміни загальної концепції енергопостачання в цілому і зокрема транспортного сектору. Подібні заходи націлені на зменшення залежності країн від постачальників нафтопродуктів та суттєво вплинуть на зміни клімату, пов'язані з постійним збільшенням викидів парникових газів.

Незважаючи на значні переваги використання ЛПЕЖ все частіше зустрічаються випадки, самозаймання ЛПЕЖ під час їх заряджання або навіть без наявних на те причин. Звіти різноманітних дослідницьких організацій, наукових установ говорять про те, що характер горіння ЛПЕЖ, їх гасіння, а особливо причини займання є складним та водночас до кінця недослідженим процесом. Нажаль, за рахунок стрімкого розвитку технологій та різноманіття ЛПЕЖ актуальність деяких наукових досліджень, зроблених не так давно втрачається з кожним роком. Саме тому дослідження нових зрізів ЛПЕЖ, їх характеристик, зокрема пожежонебезпечних, за різноманітних умов роботи є актуальною науковою задачею. Вирішення подібних задач надасть змогу в подальшому зрозуміти сферу та умови можливого використання тих чи інших ЛПЕЖ в побуті, виробництві, тощо.

Численні дослідження показують, що навіть один ЛПЕЖ може бути потужним джерелом теплового випромінювання та сприяти розповсюдженню горіння. Фактично, основним чинником виникнення горіння ЛПЕЖ є виникнення в ньому короткого замикання, яке може бути спричинено різними факторами. Основними причинами короткого замикання може бути пряме механічне пошкодження (проколвання елемента), деформація корпусу ЛПЕЖ та вплив надмірних струмів. Зокрема, існує низка стандартів, які регламентують порядок проведення експериментальних досліджень з визначення критичних показників ЛПЕЖ за умови впливу на них різних критичних факторів експлуатації, перед початком їх широко вжитку.



Метою цієї роботи є експериментальне та аналітичне (математичне моделювання) визначення впливу надлишкового струму на пожежну небезпеку ЛПЕЖ Panasonic NCR18650B ( $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ ).

Отриманні результати дослідження на практиці, в подальшому, нададуть змогу здійснювати достовірну оцінку причин та умов виникнення загорань спричинених ЛПЕЖ подібного формату та хімічного складу.

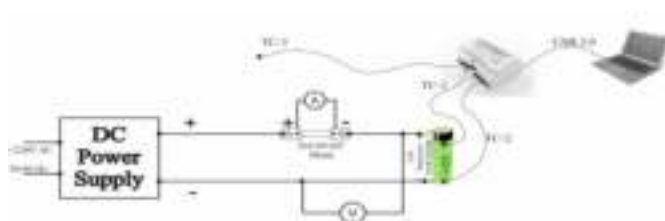
Для досягнення поставленої мети дослідження було визначено низку завдань необхідних для вирішення:

- провести експериментальне дослідження з визначення часу нагріву ЛПЕЖ до моменту настання його горіння з послідовним встановленням критичних показників: величини надлишкового струму, температурних показників елемента, тривалості та характеру горіння ЛПЕЖ;

- розробити математичну модель процесу нагрівання циліндричного ЛПЕЖ, враховуючи його геометричні параметри та вольт-амперні характеристики струму, що спричинив виникнення горіння елемента;

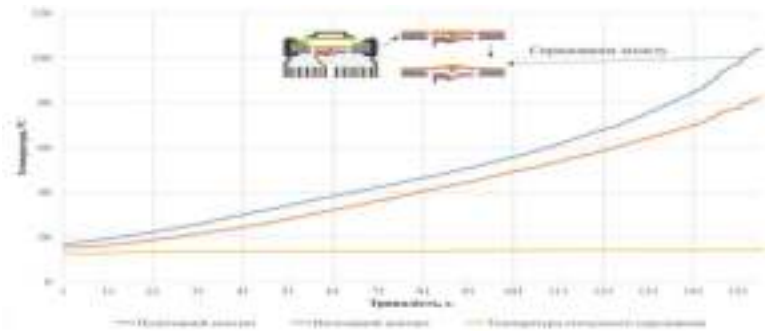
- здійснити порівняння отриманих експериментальних результатів з математичною моделлю з метою оцінки адекватності отриманих результатів дослідження.

Реалізуючи мету дослідження перш за все було визначено, що в процесі експериментальних досліджень на ЛПЕЖ Panasonic NCR18650B виробленого в Японії ( $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ ) буде здійснюватися подача постійного струму оскільки саме цей вид струму використовується під час заряджання подібних елементів.



**Рисунок 1** – Схема лабораторного стенду для проведення експериментального дослідження з визначення критичних показників Panasonic NCR18650B за умови впливу надлишкових струмів

Перші результати експериментальних досліджень показали та підтвердили надійність будови циліндричних ЛПЕЖ 18650 за рахунок наявності в будові елемента спеціального захисту від внутрішнього перегріву елемента. Після подачі на ЛПЕЖ струму (17 А) внутрішня температура елемента зростала в межах 80-104 °С. За рахунок збільшення внутрішньої температури елемента та утворення надлишкових газів спрацьовує захисний клапан ЛПЕЖ (розташований на «+» контакті), який розриває електричне коло.



**Рисунок 2** – Графічна залежність часу спрацювання захисту на Panasonic NCR18650B та розподіл температури елемента на його різних полюсах

Підсумковий аналіз результатів експериментальних досліджень з визначення особливостей поведінки ЛПЕЖ Panasonic NCR18650B за умови дії на нього підвищеного струму показує, що в першу чергу кожен елемент поводить себе по різному. Всі серії експериментальних досліджень підтверджують, що температурні показники, характер горіння або руйнування ЛПЕЖ є відмінний один від одного. Однак, все ж таки за рахунок великої кількості проведених експериментальних досліджень можна виокремити та визначити усереднені показники. Черговим підтвердженням чого може слугувати отримана математична модель процесу нагріву ЛПЕЖ, яка враховує вольт-амперні характеристики та геометричні параметри елемента.

Таким чином внаслідок дії надлишкового постійного струму на ЛПЕЖ було експериментально встановлено та математично підтверджено, що середній час початку нагріву елемента до критичної температури 100–150 °C становить 103 секунд (при 17 А), 58 (при 30 А), 43 (при 40 А).

Температура елемента під час горіння спричиненого надлишком струмом становить 810 °C, а температура полум'я досягає 900 °C.

Розроблена математична модель з використанням закону Джоуля-Ленца та Ньютона-Ріхмана, показавши розбіжність в 14 % від експериментальних значень, підтвердила свою адекватність. Таким чином, в подальшому, це дає можливість здійснювати розрахунок часу нагріву елемента при різних параметрах струму та розмірів елемента без необхідності проведення експериментальних досліджень.

### Література

1. Waqas Haider Haider (2020) Estimates of Total Oil & Gas Reserves in The World, Future of Oil and Gas Companies and SMART Investments by E & P Companies in Renewable Energy Sources for Future Energy Needs. International Petroleum Technology Conference. <https://doi.org/10.2523/IPTC-19729-MS>

2. Nykvist, B. and M. Nilsson (2015) Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles. *Nature Clim. Change*, Vol. 5(4): p. 329-332. URL: <https://doi.org/10.1038/nclimate2564>

3. Huang, Zonghou; Li, Huang; Mei, Wenxin; Zhao, Chunpeng; Sun, Jinhua; Wang, Qingsong (2020) Thermal runaway behavior of lithium iron phosphate battery during penetration. *Fire Technology* volume 56:2405–2426. <https://doi.org/10.1007/s10694-020-00967-1>

4. Lazarenko O., Loik V., Shtain B., Riegert D. (2018) Research on the Fire Hazards of Cells in Electric Car Batteries. *Safety and Fire Technology*. Volume 52. (44): 58-67. <https://doi.org/10.12845/bitp.52.4.2018.7>

5. V. Ruiza, A. Pfranga, A. Kristona, N. Omarb, P. Van den Bosscheb, L. Boon-Bretta (2018) A review of international abuse testing standards and regulations for lithium ion batteries in electric and hybrid electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81 pp. 1427–1452. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.195>

6. Лазаренко О.В., Посполітак В.І. Способи випробування літій-іонних елементів живлення на предмет пожежної небезпеки Пожежна безпека: зб. наук. праць. – Львів : ЛДУ БЖД, 2021. – №39. – С. 49-55. <https://doi.org/10.32447/20786662.39.2021.06>

7. Anosh Mevawalla, Manh-Kien Tran (2020) Mathematical Heat Transfer Modeling and Experimental Validation of Lithium-Ion Battery Considering: Tab and Surface Temperature, Separator, Electrolyte Resistance, Anode-Cathode Irreversible and Reversible Heat. *Batteries*, Vol. 6 (4), 61, p. 26. <https://doi.org/10.3390/batteries6040061>

8. Lun Li (2021) Experimental Study on Thermal Runaway Process of 18650 Lithium-Ion Battery under Different Discharge Currents. *Materials*, Vol 14, 4740. <https://doi.org/10.3390/ma14164740>

9. Пазен О. Ю., Тацій Р. М. Математичне моделювання процесу теплообміну в багатошаровому суцільному циліндрі з урахуванням внутрішніх джерел тепла. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2020. № 1 (9). С. 66-75. <https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.1.66-75>.

10. Tatsiy R., Stasiuk M., Pazen O., Vovk S. Modeling of boundary-value problems of heat conduction for multilayered hollow cylinder. 2018 International Scientific-Practical Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2018 - Proceedings: 2019, P. 21-25. <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2017.8246353>.

11. Valentin Muenzel (2015) Comment on A Comparative Testing Study of Commercial 18650-Format Lithium-Ion Battery Cells. *Journal of The Electrochemical Society*, Vol 162(12), Y11. <https://doi.org/10.1149/2.0241512jes>

12. Pius Victor Chombo, Yossapong Laoonual (2020) A review of safety strategies of a Li-ion battery. *Journal of Power Sources* Volume 478, <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2020.228649>.

УДК 502.175:504:625.1

**ЕКОЛОГО-ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ**

**Босак П.В.**, кандидат технічних наук.,  
**Попович В.В.**, доктор технічних наук, професор,  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Залізничний транспорт вважається одним із найменш забруднюючих видів наземного транспорту. Втім, такій оцінці через її опору на сумарне порівняння факторів деструктивного впливу на екологію притаманні типові недоліки як і для будь-яких інших узагальнюючих оцінок. Відповідно до Закону України «Про залізничний транспорт» [5] залізничний транспорт – це виробничо-технологічний комплекс підприємств залізничного транспорту, призначений для забезпечення потреб суспільного виробництва і населення країни в перевезеннях у внутрішньому і міжнародному сполученнях та надання інших транспортних послуг усім споживачам без обмежень за ознаками форми власності та видів діяльності тощо. Якщо аналізувати з урахуванням того, що мережа залізничних доріг охоплює чи не всю площу України, у фокусі уваги перебуватиме еколого-техногенне навантаження на локальні екосистеми. Тому дійсний вплив залізничного транспорту на навколишнє середовище слід розглядати з точки зору негативного синергетичного впливу на еколого-економічну систему країни. Необхідність інноваційного розвитку залізничного транспорту висуває нові вимоги до інженерних рішень у сфері управління станом шляхів залізничного сполучення.

Науковці [6] наголошують, що в Україні залізничний транспортний комплекс розосереджений практично по всій території країни. Він складається з шести залізниць, що взаємодіють із залізницями семи сусідніх країн, а також з основними морськими портами Чорного та Азовського морів та річки Дунай. Зокрема, експлуатаційна довжина залізничних ліній становить близько 22 тис. км, з яких електрифіковані майже 45 %. На сучасному етапі розвитку цей комплекс представлено розгалуженою мережею Львівської, Донецької, Придніпровської, Південної, Південно-Західної та Одеської залізниць. Залізничний транспорт України за загальною довжиною шляхів посідає третє місце у світі після США та Канади. За вантажообігом він виконує основні обсяги перевезень понад 50 %. За пасажироперевезеннями є незаперечним лідером в Україні. На нього припадає понад 70% загального обсягу перевезень.

Широкий спектр актуальних питань екологічної та техногенної безпеки залізничного транспорту розглядали такі науковці як: Пилипчук О. Я., Лук'яничук Н. Г., Запорожець О. І., Калимбет М. В., Хатнюк Ю. А. та інші [1-3, 6-7]. Віддаючи належне внеску вчених відзначимо, що проблематика екології прилеглих територій до залізничних доріг потребує подальших досліджень.

Головною особливістю екологічної та техногенної безпеки вздовж залізничних колій є постійна робота рухомого складу вантажних та пасажирських потягів. Цей вплив проявляється через забруднення повітря, водних джерел, ґрунту та рослинності шкідливими речовинами, а також через шумове та вібраційне забруднення атмосфери. Залізничний транспорт впливає на біологічний баланс місцевості через сприяння поширенню інвазивних видів, створення штучних перешкод для життєдіяльності, тощо. Згодом, ці впливи можуть призводити до зменшення популяції тварин та біологічного різноманіття.

У процесі виробництва або в результаті роботи технологічного обладнання утворюються забруднюючі газоподібні речовини, які поділяються на первинні (діоксид сірки, оксид азоту, окис вуглецю) та вторинні (фітохімічні окислювачі, газоподібні та парофазні сполуки, пил, луґи, феноли). При роботі залізничного транспорту території вздовж колій забруднюються пилом, вугіллям, мазутом, важкими металами, стічними водами, тощо. Зокрема, при транспортуванні промислових вантажів у доквіллі потрапляє понад 3 млн. т руди, 15 тис. т солей та 35 тис. т мінеральних добрив. Пильне забруднення охоплює понад 20 % розгорнутої довжини залізничних колій. Зупинка та рушання поїздів супроводжується виливами мастильних матеріалів з буксированих колісних пар [2].

До складу стічних вод, які забруднюють поверхневі та підземні води, найчастіше входять нафтопродукти, миючі засоби, реагенти та інші хімічні сполуки. Небезпечні речовини потрапляючи у ґрунт та в підземні води здатні накопичуватися в організмах тварин та рослин, перевищуючи норми гранично допустимої концентрації, тим самим через харчовий ланцюг негативно впливати на населення [1-3].

Рівень еколого-техногенної безпеки території вздовж залізничних колій характеризують такі інтегральні показники:

1. абсолютні втрати біоти, виражені у конкретних одиницях виміру стану біоценозів (флори, фауни, ґрунту, морів);

2. компенсаційні можливості екосистем, що характеризують їх відновлюваність;

3. ступінь ризику порушення природного балансу та спричинення кризових ситуацій в екосистемі;

4. рівень екологічних втрат, спричинених впливом об'єктів залізничного транспорту на доквіллі [2-4].

Таким чином, стан еколого-техногенної безпеки вздовж залізничних колій залежить від розвиненості інфраструктури залізничного транспорту у місцевості, якості рухомого складу та інтенсивності його експлуатації. Поліпшення рівня еколого-техногенної безпеки залежить від реалізації природоохоронних проєктів та управління розвитком шляхів залізничного сполучення на основі інноваційних технологій України.

### Література

1. Босак П. В., Лук'янчук Н. Г., Попович В. В. (2022). Чинники впливу залізничного транспорту на екологічну безпеку довкілля. Екологічні науки. 2022. № 3. С. 205-210. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.34>
2. Калимбет М. В., Зеленько Ю. В. Щодо концепції впровадження екологічно чистих та ресурсозберігаючих технологій експлуатації залізничного транспорту. Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств: тези 7-ї Міжн. наук-практ. конф., Дніпро, 30 листопада 2018 р. С. 62-63.
3. Пилипчук О. Я., Висоцька Т. І., Пічкур Т. В. Сучасні шляхи зниження впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище: проблема очищення ґрунту від нафтопродуктів. Екологічні науки. 2020. № 3. С. 113-118.
4. Попович В. В., Босак П. В. Вплив залізничного транспорту на стан довкілля України. Охорона праці: освіта і практика. Проблеми та перспективи розвитку охорони праці: 2022 рік : зб. наук. праць II Всеукр. наук.-практ. конф. викладачів та фахівців-практиків та XII Всеукр. наук.-практ. конф курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів, Львів: ЛДУ БЖД, 2022. С. 75-76
5. Про Залізничний транспорт: Закон України від 4 липня 1996 року № 273/96-ВР: із змін., внес. Законом № 1887-ІХ від 17.11.2021. Законодавство України:  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80#Text>
6. Транспортна екологія / О. І. Запорожець та ін. ; за заг. ред. С. В. Бойченка. Київ: НАУ, 2017. 507 с.
7. Хатнюк Ю. А. Поняття та суть екологічної безпеки у діяльності залізничного транспорту в Україні. Вісник Чернівецького факультету Національного університету «Одеська юридична академія» : збірник наукових статей. 2015. № 1. С. 210-218.

УДК 614.841.2+ 004.8

## **ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ЕВАКУАЦІЙНИХ ПОТОКІВ**

**Райта Д.А.,**

**Хлевой О.В.,** кандидат технічних наук

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

В більшості літературних джерел швидкість руху учасника евакуації подається у вигляді залежності від щільності потоку [1].

Структура людських потоків може суттєво відрізнятись на об'єктах різного призначення. Наприклад, у закладах торгівлі відсоток відвідувачів без будь-яких обмежень за мобільністю буде значно вищим, ніж у закладах охорони здоров'я, а відтак параметри швидкості руху та щільності для цих потоків будуть суттєво відрізнятись. В кожному випадку визначення цих параметрів відбувається шляхом проведення експериментів або натурних спостережень, які фіксуються за допомогою відеокамер (або камер систем відеспостереження). Обробка результатів є досить важким процесом, що потребує значних затрат часу [2].

Підвищити швидкість та точність процесу отримання емпіричних даних можливо за рахунок нейромережевого аналізу евакуаційних потоків.

Завдання розпізнавання учасників евакуації на відео можна представити у вигляді послідовності із низки етапів.

– на першому етапі необхідно розбити відеопотік на кадри та підготувати кадри до розпізнавання об'єктів за допомогою нейромережі;

– другий етап передбачає процес розпізнавання учасників евакуації в кожному кадрі;

– на третьому етапі здійснюється порівняння виявлених в кадрі учасників евакуації із учасниками евакуації, виявленими на попередніх кадрах;

– четвертий етап – виділення виявлених об'єктів на відео.

Існують готові програмні бібліотеки, що дають змогу виділяти об'єкти у відеопотоці. На основі аналізу цих ресурсів можна зробити висновок, що найбільш доцільно користуватися засобами бібліотеки OpenCV, яка дає змогу визначення контурів учасників евакуації різних груп мобільності (в тому числі і на кріслах колісних та з опорами) та засобами рекурентної нейронної мережі для опрацювання параметрів руху.

Для обробки відеопотоку було обрано архітектуру рекурентної нейромережі, запропоновану у [3], яка знаходиться у відкритому доступі.

Вихідними даними для нейромережі були кадри, оброблені за допомогою OpenCV. [4]. Оскільки відеопотік було отримано за допомогою

стаціонарної камери відеоспостереження, було використано маскування тих ділянок кадрів, на яких не відбувається виявлення учасників евакуації.

Для навчання нейромережі було використано результати частини експериментів, які проводилися у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності [2]. Вибірка складалася із 3-хвилинних відеороликів, загальна кількість учасників на яких становила понад 35000 осіб. При цьому обсяг навчальної вибірки становив 800 кадрів. Тривалість навчання становила 400 епох.

У навчальному наборі усіх учасників евакуації було поділено на 2 категорії: учасники, що пересуваються самостійно (M1) та некатегоровані (нетипові) учасники (M5), до яких можна віднести учасників, що пересуваються на кріслах колісних, учасників, що пересуваються із опорами та іншими допоміжними засобами тощо.

Навчання мережі відбувалося із застосуванням тензорних процесів на хмарній платформі для машинного навчання Google Colaboratory [5].

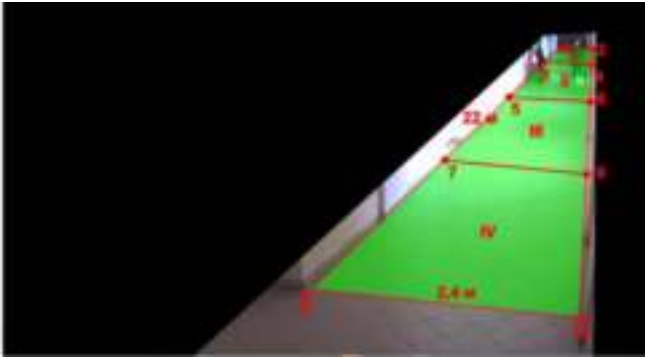
Позначення виявлених учасників здійснювало за допомогою рамки. У якості характеристик рамки було використано співвідношення між висотою і шириною рамки  $p$  та площею  $s$ . Положення рамки визначалося за допомогою координат геометричного центра  $x_c$  та  $y_c$ . Зазначені характеристики кожної рамки у кожному наступному кадрі порівнюються із характеристиками рамок у попередньому кадрі. Застосування алгоритму SORT (Simple Online and Real-time Tracking) [6] дає змогу виявляти рамки, які існували в попередніх кадрах та визначати їх переміщення, а також виявляти учасників евакуації, що з'явилися у кадрі вперше.

Переміщення рамки у проміжку між двома сусідніми кадрами, визначене за допомогою алгоритму SORT, забезпечує можливість обчислення швидкості руху учасників (у пікселях за одиницю часу). Після цього необхідно перетворити отримані значення у метри за секунду. Для реалізації цих обчислень було обрано горизонтальну ділянку евакуаційного шляху розміром 22x2,4 м, яка знаходиться у кадрі камери відеоспостереження.

Слід врахувати, що у більш віддаленій від камери ділянці евакуаційного шляху відстань, пройдена у пікселях, при перерахунку у метри, буде значно більшою, ніж аналогічна відстань у пікселях на ділянці шляху поблизу камери відеоспостереження. Щоб уникнути похибок під час конвертації, розділимо евакуаційну ділянку у кадрі на 4 рівних частини (I-IV) довжиною 5,5 м кожна.

Точки поділу 1-10 були нанесені на кадр камери відеоспостереження. Це дало змогу співставити координати цих точок на зображенні та на реальному об'єкті (рисунок 1).





**Рисунок 1** – Ділянка евакуаційного шляху на кадрі камери відеоспостереження та її реальні розміри

При цьому було використано модель, відповідно до якого позицію кожного учасника евакуації у реальних координатах можна визначити:

$$x = \frac{k_1 \dot{x} + k_2 \dot{y} + k_3}{k_7 \dot{x} + k_8 \dot{y} + 1} \quad y = \frac{k_4 \dot{x} + k_5 \dot{y} + k_6}{k_7 \dot{x} + k_8 \dot{y} + 1}, \quad (1)$$

де:  $(x, y)$  – реальні координати учасника евакуації;

$(\dot{x}, \dot{y})$  – координати центру рамки на кадрі,  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8$  – коефіцієнти перетворення.

Із рівнянь (1) для кожної із десяти вищезгаданих точок було записано по системі із двох рівнянь.

$$k_1 \dot{x} + k_2 \dot{y} + k_3 - k_7 \dot{x}x - k_8 \dot{y}x - x = 0, \quad (2)$$

$$k_4 \dot{x} + k_5 \dot{y} + k_6 - k_7 \dot{x}y - k_8 \dot{y}y - y = 0, \quad (3)$$

Таким чином, загалом отримано 10 систем рівнянь. Підставивши відомі нам значення  $x, y$  та  $\dot{x}, \dot{y}$  для кожної з 10 точок, було знайдено значення коефіцієнтів перетворень.

Отримані коефіцієнти дали змогу обчислити переміщення учасника евакуації між двома сусідніми кадрами відеопотоку.

Кожен учасник евакуації, потрапивши в кадр, ідентифікувався за певним номером і проводив на евакуаційній ділянці (в зоні видимості камери) певну кількість часу,  $a$ , отже, і певну кількість кадрів  $n$ . Одразу після ідентифікації об'єкта відстань його переміщення між двома сусідніми кадрами обчислювалася:

$$l_{n+1} = \sqrt{(x_{n+1} - x_n)^2 + (y_{n+1} - y_n)^2}, \quad (4)$$

У випадку, коли учасника евакуації було виявлено вперше, його початкове переміщення приймалося  $l_1 = 0$ .

Миттєва швидкість учасника евакуації визначалася:

$$v_{n+1} = l_{n+1} W, \quad (5)$$

де:  $W$  – частота камери (кадрів за секунду).

Це значення не було зручним для використання, бо під час ходьби швидкість руху людини змінюється стрибкоподібно і відрізняється у кожному кадрі. Щоб отримати згладжене значення швидкості, було використано фільтр Калмана:

$$V_{n+1} = K \cdot v_{n+1} + (1 - K) \cdot v_n, \quad (6)$$

де:  $K$  – передавальний коефіцієнт Калмана.

Оскільки після обробки відеопотоку нейронною мережею всі дані про виявлених учасників евакуації заносилися до окремого файлу, для кращої візуалізації результатів, було розроблено додаток, що дав змогу подавати після обробки відеофайлу нейромережею аналогічний файл з відео, у якому всі учасники евакуації були виділені рамками і над кожним учасником було вказано значення  $V_{n+1}$  у м/с (рисунк 2).



**Рисунок 2** – Результат обробки відеопотоку нейромережею

Запропонований метод визначення параметрів руху людських потоків за допомогою рекурентної нейромережі може значно прискорити експериментальні дослідження та формування бази емпіричних даних параметрів евакуації.

Подальші дослідження слід спрямувати на підвищення точності роботи нейромережі при більших значеннях щільності людського потоку, а також для визначення параметрів руху маломобільних груп населення.

### **Література**

1. DSTU 8828: 2019. Fire safety. Terms. [Valid from 2020-01-01]. Kind. ofits. Kyiv, 2018. 163 p. (in Ukr.).
2. Khlevnoi O. Standardization of fire safety requirements for evacuation routes and exits in secondary education institutions with inclusive education: dis. ... cand. tech. Sciences: 21.06.02 / Lviv, 2021. – 188 p.
3. Abdulla, W., 2020. Mask R -CNN for object detection and instance segmentation on Keras and TensorFlow. Available at: [https://github.com/matterport/Mask\\_RCNN](https://github.com/matterport/Mask_RCNN).
4. Open Source Computer Vision Library. Available at: <https://github.com/opencv/opencv>
5. Google Colaboratory. Available at: <https://colab.research.google.com/>
6. Bewley, A., 2020. Simple online and realtime tracking. Available at: <https://github.com/abewley/sort>.

УДК 614.87

## ЗАХОДИ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ НАСЕЛЕННЮ ПРИ АВАРІЯХ НА АЕС

**Тарнавський А.Б.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Радіаційні ураження населення при аваріях на АЕС з викидом у довкілля радіоактивних речовин залежать від характеру аварії, виду джерела випромінювання, а також потужності дози і розподілу її по площі тіла ураженого.

Медична допомога населенню, яке зазнало радіаційного впливу, включає в себе проведення комплексу медичних заходів з діагностики, медичного сортування, лікування та реабілітацію осіб, які потрапили в зону радіаційної аварії. В першу чергу це стосується тих осіб, які потрапили в зону радіаційної аварії і мають симптоми гострої променевої хвороби (клінічно підтвержені прояви). До заходів медичної допомоги відносять також надання невідкладної медичної допомоги за життєвими показниками, що можуть бути результатом дії супутніх чинників (кровотеча, травматичний шок, стресовий стан, шок тощо).

При цьому виділяють 5 основних видів ураження людей, які з найбільшою ймовірністю можуть виникати при радіаційних аваріях:

- короткочасне рівномірне опромінення  $\gamma$ -променями або потоком нейтронів;
- нерівномірне опромінення радіоактивними частинками;
- загальне довготривале або фракційне радіоактивне опромінення;
- одночасна комбінована або послідовна дія радіаційного ураження з іншими уражаючими факторами;
- місцеве чи комбіноване радіаційне ураження, яке викликане зовнішнім радіоактивним опроміненням та дією радіонуклідів, що осіли на шкірі, слизових оболонках або потрапили всередину організму.

Наведені фактори радіоактивного опромінення людей впливають на характер ураження та клінічні прояви променевої хвороби.

Характер утворення та наступного формування санітарних втрат серед опроміненого населення при виникненні аварії на АЕС з викидом у довкілля радіоактивних речовин та у воєнний час при застосуванні власне ядерної зброї суттєво відрізняються. Під час ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи було зафіксовано лише незначну кількість радіаційних уражень та термічних опіків серед осіб, які приймали участь у аварійно-відновлювальних роботах. Радіаційні ураження серед населення були зафіксовані згодом і лише в тих випадках, коли були нереалізовані заплановані профілактичні заходи.

У зв'язку з цим відсутність санітарних втрат серед населення при виникненні аварії на АЕС з викидом у довкілля радіоактивних речовин не лише не виключає, а й робить необхідним проведення попередньої оцінки категорій населення, що потребуватиме уваги до додаткових заходів безпеки для захисту і збереження їх здоров'я на ранній і середній фазах радіаційної аварії [1].

При цьому для потреби у медичному захист населення слід виділяти 3 основні категорії населення, що може потрапити в зону можливої радіаційної аварії:

Перша категорія – населення, яке потребує екстрених контрзаходів для зниження рівня променевої навантаженості та попередження виникнення радіогенних наслідків. До основних заходів захисту даної категорії належать:

- профілактичні заходи щодо мінімізації опромінення щитовидної залози понаднормовими дозами радіоактивного йоду насамперед серед критичних груп населення (діти та вагітні жінки) із вибірковою системою контролю;
- санітарне очищення постраждалих осіб (при потребі – зміна одягу) що надходять у лікувальні заклади з наступним проведенням радіометричного контролю.

Друга категорія – населення з проявами реактивних психічних розладів, яке потребує психологічної корекції і психотерапевтичної допомоги.

Третя категорія – амбулаторні та стаціонарні хворі, в тому числі нетранспортабельні особи, які підлягають евакуації і потребують постійного медичного обслуговування як під час евакуації, так і в місцях їх наступного розселення.

При невеликій кількості постраждалих осіб надання медичної допомоги ураженим проводиться медичним персоналом лікарняних закладів тих об'єктів, де виникла радіаційна аварія, а також тими медичними підрозділами, що вказані в аварійних планах. Медична допомога постражданим повинна надаватися з використанням спеціалізованого медичного устаткування. При цьому повинно проводитися медичне обстеження та лікування у повному обсязі у профільних стаціонарах, динамічне медичне спостереження у певні терміни після виникнення радіаційної аварії (диспансеризація), проведення оздоровчих заходів (реабілітація), медична експертиза працездатності з подальшим раціональним працевлаштуванням.

У випадку великої кількості постраждалих від радіаційного ураження для надання медичної допомоги слід залучати медичні формування цивільного захисту, а також військово-медичні заклади.

Якщо буде виникнення масових радіаційних уражень, то надання медичної допомоги слід здійснювати на основі системи поетапного лікування з примусовою евакуацією. При цьому основні заходи під час

організації медичної допомоги постраждалим від радіаційного впливу повинні включати [2]:

- проведення захисних заходів протирадіаційного захисту;
- якнайшвидше надання медичної допомоги постраждалим від радіаційного впливу;
- організація евакуації постраждалих із зони радіоактивного забруднення;
- проведення санітарної обробки та дезактивації на межі переходу із “забрудненої” зони в “чисту”;
- передислокація в район виникнення радіаційної аварії медичних підрозділів для надання першої медичної допомоги постраждалим;
- організація спеціалізованої медичної допомоги у закладах МОЗ або інших лікарняних закладах, що зазначені у аварійних планах.

Медичному обстеженню підлягають особи, які одержали понад 25 рад (0,25 Гр) загального зовнішнього рівномірного або нерівномірного опромінення, 150-300 рад (1,5-3,0 Гр) локального одноразового опромінення або при перевищенні річного граничнодопустимого надходження радіоактивних частинок в організм протягом короткого часу.

Медичне обстеження та медичне спостереження за особами, що отримали радіаційне ураження, можна проводити як у стаціонарі, так і амбулаторно за наступних умов:

- медичне обстеження зазвичай проводиться при дозах, які не перевищують 50 рад (0,5 Гр) загального зовнішнього опромінення або 300 рад (3,0 Гр) локального опромінення;
- постраждалих із гострими отруєннями радіонуклідами та одноразовим зовнішнім опроміненням дозами, які є більшими 100 рад (1,0 Гр) загального і 1000 рад (10,0 Гр) локального опромінення, слід терміново госпіталізувати для проведення медичного обстеження і надання кваліфікованої або спеціалізованої медичної допомоги.

### Література

1. Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 12.07.2000 № 116 “Норми радіаційної безпеки України; доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000)”.

2. Екстрена медична допомога: підручник / [М. І. Швед, А. А. Гудима, С. М. Геряк та ін.]; за ред. М. І. Шведа. – Тернопіль: ТДМУ, 2015. – 420 с.

УДК 681.3

## ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ВИЗНАЧЕННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

**Мирошник О.М.**, доктор технічних наук, професор,  
**Землянський О.М.**, доктор технічних наук, доцент,  
**Землянський О.М.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Черкаський інститут ім. Героїв Чорнобиля**

Забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту на регіональному рівні здійснюється територіальною підсистемою Єдиної державної системи служби цивільного захисту, до складу якої входять ланки об'єднаних територіальних громад [1]. Спільним для всіх територіальних громад є наявність громадян, суб'єктів господарювання та інститутів громадського суспільства [2-4], діяльність яких відіграє важливу роль у спроможності громади у сфері цивільного захисту. В той же час відсутність методики визначення спроможності об'єднаних територіальних громад негативно впливає на формування стійкості громади у сфері цивільного захисту.

Завдання визначення спроможності громади у сфері цивільного захисту (ЦЗ), є складним і слабо структурованим, тому для його вирішення можна використати системний підхід [5]. Складовими системного підходу є систематизація, формалізація та їх дослідження з позиції розгляду життєвого циклу об'єкта (в даному випадку громади). Очевидно, що з часом спроможність громади може змінюватися. Вона може знижуватись у зв'язку із виходом з ладу обладнання і збільшуватись у результаті придбання додаткового аварійно-рятувального обладнання, створення додаткових пожежних підрозділів тощо.

З позицій системного підходу спроможність громади можна описати залежністю

$$S = f(N, D), \quad (1)$$

де:  $S$  – показник спроможності громади;

$N$  – прогнозована кількість врятованих;

$D$  – прогнозовані реалізовані дії з ліквідації наслідків НС.

Залежність (1) є функцією двох складових частини: можливою кількістю врятованих людей та можливими прогнозованими діями підрозділів ЦЗ з ліквідації наслідків НС. Результатом розв'язку залежності буде число від 0 до 1 за яким можна зробити висновок про спроможність громади у сфері цивільного захисту.

Прогнозована кількість врятованих залежить від місткості укриттів та засобів для евакуації  $N_{y,в}$ , тому її можна визначити залежністю:

$$N = \begin{cases} \text{Якщо } N_{кд} < N_{y,в}, \text{ то } N_{кд} \\ \text{Якщо } N_{кд} \geq N_{y,в}, \text{ то } N_{y,в} \end{cases}, \quad (2)$$

Прогнозовані реалізовані дії з ліквідації наслідків НС, варто розглядати як нормований показник здатності ліквідовувати НС в залежності від їх масштабу та виду. Нормований показник здатності ліквідовувати НС можна визначити залежністю:

$$D = D_T + D_n + D_c + D_v, \quad (3)$$

де:  $D_T$  – нормований показник здатності ліквідовувати НС техногенного характеру;

$D_n$  – нормований показник здатності ліквідовувати НС природнього характеру;

$D_c$  – нормований показник здатності ліквідовувати НС соціального характеру;

$D_v$  – нормований показник здатності ліквідовувати НС військового характеру.

Враховуючи вище викладене, залежність спроможності громади у сфері цивільного захисту матиме наступний вигляд:

$$S = \frac{N}{N_0} D, \quad (4)$$

Висновком розв'язку залежності (4) може бути три варіанти спроможності громади у сфері цивільного захисту (табл. 1): низька спроможність, середня спроможність та висока спроможність.

**Таблиця 1**

Орієнтовний поділ спроможності громади у сфері цивільного захисту

Низька спроможність	Середня спроможність	Висока спроможність
$S \leq 0.3$	$0.3 < S \leq 0.7$	$S > 0.7$

Якщо виконаним розрахунком отриманий варіант низької та середньої спроможності, тоді необхідно вжити заходи щодо залучення додаткових сил і засобів для забезпечення належного стану цивільного захисту громади. Це можуть бути пожежно-рятувальні підрозділи Оперативно-рятувальної



служби ЦЗ, добровільні формування, місцеві пожежні команди та інші підрозділи служби цивільного захисту, які межують із територією відповідної територіальної громади. Окрім пожежно-рятувальних підрозділів можливе передбачення додаткового залучення сил і засобів громадських організацій та суб'єктів господарювання.

Підводячи підсумок можна сказати, що запропонований підхід може бути використаний для розробки методики визначення спроможності громад у сфері цивільного захисту. Маючи таку методику громадяни, суб'єкти господарювання та контролюючі органи цивільного захисту чітко зможуть встановити, що необхідно зробити громаді сьогодні, щоб кожен житель почував себе в повній безпеці.

### **Література**

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI.
2. Закон України від 21.05.1997 № 280/97-ВР «Про місцеве самоврядування в Україні».
3. Закон України від 05.02.2015 № 157-VIII «Про добровільне об'єднання територіальних громад»
4. Закон України від 17.06.2014 № 1508-VII «Про співробітництво територіальних громад»
5. Мирошник О.М. Інформаційно-аналітичні аспекти процесу визначення та за-безпечення пожежної безпеки висотних будинків / О.М. Мирошник // Вісник ЖДТУ. – 2006. – № 4. – С. 67-72

УДК 614.84

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ НЕБЕЗПЕЧНИХ  
ЧИННИКІВ ПОЖЕЖІ****Шахов С.М., доктор філософії,  
Національний університет цивільного захисту України**

Одним із способів досягнення належного рівня протипожежного захисту об'єкту є безпечна евакуація людей. Забезпечення евакуації людей полягає у низці відповідних рішень, за яких евакуація з об'єкта завершується до настання гранично допустимих для людини значень небезпечних чинників пожежі (НЧП).

До НЧП відносять токсичні продукти згоряння і термічного розкладання матеріалів, полум'я та іскри, підвищену температуру оточуючого середовища, дим та концентрацію кисню. Критичний час для кожного з НЧП визначається, як тривалість досягнення цим чинником гранично допустимого значення на шляху евакуації.

На сьогодні проблемою є проведення натурних випробовувань, щодо вивчення блокування НЧП на шляху евакуації існуючих об'єктів, що зумовлено значними матеріальних витратами та створенням ризику. Перспективним інструментом для проведення таких випробовувань є використання методів математичного моделювання розвитку пожежі. Останнім часом є досить популярним використання спеціального програмного забезпечення Fire Dynamics Simulator (FDS) [1-2], для комп'ютерного моделювання з графічним інтерфейсом PyroSim, завдяки якому можливе проведення досліджень у моделях, створених відповідно до реальних об'єктів, що надасть змогу перевірити, та забезпечити належний рівень об'єктів, що проєктуються, та вже існуючих будівель.

Динаміка зростання НЧП залежить від швидкості тепловиділення (Heat Release Rate, HRR) з речовини, що горить, яку визначають експериментальним шляхом у відповідних умовах [1]. Метою цих експериментів є встановлення зміни тепловиділення у часі. Зазначені експериментальні результати можуть бути використані для відтворення реальної пожежної навантаги на об'єкті.

За допомогою програмного використання є можливість вирішувати наступні завдання:

- створювати об'єкт для моделювання, відповідно до реальних умов
- обирати пожежну навантагу та експериментальну швидкість тепловиділення;

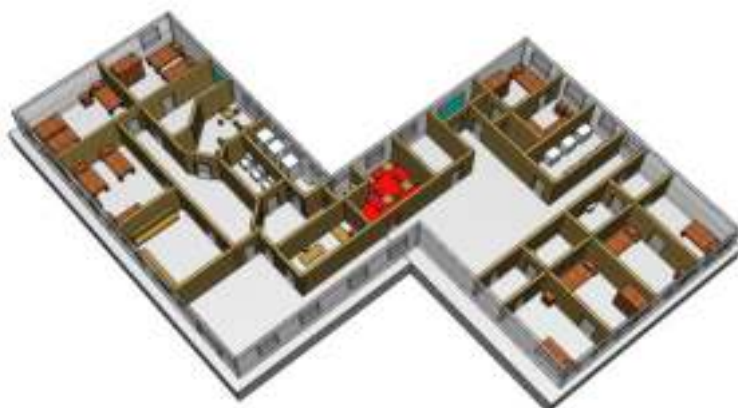
- досліджувати вплив швидкості тепловиділення на динаміку розвитку небезпечних чинників пожежі з використанням експериментальних даних швидкості тепловиділення HRR.

На рисунку 1 наведено модель об'єкту, яка розроблена у програмному забезпеченні відповідно до об'ємно-планувальних рішень існуючої будівлі.



**Рисунок 1** – Загальний вигляд створеної моделі двоповерхової будівлі.  
Як місце виникнення пожежі є змога обрати будь яке приміщення.

На цьому прикладі обрано їдальню (приміщення з підлогою красного кольору) на першому поверсі будівлі, модель якого подано на рисунку 2.



**Рисунок 2** – Вигляд першого поверху будівлі окремо та місце пожежі.

Пожежну навантагу слід обирати з урахуванням об'єктів, які є найбільш поширеними у будівлі. Швидкість тепловиділення – це величина, що характеризує з якою швидкістю продукти піролізу чи термодеструкції вводять у хімічну реакцію горіння, тобто на скільки швидко протікає реакція окислення продуктів термодеструкції. На сьогодні у National Institute of Standards and Technology (NIST) [3], широко впроваджує проведення натурних експериментів для визначення швидкості тепловиділення ННР з річних речовин.

За допомогою експериментальних результатів досліджень швидкості тепловиділення, можливе відтворення умов горіння пожежної навантаги в моделі, близьких до реальних. Це надає змогу здійснювати перевірку рівня пожежної безпеки існуючих об'єктів за допомогою програмного забезпечення.

### **Література**

1. McGrattan, K., et al. (2015). Fire Dynamics Simulator User's Guide, FDS Version 6.2.0, SVN Repository Revision: 22352, NIST Special Publication 1019, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD USA.
2. Fire Dynamics Simulator. Technical Reference Guide. Volume 1: Mathematical Model / NIST Special Publication 1018-1. Sixth Edition. 2015.
3. National Institute of Standards and Technology (NIST). Електронний режим доступу: URL: <https://www.nist.gov/>.

УДК 614.84

## **КРИТЕРІЇ ВИБОРУ СПОСОБУ ВОГНЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**Полупан В.А.,**

**Майборода Р.І.,**

**Рашкевич Н.В., PhD,**

**Отрош Ю.А.,** доктор технічних наук, професор.

**Національний університет цивільного захисту України**

Будівельні конструкції за нормальних умов експлуатації, здатні протягом десятків років зберігати необхідні робочі якості – стійкість та міцність. Але в умовах вогневого впливу конструкції досить швидко втрачають свої експлуатаційні властивості, несучу та теплоізолюючу здатність, цілісність. Тому виникнення пожеж у будівлях зумовлює необхідність запровадження комплексу організаційно-технічних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

Вогнезахист будівельних конструкцій є складовою системи забезпечення пожежної безпеки об'єкта захисту [1]. Вогнезахист направлений на зниження показників пожежної небезпеки матеріалу (деревини, залізобетону, металу, пластмаси) або підвищення вогнестійкості конструкції (несучі та огороджувальні) чи виробу (повітроводи, електричні кабелі тощо) [2].

На сьогодні для вогнезахисту будівельних конструкцій використовують:

- бетонування, оштукатурювання, обкладання цеглою;
- нанесення вогнезахисних покриттів (окраска, обмазування, напилення тощо);
- облицювання об'єкта вогнезахисту плитними матеріалами або встановлення вогнезахисних екранів (конструктивний спосіб);
- комбінований спосіб, що є раціональним поєднанням різних способів.

Тяжкі та легкі бетони, цегла, цементно-піщані штукатурки є традиційними засобами вогнезахисту металевих конструкцій. Ці матеріали придатні для забезпечення практично будь-яких меж вогнестійкості конструкцій.

Бетонування та цегляну кладку застосовують при реконструкції будівель та посиленні несучих конструкцій при одночасному переведенні будівель у більш високий ступінь вогнестійкості. Вогнезахист із цегляної кладки може повторно використовуватись після пожежі.

Проте, традиційні способи вогнезахисту малопродуктивні, оскільки пов'язані з трудомісткими опалубними та арматурними роботами. Крім того, застосування бетонів, цегли та цементно-піщаних штукатурок значно ускладнює каркас будівлі, збільшуючи навантаження на фундаменти, а

також подовжує термін будівництва. Тому, більш перспективним є використання полегшених матеріалів та легких заповнювачів – спученого перліту та вермікуліту, мінерального волокна, азбесту. Ці матеріали мають хороші теплоізоляційні властивості.

Вибір способу вогнезахисту здійснюється з урахуванням конструктивних, експлуатаційних, технологічних та техніко-економічних факторів:

- величини необхідних меж вогнестійкості конструкцій;
- типу конструкції і орієнтації поверхонь, що підлягають захисту в просторі (колони, стійки, ригелі, балки, ферми, косоури);
- виду навантажень, що діють на конструкцію (статична, динамічна), а також режим навантаження;
- температурно-вологих умов експлуатації та виконання робіт з вогнезахисту;
- ступеня агресивності навколишнього середовища по відношенню до вогнезахисту та матеріалу конструкцій;
- збільшення навантаження на конструкцію за рахунок добавки маси вогнезахисту;
- періоду монтажу вогнезахисту (під час будівництва або його реконструкції);
- естетичних вимог до конструкції;
- техніко-економічні показники.

Наприклад, підхід до зниження пожежної небезпеки дерев'яних конструкцій, що більше всього піддаються дії високих температур, має ряд особливостей. Підвищення пожежної безпеки дерев'яних конструкцій можна досягти конструктивними та хімічними способами, а також їх раціональною комбінацією. Конструктивні способи полягають у збільшенні розмірів перерізів несучих елементів, застосуванні вогнезахисних облицювань, що не згорають, екранів та ін. Хімічні способи включають широку гаму складів речовин та матеріалів для просочення, що мають високий опір дії вогню і високих температур. Деякі з них дозволяють лише збільшити час до займання деревини, інші – лише обмежують межу та інтенсивність розповсюдження полум'я по поверхні дерев'яних конструкцій.

Щоб досягти оптимальних рішень з вогнезахисту будівельних конструкцій, перспективу становить використання комбінованого вогнезахисту.

Як приклад раціональних варіантів комбінованого вогнезахисту можна запропонувати поєднання багатволокнистих матеріалів з покриттям, що розкладаються, на основі рідкого скла або поєднання гіпсокартонних або гіпсоволокнистих листів з базальтоволокнистими або мінераловатними матеріалами різної густини.

Композиційний вогнезахист зберігає переваги та усуває недоліки традиційного вогнезахисту.

Основні переваги композиційного вогнезахисту, в порівнянні з іншими способами, полягає в наступному:

- суттєве зниження маси;
- зменшення габаритних розмірів конструкцій з вогнезахистом;
- підвищення міцності та жорсткості шаруватого композиційного пакету;
- зниження паропроникності вогнезахисту у вихідному стані;
- підвищення вібростійкості та довговічності вогнезахисту за рахунок механічного кріплення до конструкцій;
- покращення декоративних та гігієнічних якостей вогнезахисту;
- підвищення технологічності та швидкості монтажу на об'єкті.

Таким чином, посилення нормативних вимог щодо заходів по зниженню показників пожежної небезпеки матеріалів та підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій, потребує як новітніх конструктивних розробок, так й відповідних наукових досліджень з визначення їх ефективності в умовах високих температур та додаткових навантажень [3, 4].

### **Література**

1. Полупан В.А., Рашкевич Н.В., Майборода Р.І., Отрош Ю.А. Вогнестійкість будівельних конструкцій як елемент системи пожежної безпеки. Current trends in the development of modern scientific thought. Proceeding sof the I International Scientific and Practical Conference. Haifa, Israel. 2022. P. 495–498.

2. Про затвердження Правил з вогнезахисту : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 26.12.2018 р. № 1064 : станом на 5 квітня 2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0259-19#Text> (дата звернення: 27.09.2022).

3. Отрош Ю.А., Ковальов А.І., Качкар Є.В. Розробка моделі нестационарного прогріву системи «сталеві пластина-вогнезахисне покриття» : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Problems of Emergency Situations». Харків: НУЦЗ України, 2022. С. 45–46.

4. Сур'янінов М.Г., Отрош Ю.А., Балдук П.Г., Дадашов І.Ф. Експериментальні та комп'ютерні дослідження залізобетонних колон за високих температурних впливів. Наука та інновації. 2020. Т. 16, № 2. С. 55–61.

УДК 614.842

## **МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ НИЗОВИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ**

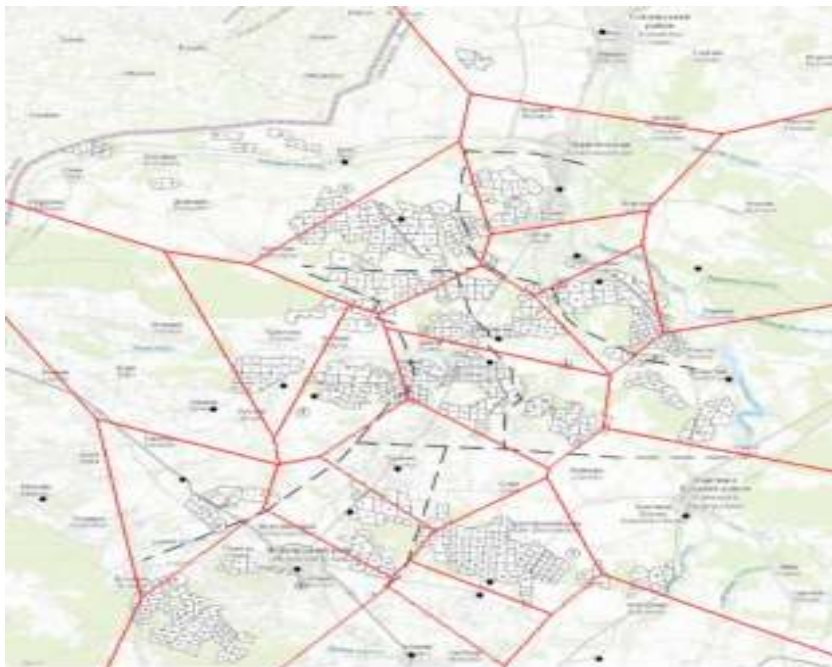
**Ренкас А.А.,** кандидат технічних наук,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Локалізація та гасіння пожеж у лісових масивах є актуальною проблемою для цілого світу. Успішне та швидке гасіння пожеж забезпечується шляхом швидкого реагування на них. Більшість робіт присвячені методам прийняття рішень у разі виникнення пожеж, маршрутизації руху та розподілу сил та засобів для ліквідації лісових пожеж [1-4]. Проте раціональне розміщення протипожежної техніки та обладнання поблизу лісових масивів з урахуванням дислокації існуючих державних, місцевих та лісових пожежних підрозділів значно зменшує затрати на їх ліквідацію. Крім цього, для швидкого реагування на лісові пожежі доцільно створювати та залучати добровільні пожежні формування із населених пунктів, які знаходяться у безпосередній близькості до лісових масивів, відстань від існуючих підрозділів до яких досить велика.

Розрахунок необхідної кількості сил і засобів для гасіння лісових пожеж необхідно проводити в декілька етапів. Перший етап – визначення рівновіддалених точок на карті до лісових масивів від пожежно-рятувальних підрозділів, лісових пожежних станцій та опорних пунктів з протипожежним інвентарем. Другий етап – прогнозування розвитку лісової пожежі залежно від рельєфу та погодних умов. При цьому слід приймати найнесприятливіші умови для того, щоб передбачити найнебезпечніший розвиток пожежі. На третьому етапі розраховується кількість особового складу та техніки, необхідних для гасіння лісової пожежі. На основі проведених розрахунків робиться висновок про те, чи забезпечене успішне гасіння прогнозованої пожежі.

Для прикладу розглянемо розміщення пожежних підрозділів відносно лісових масивів на території лісів, що перебувають у користуванні Державного підприємства «Жовківське лісове господарство».





**Рисунок 1** – Побудова діаграми Вороного для лісових масивів Жовківського лісгоспу з урахуванням розміщення пожежних підрозділів та опорних пунктів з протипожежним інвентарем

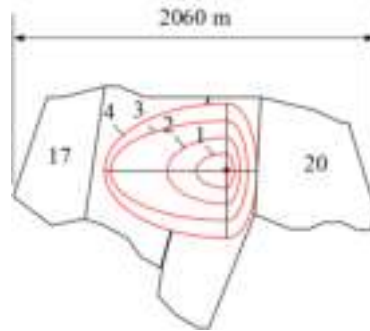
На мапі даної території побудуємо діаграму Вороного, де вершинами комірок Діріхле є локації розміщення пожежних підрозділів та опорних пунктів з протипожежним інвентарем. Для побудови діаграми використаємо алгоритм Форчуна. Діаграма Вороного для території Жовківського лісгоспу наведена на рисунку 1.

Розглядаючи діаграму Вороного можна зробити висновок, що рівновіддалені від місць дислокації пожежних команд є 19 та 50 квартали Бутинського лісництва, 26 та 73 квартали Соснівського лісництва, 11 та 62 квартал Великомоствіського лісництва, 34 квартал Любельського лісництва, 5, 23 та 33 квартали В'язівського лісництва, 10 та 63 квартали Зіболківського лісництва, що перевищує нормативні відстані. Крім цього, проблемними у плані виявлення та гасіння пожеж є квартали лісу Низівського лісництва, що знаходяться поблизу кордону, а саме 5-10 квартали.

Для розрахунку кількості особового складу, який необхідно задіяти до гасіння пожежі, необхідно знати швидкість поширення фронту лісової

пожежі та периметру пожежі. Для розрахунку даних параметрів використаємо методику наведену у роботі [5].

Для прикладу розглянемо розповсюдження низової пожежі по периметру у разі її виникнення у 19 кварталі Бутинського лісництва Жовківського лісгоспу. Основу провідників горіння лісової підстилки складає опад з хвої сосни та опад, сформований з опалого листя дерев. У відповідності до [5] базова швидкість горіння такого горючого матеріалу становить 0,41 м/хв. За результатами розрахунку швидкості поширення фронту, флангів та тилу лісової пожежі, можна визначити геометричні параметри пожежі у певний період часу. Розрахуємо геометричні параметри пожежі на 30, 60, 90 та 120 хв. Результати розрахунку наведені на рисунку 2.

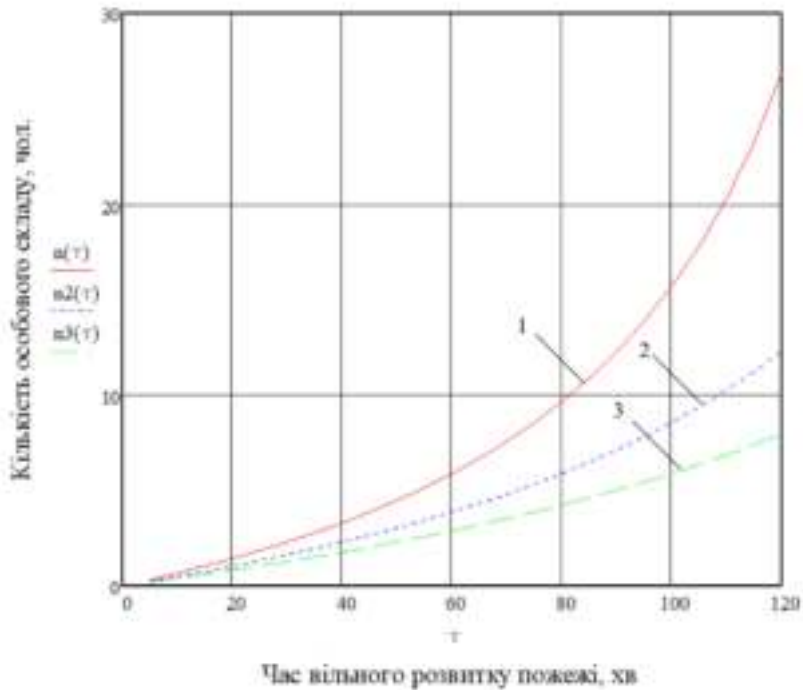


**Рисунок 2** – Прогнозування розвитку пожежі у 19 кварталі Бутинського лісництва Жовківського лісгоспу на 1 – 30 хв; 2 – 60 хв; 3 – 90 хв; 4 – на 120 хв

Периметр пожежі визначався як периметр двох півеліпсів. У першому півеліпсі велика піввісь – це відстань від місця виникнення пожежі до кромки пожежі по фронту, мала піввісь – від місця виникнення пожежі до кромки пожежі по флангу. У другому півеліпсі велика піввісь – це відстань від місця виникнення пожежі до кромки пожежі по флангу, мала піввісь – від місця виникнення пожежі до кромки пожежі по тилу. Отримані значення периметру пожежі в певні моменти часу дають змогу обчислити швидкість зростання периметру.

Визначення кількості особового складу для гасіння низової пожежі у лісі по периметру за допомогою ручних засобів визначається за методикою [6].

На рисунку 3 наведені результати розрахунку необхідної кількості пожежних для локалізації та подальшої успішної ліквідації пожежі в залежності від час вільного розвитку пожежі та прогнозованого часу локалізації пожежі.



**Рисунок 3** – Необхідна кількість пожежних для гасіння нізової пожежі у лісі залежно від часу вільного розвитку пожежі та прогнозованого часу локалізації пожежі: 1 – 30 хв; 2 – 40 хв; 3 – 50 хв

Для успішної та швидкої локалізації пожежі необхідно зменшити час вільного розвитку пожежі, що досягається шляхом дислокації пожежних команд поблизу лісових масивів. Так, для прикладу, у разі розміщення у селі Бутини опорного пункту із протипожежним обладнанням та транспортними засобами для їх доставки до місця пожежі та залучення добровольців, які проживають у цьому населеному пункті, час вільного розвитку пожежі можна буде скоротити у 1,5 рази. Результати розрахунків показали, що у такому разі для швидкої локалізації необхідно буде задіяти лише 12 осіб.

**Висновок.** Рациональне розміщення пожежної техніки та обладнання дозволяє значно зменшити кількість сил і засобів для локалізації можливої пожежі у лісових масивах. Крім цього, це призводить і до зменшення масштабів пожежі. Так, відповідно до проведених розрахунків, у разі скорочення часу вільного розвитку низової лісової пожежі на 25 %, значення необхідної кількості особового складу зменшується на 53,8 %.

### Література

1. J. Lu, J. Guo, Z. Jian and X. Xu, (2018) Optimal Allocation of Fire Extinguishing Equipment for a Power Grid Under Widespread Fire Disasters," in IEEE Access, vol. 6, pp. 6382-6389.

2. Yang, Z., Guo, L., & Yang, Z. (2019). Emergency logistics for wildfire suppression based on forecasted disaster evolution. *Annals of Operations Research*, 283(1), 917-937.

3. Martell, D. L. (2015). A review of recent forest and wildland fire management decision support systems research. *Current Forestry Reports*, 1(2), 128-137.

4. Wu, P., Chu, F., Che, A., & Zhou, M. (2017). Bi-objective scheduling of fire engines for fighting forest fires: New optimization approaches. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, 19(4), 1140-1151.

5. Методичні рекомендації щодо зниження небезпеки пливу лісових пожеж на арсенали, бази і склади боєприпасів, що розташовані в лісових масивах. Міністерство надзвичайних ситуацій України. 2011. 63 с.

6. Справочное руководство по ликвидации лесных и торфяных пожаров / сост. А. М. Сегодник [и др.]. – Гродно, 2012. – 160.

УДК 614.841.33

## **МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЕРЕКРИТТІВ**

**Миргород О.В.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Трушов Я.Р.**, курсант 4 курсу факультету пожежної безпеки,  
**Сидорчук О.Р.**, курсант 4 курсу факультету пожежної безпеки,  
**Національний університет цивільного захисту України**

В мовах сьогодення в Україні для визначення межі вогнестійкості будь-якої залізобетонної конструкції (колони, балки, перекриття, покриття) з вогнезахисним покриттям (облицюванням) певної товщини необхідно кожний раз проводити випробування на вогнестійкість. Наприклад, для перекриттів випробування проводять за [1] для того, щоб бути впевненим, що обране значення товщини вогнезахисного покриття (облицювання) забезпечить нормовану вогнестійкість. Такий підхід вимагає проведення випробувань конструкції на вогнестійкість, у разі необхідності визначення вогнестійкості з іншим значенням товщини вогнезахисного покриття. Він потребує значних матеріальних та фінансових затрат, оскільки кожен конструкцію з різними значеннями товщини вогнезахисного покриття та захисного шару бетону необхідно випробувати для визначення класу вогнестійкості.

Інший підхід стосується визначення вогнезахисної здатності покриттів для залізобетонних конструкцій експериментально-розрахунковим методом. За таким підходом проводять випробування на регламентованому (визначеному) наборі зразків залізобетонних конструкцій (балок або перекриттів), на поверхні яких нанесено вогнезахисне покриття (облицювання) з максимальним і мінімальним значеннями товщини. Отримані під час випробувань дані стосовно розподілення температури всередині та необігрітій поверхні зразків використовують для визначення діапазону товщини цього покриття для забезпечення певного ряду нормованих класів вогнестійкості. Ці дані у подальшому використовують як вихідні для наступного проектування залізобетонних конструкцій. Основи проектування вогнестійких конструкцій викладені у [2]. Даний стандарт приймається зі ступенем відповідності MOD до європейського стандарту та розповсюджується на проектування будівель і громадських споруд із залізобетону, встановлює принципи і вимоги забезпечення їх безпеки та експлуатаційної придатності.

Аналогічний підхід з використанням експериментально-розрахункового методу використовується під час визначення вогнезахисної здатності вогнезахисних покриттів для металевих несучих будівельних конструкцій, який впроваджено у національному стандарті [3].

Загальні вимоги до межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначені у основоположному нормативному акті технічного характеру України щодо забезпечення пожежної безпеки у будівництві [4].

Дослідження вогнестійкості будівельних конструкцій з покриттями експериментальними методами являє собою важке завдання, вирішення якого вимагає наявності енергоємного устаткування, але навіть воно дозволяє випробовувати лише фрагменти великогабаритних конструкцій. Розмір дослідних зразків обмежений габаритами печей. При проведенні повномасштабних натурних випробувань можливо отримати тільки обмежені дані про поведінку конструкцій при тепловій дії, оскільки в конкретному експерименті реалізується єдиний температурний режим, а для отримання достовірного прогнозу можуть знадобитися відомості про поведінку конструкції і при інших температурних режимах [5].

Враховуючи зазначені недоліки, перевага надається розрахунковим методам оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій. Для розрахункового визначення межі вогнестійкості розробляються і використовуються спеціальні моделі, методи їх інтегрування та комп'ютерні програми. Основою їх є метод кінцевих елементів і кінцевих різниць, що використовується в умовах дискретизації розрахункових перерізів. Застосування методів математичного моделювання для вирішення задач теплового проектування вогнестійких конструкцій досить поширене, але точність моделювання сильно залежить від точності завдання теплофізичних характеристик (ТФХ) покриттів, які визначаються окремо [6]. Всі розрахункові методи засновані на застосуванні математичних моделей, що використовують певні початкові числові дані і базові залежності, а також певні припущення, що спрощують розрахунки. Такі дані є не для всіх бетонів і можуть істотно відрізнятися навіть для однієї і тієї ж марки бетону, що відбивається на точності результату. Це накладає обмеження на застосування розрахункових методів. Використання більш простих розрахункових методик теж обмежена через завищення визначених меж вогнестійкості, пов'язаного з тим, що не враховуються специфічні ефекти в бетоні при його нагріванні [7].

Так, в Україні певний розвиток отримав розрахунково-експериментальний метод, який використовує розв'язання обернених задач теплопровідності [7-9]. Відповідні методи дозволяють визначати ТФХ вогнезахисних матеріалів, які містять, так і не містять воду, а також теплофізичні властивості матеріалів, що спучуються. У цих методиках використовують моделі нелінійної нестационарної теплопровідності в одно- і двовимірній постановці. При цьому розроблені методи визначення не тільки теплопровідності, а й теплоємності як функції від температури. Дані методи мають гнучкість і універсальність розрахункових методик, в той же час проведення лабораторних експериментальних методик підвищує достовірність розрахунку. Проведення цих експериментів не вимагає великих трудовитрат і має невисоку вартість [9].

### **Література**

1. ДСТУ Б В.1.1-20:2007 «Захист від пожежі. Перекриття та покриття. Метод випробування на вогнестійкість», для колон - ДСТУ Б В.1.1-14:2007 «Захист від пожежі. Колони. Метод випробування на вогнестійкість»)
2. EN 1992-1-2 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design (Проектування залізобетонних конструкцій Частина 1-2: Загальні вимоги – Проектування вогнестійких конструкцій).
3. ДСТУ Б В.1.1-17:2007 Захист від пожежі. Вогнезахисні покриття для будівельних несучих металевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності (EN 13381-4:2002, NEQ).
4. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
5. Бек Дж. Некорректные обратные задачи теплопроводности / Бек Дж., Блауэлл Б., Сент-Клэр Ч., мл. ; пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 312 с.
6. Основы идентификации и проектирования тепловых процессов и систем : учеб. пособие / [О. М. Алифанов, П. Н. Вабищевич, В. В. Михайлов и др.]. – М. : Логос, 2001. – 400 с.
7. Коздоба Л. А. Вычислительная теплофизика / Леонид Алексеевич Коздоба. – К. : Наукова думка, 1992. – 224 с.
8. Алифанов О. М. Обратные задачи теплообмена / Олег Михайлович Алифанов. – М. : Машиностроение, 1988. – 280 с.
9. Основы идентификации и проектирования тепловых процессов и систем : учеб. пособие / [О. М. Алифанов, П. Н. Вабищевич, В. В. Михайлов и др.]. – М. : Логос, 2001. – 400 с.

УДК 614.841: 543.57

**МЕТОДИ ВИПРОБОВУВАНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ  
ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ МАТЕРІАЛІВ**

**Марич В.М.**, кандидат технічних наук,  
**Пастухов П.В.**, кандидат технічних наук,  
**Рудик Ю. І.**, доктор технічних наук, доцент,  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Як відомо, пожежна безпека забезпечується системами попередження пожежі, протипожежного захисту та організаційно-технічними заходами. Для розробки комплексу конкретних технічних і організаційних рішень та заходів, які здатні забезпечити необхідну ступінь безпеки, необхідно попередньо визначити рівень пожежної небезпеки об'єкту.

Це досягається аналізом показників з випробувань згідно методів нормативної документації (ДСТУ, ДБН та іншої) вибухопожежонебезпеки речовин і матеріалів, що використовуються, обертаються і зберігаються на об'єкті з урахуванням їх фактичної кількості і особливості виробництва, оцінюються вибухопожежонебезпечність об'єкту, яка являє собою прогноз виникнення пожежі і його наслідків, тобто від чого, що і як може зайнятися і до чого це може призвести. Таким чином, методика аналізу вибухопожежонебезпеки зводиться до виявлення і оцінки умов формування горючого середовища, потенційних і фактичних джерел запалювання, умов виникнення контакту горючого середовища з джерелом запалювання, умов і причин розповсюдження вогню у випадку виникнення пожежі, що є основним завданням дослідних та випробувальних лабораторій. Проблемі методичного та регулятивного супроводу їх діяльності присвячене дане дослідження.

Найбільш радикальним заходом попередження утворення горючого середовища є заміна горючих речовин і матеріалів, що використовуються, на негорючі та важкогорючі.

Проте горючі речовини, матеріали, вироби з них реально присутні в абсолютній більшості в існуючих житлових, громадських, виробничих та інших приміщеннях, будівлях і спорудах, а їх повна заміна практично неможлива.

Науково-дослідна лабораторія пожежної безпеки ЛДУ БЖД (НДЛ ПБ) створена у лютому 2010 року. У лютому 2011 року НДЛ ПБ отримала ліцензію у Державному департаменті пожежної безпеки МНС України для проведення випробувань на пожежну небезпеку речовин, матеріалів, будівельних конструкцій виробів і обладнання, а також пожежної техніки, пожежно-технічного озброєння, продукції протипожежного призначення на відповідність встановленим вимогам.

В 2021 році проведено планову сертифікацію НДЛ ПБ та отримано Свідоцтво про відповідність системи керування вимірюваннями



(ДП «Львівстандартметрологія») яке дійсне до 27 травня 2025 року. Лабораторія розташована з теплотехнічної, теплофізичної та лабораторії вогневих випробувань, також, до складу лабораторії входить відкрита площадка для полігонних вогневих випробувань.

НДЛ ПБ забезпечена необхідними приладами для визначення вибухопожежонебезпечних параметрів горючих речовин та матеріалів, а також засобами виміральної техніки, випробувальним обладнанням і стандартними взірцями. Методики проведення випробувань використовуються згідно нормативної документації, яка регламентує вимоги до об'єктів вимірювання, галузі вимірвальних можливостей науково-дослідної лабораторії пожежної безпеки ЛДУ БЖД на проведення вимірювань.

Тому для визначення параметрів пожежної небезпеки матеріалів необхідні дослідження та випробування згідно методів, які є відображені в діючих нормативних документах

Отже для забезпечення визначення показників параметрів пожежної безпеки в науково дослідній лабораторії пожежної безпеки ЛДУ БЖД використовуються таке обладнання та методи (табл. 1).

Також аналізуючи останні 100 випробувань згідно методів для визначення параметрів пожежної безпеки матеріалів в НДЛ ПБ, можливо визначити ті методи випробувань які найчастіше виконувались в лабораторії:

- випробування на визначення групи горючості згідно ДСТУ 8829:2019 – 30
- Визначення групи поширення полум'я будівельних матеріалів - 13
- Визначення температури займання твердих речовин та матеріалів – 6
- Визначення температури самозаймання твердих речовин та матеріалів - 5
- визначення коефіцієнта димоутворення речовин і матеріалів – 7
- Визначення групи займистості будівельних матеріалів – 8
- Випробування на займистість і горючість під дією розжареного дроту електроізоляційних матеріалів – 4
- Інші -27

**Таблиця 1**

Методи випробувань, види обладнання і їх нормування

№	Найменування	Скорочена назва	Застосування згідно з
1	2	3	4
1.	Випробування піноутворювачів загального призначення	УВП-1	ДСТУ 3789 2015 ДСТУ 4041-2001
2.	Визначення групи займистості будівельних матеріалів	УВЗ	ДСТУ Б В.1.1-2-97
3.	Визначення групи горючості будівельних матеріалів	УВГ	ДСТУ 8829:2019, ДСТУ EN ISO 1182:2016
4.	Визначення групи поширення полум'я будівельних матеріалів	УВРП-1	ДСТУ Б В.2.7-70-98

1	2	3	4
5.	Визначення групи поширення полум'я будівельних матеріалів на вертикальних зразках у горизонтальному напрямку	УВРП-2	ДСТУ Б В.1.1-10:2004.
6.	Визначення групи важкогорючих речовин та горючих матеріалів	ОТМ	ДСТУ 8829:2019
7.	Визначення температури спалаху у закритому тиглі	ПВНЕ	ДСТУ 8829:2019, ДСТУ ISO 2719:2006
8.	Визначення температури спалаху в відкритому тиглі і температури займання рідин	ТВ-2	ДСТУ 8829:2019
9.	Визначення температури самозаймання рідин	СТС-2	ДСТУ 8829:2019, ДСТУ EN 14522:2017
10.	Визначення температури самозаймання твердих речовин та матеріалів	ОТП	ДСТУ 8829:2019
11.	Визначення температури займання твердих речовин та матеріалів	ОТП	ДСТУ 8829:2019
12.	Визначення коефіцієнта димоутворення речовин і матеріалів	УВКД	ДСТУ 8829:2019
13.	Визначення ефективності вогнезахисних просочувань та покриттів для деревини	ОТМ	ГОСТ 16363-98
14.	Випробування для оцінювання характеристик горіння текстильних матеріалів	КС-75	ДСТУ 4155-2003
15.	Випробування на займистість і горючість під дією розжареного дроту електроізоляційних матеріалів	УВРД	ДСТУ ІЕС 60695-2-13:2000
16.	Визначення теплового режиму споживання струму електричних приладів	РТ0102, ТХА	ДСТУ ІЕС 60695-1-1:2002 ДСТУ 2155-93
17.	Випробування на вогнестійкість електротехнічних виробів (у т.ч. кабелів)	УВВК	ДСТУ ІЕС 60695-1-1:2002 ДСТУ Б В.1.1-11:2005 ДСТУ 4809:2007

Висновки. Отже, аналізуючи ситуацію з наростанням міждержавних конфліктів і протистоянь, посилення терористичних загроз і масову міграцію населення, що ускладнюють роботу з ліквідації надзвичайних ситуацій. Умови воєнного стану передбачають виконання службових обов'язків у надзвичайних ситуаціях, які характеризуються раптовістю виникнення, непередбачуваністю та не прогнозованістю розвитку, ризиконебезпечністю. Для їх ефективного виконання фахівцям необхідно мати чіткі критерії технічної відповідності показників безпеки, які засновані на науково обґрунтованих методах вимірювань та випробувань у дослідних лабораторіях.

Тому пропонуємо зосередити основні зусилля на таких проблемах:

1. Заохоченні розвитку методичних, технічних та логістичних рішень, які уможливають ефективне розв'язання безпекових проблем сьогодення.

2. Пропагувати в освітньому середовищі цінність експериментальних досліджень та спонукати до їх досконалого вивчення та збагачення.

Випробування за показниками безпеки підкреслюють необхідність роботи з формування спільних міжвідомчих підходів до термінології та методології проведення вимірювань та випробувань у дослідних лабораторіях безпекового напрямку.

### **Література**

1. Гудим В. І., Рудик Ю. І., Столярчук П. Г. Аналіз стану та причин виникнення пожеж електричного походження у побутовому секторі. Пожежна безпека, 2005. 172-174.

2. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення

3. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення Класифікація

4. Рудик Ю. І. Вимірювання опору електропроводок як метод визначення їх пожежної небезпеки. Методи та прилади контролю якості. Івано-Франківськ, 2009. 23. С.133-137.

5. Рудик Ю.І., Пастухов П.В., Петровський В.Л., Безнос Н.І. Дослідження теплоізолюючих та термічних властивостей вогнезахисного матеріалу Problems of Emergency Situations 2021, м. Харків С.91-92.

6. Баланюк В.М., Гарасимюк О.І., Пастухов П.В. Визначення вогнегасної ефективності деяких аерозоль утворюювальних сполук ЛДУ БЖД 2013 с.14-18.

7. Пастухов П. В., Кочубей В. В., Лавренюк О. І., Михалічко Б. М. Хімічностіткі вогнезахисні покриття на основі модифікованих купрум(II) карбонатом епоксіамінних композицій Пожежна безпека, №34, 2019 с. 66-71.

8. Карвацька МЯ, Пастухов ПВ, Петровський ВЛ, Лавренюк ОІ. Вогнегасні випробування концентрованого водного розчину ферум (III) сульфату, Пожежна безпека, 2022, 40, С.55-60.

9. Рудик Ю. І. Вимірювання експлуатаційних параметрів безпеки електроінсталяцій. Вісник Національного технічного університету ХП, 2010. 46, 166-170.

10. Rudyk, Y. I., Yuzkiv, T. V., Yuzkiv, Y. T. Determining fire resistance limit of electric networks. Пожежна безпека, 21, 2012. 148-153.

11. Рудик Ю. І., Столярчук П. Г. Оцінка пожежної небезпеки зростання перехідного опору контактних з'єднань електроустановок. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Автоматика, вимірювання та керування. 2010. № 665. С. 101–107.

12. Рудик Ю. І., Шунькін В. М. Визначення обсягу горючого матеріалу кабельних виробів при випробуванні за показниками пожежної безпеки. Пожежна безпека Львів, 2019. 34. С.78–83.

13. Рудик Ю.І. Назаровець О.Б., Куць В.Р. Розвиток стандартизації випробування кабелів за показниками безпеки, Міжнародна конференція

метрологів МКМ'2019: Тези доповідей XXIII Міжнародного семінару метрологів (МСМ'2019). Львів, 2019. С.61-64.

14. Рудик Ю., Фурдь М., Когут С. Метод випробувань на поширення полум'я по вертикальних поверхнях у горизонтальному напрямку Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи III Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті професора Петра Столярчука, відп. за вип. М. М. Микийчук. Львів, 2017. С. 227-228.

УДК 614.841.45

**МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ  
ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НАМЕТІВ В УКРАЇНІ  
ТА ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ**

**Добростан О.В.**, кандидат біологічних наук  
**Інститут державного управління та наукових досліджень з  
цивільного захисту**

Намет – тимчасове приміщення із тканини, шкіри, рідше з гілля, що напинається на каркас; шатро; навіс, що утворюється переплетінням гілля і листя дерев. Використання наметів для тимчасового проживання наших військових, під час військової агресії з боку росії на сьогодні є дуже актуальним. Намети використовуються як у літній та у зимовий період. Використання у зимовий період є особливо небезпечним, це пов'язано з тим, що в наметах ставлять прилади для обігріву, як правило це саморобні печі (буржуйки). Попадання відкритого полум'я на матеріал намету може призвести до його займання, із подальшим виділення отруйних речовин під час горіння, що в свою чергу може спричинити трагічні наслідки.

Для запобігання таких випадків, необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки під час опалювання наметів. Крім того, необхідно щоб матеріал з якого виготовлений намет був важкозаймистий. Випробування з визначення займистості проводиться згідно з ДСТУ 4155 [1]. В сфері застосування цього стандарту зазначено, що він установлює метод випробування для оцінювання характеристик горіння текстильних матеріалів (у тому числі з покриттям і просоченням) для виготовлення штор, занавісок, декорацій, одягу, навісів, наметів та інших виробів, що експлуатуються у вертикальному положенні.

Суть методу випробувань полягає у впливі на зразок полум'я спеціального газового пальника. Висота полум'я повинна становити  $(40 \pm 2)$  мм. Під час проведення випробувань пальник встановлюють у горизонтальному положенні на  $(40 \pm 1)$  мм вище нижнього краю зразка на відстані  $(17 \pm 1)$  мм від поверхні зразка (режим запалювання зразка з поверхні). Тривалість впливу полум'я на зразок становить 5 с. У разі відсутності стійкого горіння проводять випробування на новому зразку за тривалості впливу полум'я 15 с. У разі відсутності стійкого горіння зразка пальник встановлюють під кутом 60 градусів до горизонталі та розташовують його таким чином, щоб полум'я торкалось нижнього краю зразка(режим запалювання зразка з краю). Тривалість впливу полум'я пальника на новий зразок становить 5 с. За відсутності стійкого горіння зразка тривалість впливу полум'я збільшують до 15 с. Під час проведення випробування реєструють:

тривалість залишкового полуменевого горіння, наявність поверхневого спалаху зразка, наявність займання чи тління бавовняної вати від частин, які відділяються від зразка, чи крапель, що горять, довжину звугленої ділянки.

Матеріал класифікують як легкозаймистий, якщо результати випробування відповідають таким умовам:

- тривалість залишкового полуменевого горіння становить більше ніж 5 с у будь-якого з зразків, які випробували з поверхні;
- прогоряння матеріалу до одного з його країв у будь-якого з зразків, які випробували з поверхні;
- займання бавовняної вати під будь-яким з випробуваних зразків;
- поширення поверхневого спалаху більш ніж на 100 мм від точки запалювання у будь-якого з зразків, які випробували з поверхні чи з краю;
- середня довжина звугленої ділянки становить більш ніж 150 мм у будь-якого з зразків, які випробували з поверхні чи з краю.

Якщо з п'яти зразків, вирізаних у напрямку основи або утоку, одній або декільком з вищевказаних умов задовольняє тільки один зразок, то проводять повторне випробування на п'яти зразках. Якщо отримані результати підтверджуються вдруге, то матеріал класифікують як легкозаймистий. Якщо під час випробування матеріалу не виконано всі вищезазначені умови, то матеріал класифікують як важкозаймистий.

У Європейському союзі діє EN 15619 [2], який визначає характеристики, вимоги та методи випробувань для тканин з покриттям, призначених для пересувних, тимчасово встановлених наметів та пов'язаних з ними споруд. У розділі стандарту, який стосується пожежної безпеки зазначено, що тканини з покриттям, які використовуються для виготовлення наметів або пов'язаних з ними спорудами, повинні бути піддані випробування щодо реакції на вогонь. Тканини з покриттям повинні бути випробувані відповідно до EN 14115 [3]. Тканини з покриттям, які використовуються для покриття наметів, стін, текстильних прикрас і відповідних застосувань всередині наметів, повинні бути класифіковані відповідно за чотирима категоріями: T1, T2, T3 та T4 або «некласифіковані». Як альтернатива, тканини з покриттям, призначені для пересувних, тимчасово встановлених наметів та пов'язаних з ними спорудами, також можуть бути піддані випробуванням відповідно до EN ISO 11925-2 [4] і EN 13823 [5] і класифіковано відповідно до EN 13501-1 (B, C, D або E) [6].

### **Література**

1. ДСТУ 4155-2003 Захист від пожеж. Матеріали текстильні. Метод випробування на займистість (IMO-Res. A. 471 (XII), NEQ).
2. EN 15619:2014 Rubber or plastic coated fabrics – Safety of temporary structures (tents) – Specification for coated fabrics intended for tents and related structures.

3. EN 14115:2018 Textiles – Burning behaviour of materials for marquees, large tents and related products – Ease of ignition.
4. EN ISO 11925-2:2020 Reaction to fire tests - Ignitability of products subjected to direct impingement of flame - Part 2: Single-flame source test.
5. EN 13823:2020 Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item.
6. EN 13501-1:2018 Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.

УДК 355.586

**НАВЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ, ЯК СКЛАДОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ****Пекарська О.О.,  
Лаврівський М.З.****Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Щорічно в різних країнах світу, у різних галузях діяльності людини трапляються мільйони нещасних випадків, сотні тисяч з яких закінчуються трагічно. В результаті надзвичайних ситуацій зазнають ушкоджень люди різноманітних професій на виробництві, в побуті та службі. Великих збитків зазнає країна від аварій, катастроф, пожеж, стихійних лих, які призводять до загибелі людей. За для покращення ситуації в країні розглядається, покращується та уніфікується нормативна база щодо питань цивільного захисту населення.

Однією із задач цивільного захисту є навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях та забезпечення на різних рівнях єдності і поступовості з обов'язкового вивчення населенням України основним діям захисту, набуття та засвоєння ними практичних навичок щодо дій у надзвичайних ситуаціях. Згідно з ст. 39-42 Кодексу цивільного захисту України навчання здійснюється: за місцем роботи – це стосується працюючого населення; за місцем навчання – до цієї категорії слід віднести здобувачів освіти; за місцем проживання - непрацююче населення.[1]

Навчання працюючого населення є обов'язковим і здійснюється за місцем роботи в робочий час за рахунок коштів роботодавця: за програмами підготовки працівників діям у надзвичайних ситуаціях; шляхом проведення на підприємстві, в установі, організації інструктажів і перевірки знань з питань цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки; під час проведення заходів практичної підготовки з питань цивільного захисту. Навчання учнів, студентів та дітей дошкільного віку здійснюється за їх навчальними програмами під час навчально-виховного процесу, а також шляхом: проведення шкільних, районних (міських), обласних та всеукраїнських змагань з безпеки життєдіяльності; проведення навчально-тренувальних зборів і польових таборів; участі команд переможниць у заходах міжнародного рівня з цих питань. Навчання непрацюючого населення (населення не зайнятого у сферах виробництва та обслуговування) здійснюється шляхом: проведення інформаційно-просвітницької роботи за місцем проживання через запровадження постійних рубрик у засобах масової інформації, зокрема друкованих, а також за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій,



аудіовізуальних та інтерактивних засобів та соціальної реклами; самостійного вивчення мешканцями регіону загальної програми, матеріалу з питань цивільного захисту; отримання необхідної інформації про поведінку в умовах надзвичайних ситуацій на консультаційних пунктах з питань цивільного захисту при органах місцевого самоврядування за місцем проживання (ЖЕО, ОСББ тощо) що передбачає: інформування населення про методи реагування у разі виникнення надзвичайних ситуацій; створення в консультаційних пунктах умов для оволодіння громадянами навичками користування найбільш поширеними засобами захисту і надання першої само- та взаємодопомоги; вивчення правил пожежної безпеки у побуті та громадських місцях.

Стосовно основних заходів щодо захисту населення в надзвичайних ситуаціях включають повідомлення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій та постійного його інформування про наявну обстановку; навчання населення вмінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти у надзвичайних ситуаціях; укриття людей у сховищах, медичний, радіаційний та хімічний захист, евакуація населення з небезпечних районів; спостереження та контроль за ураженістю навколишнього середовища, продуктів харчування та води радіоактивними, небезпечними хімічними речовинами та біологічними препаратами; організація і проведення рятувальних та інших робіт у районах лиха й осередках ураження.

Громадяни повинні знати основні свої обов'язки щодо безпеки життєдіяльності, дотримуватись установлених правил поведінки під час надзвичайних ситуацій. Знання які вони набудуть під час практичних навичок, збережуть життя та здоров'я людей в умовах надзвичайної ситуації та під час виконання невідкладних робіт у зоні надзвичайної ситуації або в осередку ураження.

### **Література**

1. Кодекс цивільного захисту України (від 02.10.2012 р. №5403- VI)
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 р. №444 «Порядок здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях»
3. Войтович В.Б., Лаврівський М.З. Навчання населення способам захисту при виникненні надзвичайних ситуацій /Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць XVII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2022 С.321
4. Лаврівський М.З., Філіппова В.В. Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях – запорука збереження життя / Науково-практичний семінар «Запобігання надзвичайним ситуаціям і їх ліквідація» Харків: НУЦЗ України, 2019 С.91

5. Гаврись, А. П., & Терех, Т. (2022). Проблемні аспекти навчання дітей дошкільного віку діям у надзвичайних ситуаціях

6. Гаврись, А. (2019). Оновлені завдання навчально-методичних центрів і територіальних курсів цивільного захисту та безпеки життєдіяльності

УДК 614.849

## **НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ У ЛЬВІВСЬКОМУ ДЕРЖАВНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

**Кузик А.Д., доктор сільськогосподарських наук, професор,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Пожежна безпека є провідним напрямом підготовки фахівців у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності, невід'ємною складовою якого є наукова діяльність. Наукові дослідження у галузі пожежної безпеки в університеті розпочалися ще у 1994 році, коли навчальний заклад був пожежно-технічним училищем. Першими проводили дослідження та захистили дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук викладачі В.М. Фірман (1996 р., тематика стосувалася розробки і застосування ручних імпульсних вогнегасників) та В.В. Ковалишин (2001 р., тематика стосувалася створення системи реагування та регулювання якості вогнегасників).

Після 2001 року, коли навчальний заклад був реорганізований у Львівський інститут пожежної безпеки, наукові дослідження за цим напрямом значно активізувалися. Ініціатором розвитку наукової сфери став проректор з науково-дослідної роботи В.В. Ковалишин, який сформував наукову школу з пожежної безпеки. Протягом подальших років в університеті функціонувала школа професора М.М. Семерака, представники якої досліджували процеси поширення тепла в умовах пожежі. У галузі пожежної безпеки в подальшому були сформовані наукові школи д.т.н. В.М. Баланюка, проф. Е.М. Гуліди, проф. Б.М. Михалічка та О.І. Лавренюк, проф. А.Д. Кузика та ін. На теперішній час в університеті наукові дослідження у галузі пожежної безпеки проводять 6 докторів наук, 34 кандидати наук та 2 доктори філософії. Більшість досліджень проводиться на базі Навчально-наукового інституту пожежної безпеки, проте багато проводиться і в інших структурних підрозділах.

Важливим етапом розвитку наукових досліджень стало створення у 2002 році разової ад'юнктури з пожежної безпеки, на базі якої розпочалася підготовка науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації. З 2006 року відкрито постійно діючу ад'юнктуру, а з 2014 року – докторантуру з цієї спеціальності. Наукове керівництво дисертаційними дослідженнями ад'юнктів зі спеціальності Пожежна безпека здійснювали В.В. Ковалишин, Е.М. Гуліда, В.І. Гудим, М.М. Семерак, В.М. Баланюк, А.Д. Кузик, Б.М. Михалічко, Р.М. Тацій, В.І. Луц та ін.

Важливе значення для підготовки науково-педагогічних кадрів у галузі пожежної безпеки мало відкриття спеціалізованої вченої ради К 35.874.01 з правом приймати до розгляду та проводити захист дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 21.06.02 Пожежна безпека відповідно до Постанови Президії ВАК України від 11.05.2006 за № 5-08/5 [1]. А у 2022 році наказом Міністерства освіти і науки України № 530 від 06.06.2022 [2] було відкрито спеціалізовану докторську вчену раду Д 35.874.01 за двома спеціальностями: 21.06.02 Пожежна безпека та 05.13.22 Управління проектами і програмами.

Для створення можливостей опублікування результатів наукових досліджень було засновано разом з Українським науково-дослідним інститутом пожежної безпеки періодичне наукове видання – щорічний збірник наукових праць «Пожежна безпека», перший номер якого вийшов у 2001 році. У 2002 році збірник було включено ВАК України до переліку фахових видань у галузі технічних наук [3]. З 2004 року збірник наукових праць «Пожежна безпека» видається двічі на рік. У 2020 році збірник внесено по переліку наукових фахових видань України як друковане періодичне видання категорії «Б» зі спеціальності 261 Пожежна безпека [4]. У 2017 році збірник було переведено на спеціалізовану онлайн-платформу Open Journal System та розпочато процес оцифрування і розміщення у відкритому доступі всіх номерів. На теперішній час збірник відомий не лише в Україні, але і поза її межами. Він увійшов до низки міжнародних наукометричних баз і на теперішній час проходить процес оцінювання у базі Scopus. Приймає до публікації статті у галузі пожежної безпеки і багатопрофільне видання «Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності»

Працівники університету публікують результати досліджень у галузі пожежної безпеки в низці монографій, зокрема «Забезпечення пожежної безпеки та ліквідація пожеж на деревообробних підприємствах» (автори: Е.М. Гуліда та О.М. Коваль), «Вогнестійкість огорожувальних конструкцій будівель і споруд» (автори: Р.Б. Веселівський, Р.С. Яковчук, О.О. Василенко та А.П. Половко), «Пожежна небезпека колісних транспортних засобів» (автор: А.Ф. Гаврилюк) та ін. З деякими монографіями можна ознайомитись на сайті наукових видань університету [5].

З метою апробації результатів наукових досліджень в університеті проводиться щорічно до 10 конференцій, частина з яких повністю або частково стосується сфери пожежної безпеки. За результатами роботи конференцій видаються збірники праць, які розміщуються у відкритому доступі на сайті наукових видань університету [5], у електронному репозитарії [6] та на сайті конференцій [7].

Обговорення результатів досліджень, обмін досвідом у галузі пожежної безпеки постійно проводиться на постійно діючому науковому семінарі Навчально-наукового інституту пожежної безпеки. Учасниками

семінару та доповідачами є відомі науковці, науково-педагогічні працівники, здобувачі наукових ступенів, а також курсанти і студенти.

Вагомим рушієм розвитку пожежної науки в університеті стало створення в 2010 році Науково-дослідної лабораторії, для якої було виділено окрему будівлю та розпочалося наповнення приладами. Більшість приладів є унікальними та виготовлялись на замовлення підприємствами або своїми силами відповідно до вимог державних стандартів. В подальшому було розділено лабораторію на дві, одна з яких – Науково-дослідна лабораторія пожежної безпеки, яка є самостійним науковим підрозділом, що забезпечує проведення випробувань речовин, матеріалів на пожежну небезпеку, випробувань будівельних матеріалів та конструкцій, випробувань виробів та електрообладнання на відповідність вимогам пожежної безпеки. Лабораторія також надає аналітичні послуги з впровадження науково-технічних розробок та консультаційні послуги з питань пожежної безпеки. До складу лабораторії входять теплотехнічна, теплофізична лабораторії та лабораторія вогневих випробувань. Облаштовано відкритий майданчик для полігонних вогневих випробувань. У подальшому планується масштабна реконструкція приміщень лабораторії та полігону вогневих випробувань. Значний внесок у розвиток лабораторії зробив В.Л. Петровський, який спроектував і самостійно виготовив низку приладів та устаткування.

На базі лабораторії проведено значну кількість досліджень науковими і науково-педагогічними працівниками університету, докторантами, аспірантами і магістрами. Розроблено нові методики випробувань протипожежного обладнання, створено нові засоби пожежогасіння, встановлено пожежонебезпечні властивості речовин і матеріалів.

В університеті у 2019 році створено Навчально-наукову лабораторію систем протипожежного захисту, на базі якої є можливість проведення досліджень за напрямом пожежної автоматики та протипожежного облаштування будівель і споруд. Лабораторія облаштована найсучаснішими зразками обладнання та систем протипожежного захисту.

В університеті щорічно виконується декілька науково-дослідних робіт у галузі пожежної безпеки на замовлення ДСНС України, результати яких впроваджуються у діяльність органів і підрозділів цивільного захисту України. Тематика цих робіт різноманітна та стосується, зокрема, проблем підвищення вогнестійкості будівельних огорожувальних конструкцій, проведення аварійно-рятувальних робіт в обмеженому просторі газодимозахисниками, обґрунтування вимог пожежної та техногенної безпеки до адміністративно-офісних приміщень та розроблення контрольного списку, оцінювання ризиків у приміщеннях і будівлях громадського призначення, розроблення методики проведення занять з пожежниками на багатофункціональному тренажері контейнерного типу та ін. [8]. На теперішній час працівники університету виконують три науково-дослідні

роботи, одна з яких стосується досліджень параметрів оцінки протипожежного стану об'єктів і побудови комп'ютерної аналітичної системи, друга – вдосконалення технологій гачіння комбінованих пожеж за наявності легких металів та сполук фосфору, а третя – дослідження передумов та розробка програмних систем консультаційної допомоги населенню в ризикових ситуаціях на базі мобільних платформ.

Щорічно в університеті виконується низка ініціативних НДР у галузі пожежної безпеки. Позитивною є практика вибору тематики та виконання науково-дослідних робіт кафедрою або науковим колективом, що сприяє інтенсифікації наукових досліджень та їх спрямуванню у напрямку діяльності кафедри.

Важливе значення для розвитку галузі пожежної безпеки має патентна діяльність. В університеті вона проводиться постійно та має результати у вигляді різноманітних наукових розробок і методів. Першим від закладу вищої освіти був поданий деклараційний патент на винахід «Спосіб оцінки горючості матеріалів», який був опублікований у 2003 році. З цього періоду університет отримав 18 патентів на винахід та 37 на корисну модель у галузі пожежної безпеки, що становить переважну більшість від загальної кількості отриманих патентів. Окрім того, багато патентів за цим напрямом було подано особисто та отримано працівниками університету в рамках відповідних досліджень.

Нові наукові результати у галузі пожежної безпеки є завжди актуальними, оскільки від них залежить життя та здоров'я громадян, збереження майна, матеріальних і культурних цінностей. Тому життя та поява нових викликів і загроз, зокрема в умовах війни, ставлять перед науковцями нові проблеми та завдання, які потрібно враховувати і вирішувати у подальших наукових дослідженнях.

Таким чином, у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності створено належні умови, розбудована дослідницька база та наявний науковий потенціал, сформований у наукових школах, що дає можливість ефективної організації та проведення наукових досліджень з пожежної безпеки – одного із основних напрямів діяльності університету.

### Література

1. Постанова Президії ВАК України від 11 трав. 2006 р. № 5-08/5.
2. Наказ МОН України від 06 черв. 2022 р. № 530.
3. Постанова ВАК України від 12 черв. 2002 р. № 1-05/6.
4. Наказ МОН України від 02 лип. 2020 р. № 886.
5. Наукові видання Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Монографії : веб-сайт. URL: <https://books.ldubgd.edu.ua/index.php/m/catalog/series/monographs>.
6. Електронний репозитарій ЛДУБЖД. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua>.
7. Конференції : веб-сайт. URL: <https://indico.ldubgd.edu.ua/category/1/>.
8. База НДР та ДКР ДСНС України : веб-сайт. URL: [ndr.dsns.gov.ua](http://ndr.dsns.gov.ua).

УДК 351.861

## **НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ БПЛА В ОПЕРАТИВНУ ДІЯЛЬНІСТЬ СИЛ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Ковальов О.О.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Неклонський І.М.**, кандидат військових наук  
**Національний університет цивільного захисту України**

Компанія DJI, світовий лідер у галузі цивільних квадрокоптерів та технологій аерофотозйомки, запустила онлайн-мапу [1] для відстеження подій у всьому світі, коли безпілотні літальні апарати (БПЛА) допомагли врятувати когось від небезпеки. Відповідні рятувальні операції, що відображені на мапі, наочно демонструють, як технологія БПЛА перейшла від експериментальної концепції до стандартного використання у сфері громадської безпеки.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) постійно працює над удосконаленням системи безпеки населення та оперативної ліквідації наслідків різних аварій. Швидкість реагування та активні дії рятувальних підрозділів безпосередньо впливають на збереження життя людей та об'єктів. Тому впровадження БПЛА та нових технологій – необхідний крок для підвищення ефективності роботи ДСНС.

З цією метою до експлуатації в системі ДСНС була допущена низка різнотипних, але не професійних за призначенням БПЛА. Більшість з них – це квадрокоптери PHANTOM або MATRICE різних модифікацій. Проведено навчання першої навчальної групи – 15 слухачів з посад зовнішніх пілотів (операторів) БПЛА територіальних органів та підрозділів центрального підпорядкування ДСНС.

Дійсно, завдяки роботі з БПЛА стало значно легше проводити розвідку пожеж у екосистемах, проводити обстеження територій та акваторій на наявність вибухонебезпечних предметів, здійснювати пошук людей, які заблукали у лісі або яких віднесло у відкрите море. Про це свідчать неодноразові доповіді відповідних органів управління ДСНС центрального і територіального підпорядкування.

Разом з тим необхідно зауважити, що активне впровадження БПЛА в оперативну діяльність рятувальних сил потребує відповідного науково-технічного супроводження. На наш погляд, потребують дослідження ряд концептуальних питань, а саме:

- необхідність експлуатації БПЛА з однаковими характеристиками в складі різних структур, що входять до однієї територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту, чи можливо є доцільним побудувати ефективний механізм взаємодії або інтегрувати в систему авіаційного пошуку і рятування [2];

- потреба у розробленні та впровадженні БПЛА, у тому числі професійного (спеціалізованого) призначення, тактико-технічні вимоги до таких БПЛА і в цілому до безпілотної авіаційної системи (БАС);

- систематизація умов і факторів, що будуть впливати на функціонування БПЛА під час ліквідації надзвичайних ситуацій (НС). При чому формування системи умов і факторів має відбуватися з врахуванням їхнього релевантного зв'язку з показниками ефективності, які теж потребують визначення.

- критерії вибору БПЛА для пошуково-рятувальних робіт з урахуванням специфіки даного виду НС.

- інформаційні технології та програмне забезпечення БАС.

Напрацювання відповідної концепції дає можливість сформувати уже напрацьовані у цій сфері результати в єдину систему поглядів та сформулювати визначальний задум щодо впровадження БПЛА у оперативну діяльність сил цивільного захисту.

Із напрацьованих результатів актуальними є результати щодо дослідження використання БПЛА в процесі моніторингу лісових пожеж [3,4], досвід розроблення групи БПЛА призначеної для виконання пошуково-розвідувальних, рятувальних (інженерних) операцій фахівцями НАУ [[https://nau.edu.ua/ua/menu/science/naukovi-rozrobki/bpla-dlya-poshukovo-rozviduvalnih-\(inzhenernih\)-operatsiy.html](https://nau.edu.ua/ua/menu/science/naukovi-rozrobki/bpla-dlya-poshukovo-rozviduvalnih-(inzhenernih)-operatsiy.html)]. У сфері цивільної авіації розроблені такі безпілотні авіаційні комплекси, як М-7Д Небесний патруль, Observer SM1, Spectator, Raybird-3, DS700 THOR, які можуть застосовуватись для виконання пошуково-рятувальних робіт. Також заслуговує на увагу досвід застосування БПЛА під час ліквідації наслідків аварії на АЕС Фукусіма-1 [5]. Відповідні результати і досвід роботи можуть стати базисом щодо подальших досліджень.

В існуючих підходах щодо застосування інформаційних технологій викликає зацікавленість пошуково-рятувальна система MOBNET [6], розроблена компанією Orbital Critical Systems за підтримки країн Європейського Союзу (ЄС) для визначення місцезнаходження постраждалих. Даний проект отримав фінансування в рамках програми дослідження та інновацій «Горизонт-2020» ЄС. MOBNET – це пошуково-рятувальна система, що інтегрована для використання в комплексі з БАС. Вона здатна забезпечити безперервний моніторинг осередку НС при низьких витратах, не створюючи при цьому загрози для життя рятувальників. Система значно пришвидшує процес виявлення постраждалих на великих територіях.

Концептуальні підходи мають бути реалізовані у відповідні регламенти та методики застосування БПЛА під час проведення пошуково-рятувальних операцій, що дозволить ефективно інтегрувати відповідні комплекси у систему оперативних дій сил цивільного захисту під час ліквідації НС.



### **Література**

1. Drone rescues mapped : веб-сайт. URL: <https://enterprise.dji.com/drone-rescue-map> (дата звернення 30.09.2022)
2. Drobakha Hr., Neklonskyi I., Kateshchenok A. and others. Structural and functional simulation of interaction in the field of aviation safety by using matrices. Archives of Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 95, Is. 2. P. 67–76. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/9000> (дата звернення 30.09.2022)
3. Качур Т.В., Дівізінюк М.М., Азаренко О.В. та інш. Прогнозування надзвичайних ситуацій, які викликані пожежами, в радіоактивно-забруднених лісових масивах України з використанням розвідувальних безпілотних літальних апаратів: монографія. Харків: НУЦЗУ, 2020. 96 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12088> (дата звернення 30.09.2022)
4. Гусак О.М. Інформаційна технологія раннього виявлення лісових пожеж за допомогою безпілотних літальних апаратів : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / ЛУБЖД. Львів, 2018. 187 с.
5. Ковальов О.О., Єлізаров О.В., Коханенко В.Б., Манжура С.А. Метод локального моніторингу атмосфери за допомогою безпілотних літальних апаратів. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. Вип. 2(34). С. 208-231. URL: <http://pes.nuczu.edu.ua/images/arhiv/34/16.pdf> (дата звернення 30.09.2022)
6. MOBNET : веб-сайт. URL: <http://mobnet-h2020.eu> (дата звернення 30.09.2022)

УДК 614.841.45

**ОБґРУНТУВАННЯ ПРОЦЕДУР ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ  
СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ****Кравченко Р.І.**, кандидат технічних наук,  
**Корольова О.Г.**, кандидат економічних наук, доцент  
**Хроменков Д.Г.****Інститут державного управління та наукових досліджень з  
цивільного захисту**

Одними із видів нехарчової продукції є системи протипожежного захисту будівель (далі – СПЗ): системи пожежної сигналізації [1], системи оповіщення про пожежу [2], системи керування евакуацією знаками безпеки [3], системи евакуаційного освітлення [4], системи пожежогасіння (водяного [5–7], пінного [8], порошкового [9], газового [10, 11], аерозольного [12], кухонні [13, 14]), системи флегматизації [15] та системи протидимового захисту (системи видалення диму [16], системи зі створення різниці тиску [17]. До СПЗ також можуть бути віднесені пожежні ліфти [18]. Не виконання СПЗ своїх функцій в умовах пожежі може призводити до значних людських і матеріальних втрат.

Відомо, що одним із ефективних заходів запобігання та розвитку пожежам на об'єктах є підтвердження відповідності нехарчової продукції вимогам пожежної безпеки. На сьогодні в Україні для більшості СПЗ згідно з ДСТУ 9047 [19] запроваджено добровільну оцінку відповідності. Обов'язкову оцінку відповідності виконують лише для пожежних ліфтів згідно з «Технічним регламентом ліфтів і компонентів безпеки для ліфтів» та СПЗ залізних тунелів згідно з «Технічним регламентом безпеки інфраструктури залізничного транспорту».

З огляду на резонансні пожежі, пов'язані з неспрацьовуванням СПЗ, Указом Президента України від 24 грудня 2019 р. № 948 «Про невідкладні заходи щодо запобігання пожежній небезпеці в Україні» Кабінету Міністрів України доручено вжити заходів щодо затвердження «Технічного регламенту засобів цивільного захисту». Тобто, для досягнення зниження ризиків пожежі в будівлях цим технічним регламентом має бути запроваджена обов'язкова оцінка відповідності СПЗ.

Законодавством ЄС прийнято, що оцінка відповідності СПЗ, на які не поширюється дія актів законодавства ЄС, має здійснюватися згідно з національним законодавством. Провідними європейськими організаціями з пожежної безпеки, зокрема EURALARM, відзначається, що відповідність компонентів СПЗ технічним регламентам не забезпечує відповідність самих СПЗ. У зв'язку з цим, державами-членами ЄС запроваджено власні

процедури оцінки відповідності СПЗ. Наприклад, у Великобританії на виконання вимог законодавства про пожежну безпеку Регістром пожежної безпеки BAFE запроваджено схеми сертифікації СПЗ, охоплених нормативними документами [1, 2, 4, 10, 14], та організацій, які виконують процеси проєктування, монтажу, пуску і наладки, а також верифікацію СПЗ.

На основі Закону України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності», «Модулів оцінки відповідності, які використовуються для розроблення процедур оцінки відповідності», «Модулів оцінки відповідності у сфері залізничного транспорту» та модулів оцінки відповідності пожежних ліфтів та положень стандартів [1–17] обґрунтовано і запропоновано застосовувати такі процедури оцінки відповідності СПЗ:

1) експертиза типу із дослідженням репрезентативного зразка (модуль В) плюс відповідність типові на основі забезпечення якості виробничого процесу (модуль D);

2) відповідність на основі перевірки одиниці технічної системи (модулі G, SG);

3) відповідність на основі цілковитого забезпечення якості (модуль H);

4) відповідність на основі цілковитого забезпечення якості з експертизою проєкту (модулі H1, SH1).

Запропоновані модулі є модифікованими, охоплюють процеси проєктування і монтажу СПЗ та передбачають залучення третьої незалежної сторони до сертифікації СПЗ і (або) схвалення систем управління суб'єктів господарювання, що створюють СПЗ.

### **Література**

1. CEN/TS 54-14:2018. Fire detection and fire alarm systems – Part 14: Guidelines for planning, design, installation, commissioning, use and maintenance. Brussels. 2018. 90 p.

2. CEN/TS 54-32:2015. Fire detection and fire alarm systems – Part 32: Planning, design, installation, commissioning, use and maintenance of voice alarm systems. Brussels. 2015. 80 p.

3. ISO 16069:2017. Graphical symbols – Safety signs – Safety way guidance systems (SWGS). Geneva. 2017. 39 p.

4. ДСТУ EN 50172:2019 (EN 50172:2004, IDT). Системи евакуаційного освітлення. Київ. 2020. 9 с.

5. EN 12845:2015+A1:2019. Fixed firefighting systems – Automatic sprinkler systems – Design, installation and maintenance. Brussels. 2019. 215 p.

6. ДСТУ Б CEN/TS 14816:2013. Стационарні системи пожежогасіння. Дренчерні системи. Проєктування, монтування та технічне обслуговування (CEN/TS 14816:2008, IDT). Київ. 2013. 55 с.

7. EN 14972-1:2020. Fixed firefighting systems – Water mist systems – Part 1: Design, installation, inspection and maintenance. Brussels. 2020. 99 p.

8. EN 13565-2:2018+AC:2019. Fixed firefighting systems – Foam systems – Part 2: Design, construction and maintenance. Brussels. 2019. 47 p.

9. ДСТУ 7052:2009. Протипожежна техніка. Системи порошкового пожежогасіння стаціонарні. Частина 2. Проектування, конструкція та технічне обслуговування (EN 12416-2:2001+A1:2007, MOD). Київ. 2013. 55 с.

10. EN 15004-1:2019. Fixed firefighting systems – Gas extinguishing systems – Part 1: Design, installation and maintenance (ISO 14520-1:2015, modified). Brussels. 2019. 116 p.

11. ISO 6183:2022. Fire protection equipment – Carbon dioxide extinguishing systems for use on premises – Design and installation. Geneva. 2022. 68 p.

12. EN 15276-2:2019. Fixed firefighting systems – Condensed aerosol extinguishing systems – Part 2: Design, installation and maintenance. Brussels. 2019. 38 p.

13. EN 17446:2021. Fire extinguishing systems in commercial kitchens - System design, documentation, and test requirements. 2021. 36 p.

14. EN 16282-7:2017+A1:2021. Equipment for commercial kitchens – Components for ventilation in commercial kitchens – Part 7: Installation and use of fixed fire suppression systems. Brussels. 2021. 11 p.

15. EN 16750:2017+A1:2020. Fixed firefighting systems – Oxygen reduction systems – Design, installation, planning and maintenance. Brussels. 2020. 37 p.

16. ДСТУ CEN/TR 12101-4:2016 (CEN/TR 12101-4:2009, IDT) Системи протидимного захисту. Частина 4. Побудова систем димо- та тепловидалення. Київ. 2016. 40 с.

17. EN 12101-13:2022. Smoke and heat control systems – Part 13: Pressure differential systems (PDS) – Design and calculation methods, installation, acceptance testing, routine testing and maintenance. Brussels. 2022. 118 p.

18. EN 81-72:2020. Safety rules for the construction and installation of lifts – Particular applications for passenger and goods passenger lifts – Part 72: Firefighters lifts. Brussels. 2020. 46 p.

19. ДСТУ 9047:2020. Системи протипожежного захисту. Настанова з підтримання експлуатаційної придатності. Київ. 2013. С. 29.

УДК 614.849

## **ОПТИМІЗАЦІЯ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ШЛЯХОМ ВПОРЯДКУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ ДЕПО**

**Придатко В.В.,**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Враховуючи, і стрімкий демографічний розвиток нашої держави, і технологічний прогрес, які призводять до розширення фактичних меж населених пунктів, нагальною постає проблема забезпечення вчасного реагування успішної локалізації та гасіння пожежі, що в свою чергу залежить від певних чинників, що залежать і від людства, так і є збігом певних обставин.

В умовах сучасності, раніше проведених досліджень науковців України [3] та раніше опублікованих матеріалах [6], існують декілька варіантів вирішення проблеми забезпечення своєчасного реагування на звичайні ситуації, що наведено на прикладі існуючого підрозділу рятувальної служби. Запропоновані варіанти, як влаштування декількох районів обслуговування рятувальними підрозділами у вигляді певних радіусів, так і влаштування в межах територій добровільних пожежних команд призводить до оптимізації реагування на надзвичайні ситуації та події в межах умовно розглянутого населеного пункту, а також надає можливість розширення зони обслуговування на населені пункти, що з ним межують.

Враховуючи вищезазначене, актуальним є завдання щодо розробки оптимальної зони обслуговування, що є одним із варіантів вирішення проблеми вільного розвитку пожежі шляхом зменшення часу доїзду рятувальних підрозділів.

Враховуючи демографічний та технологічний розвиток населених пунктів, проблема дотримання допустимих радіусів захисту населених пунктів при русі пожежного автомобіля дорогами загального користування існуючими підрозділами із дотриманням нормативних відстаней стає неможливим і є прецедентом збільшення часу вільного розвитку пожежі.

Проведеним аналізом ситуації на базі населеного пункту м. Тульчин Вінницької області – можливо чітко відобразити вище описану проблему (Рис. 1).



**Рисунок 1** – Межі обслуговування існуючим рятувальним підрозділом м. Тульчин

- – місце розташування депо рятувального підрозділу;
- – трикілометровий радіус обслуговування рятувального підрозділу;
- – орієнтовний радіус обслуговування рятувального підрозділу з урахуванням пересування рятувальної техніки дорогами загального користування;
- – території населеного пункту, що не потрапляють до радіусу обслуговування існуючого рятувального підрозділу з урахуванням пересування рятувальної техніки дорогами загального користування.

Уявляючи ситуацію збільшення радіусу обслуговування рятувальними підрозділами можна припустити і збільшення часу вільного розвитку пожежі, що обумовлено у роботі [2], який в результаті призведе до збільшення площі горіння і як наслідок до більших матеріальних збитків.

Опрацювавши матеріал наукових досліджень [2-6], нормативних актів, які регулюють порядок розміщення депо рятувальних підрозділів [1] та провівши роботу із електронними картами, на прикладі м. Тульчин Вінницької області, виявлено, що певні території не підпадають до зони обслуговування рятувального підрозділу, що передбачається діючими на території України нормативними актами. Різниця теоретичного (3 км) і фактичного (1,8 км) радіусів складає 1,2 км.

Враховуючи зазначене, можемо прийти до вирішення порушеної проблеми декількома шляхами, одним із яких є: влаштування в межах м. Тульчин декілька районів обслуговування рятувальними підрозділами у вигляді певних радіусів, що можуть перекриватись [3] за умови переміщення існуючого депо рятувального підрозділу (Рис. 2);



**Рисунок 2** – Пропонуємі межі обслуговування нововлаштованими рятувальними підрозділами

- – пропонуємі місце розташування депо рятувального підрозділу;
- – місце розташування існуючого депо рятувального підрозділу;
- – орієнтовний радіус обслуговування рятувального підрозділу.

Переваги: створення передумов зменшення часу доїзду пожежно-рятувальних підрозділів, і як наслідок зменшення часу вільного розвитку пожежі.

Недоліки: відсутня можливість врахування процесів генерального планування розвитку населеного пункту, залучення додаткових матеріальних активів для переміщення існуючого пожежного депо.

Відповідно, як свідчить практика, певний розвиток інфраструктури, що є наслідком демографічного розвитку, опирається на обгрунтовані рішення генерального планування населених пунктів, що узгоджуються заздалегідь.

Беручи до уваги, що визначити орієнтовні коефіцієнти оптимізації доїзду пожежно-рятувальних підрозділів, як різницю теоретичного і фактичного радіусів, є припустимим. Тоді:

1. У математичному відношенні орієнтовний коефіцієнт оптимального розміщення пожежних депо, як співвідношення фактичного радіусу до теоретичного:

$$k_o = R_f / R_t,$$

де:  $R_f$  – фактичний радіус – 1,8 км;

$R_t$  – теоретичний радіус – 3,0 км;

$k_0$  – коефіцієнт оптимального розміщення пожежних депо та відповідно де коефіцієнт буде становити  $0,6$ .

2. Іншим варіантом обрахунку оптимального коефіцієнту розміщення пожежного депо є застосування математичних моделей дотичності кіл в одній точці, що в своїй основі має принцип відсутності вільних зон, то можемо прийняти принцип трикутного розміщення кілець, а саме  $L = 1,7R$ :

$$k_{0\Delta} = L_f / L_t = 1,7R_f / 2R_t$$

де:  $R_f$  – фактичний радіус – 1,8 км;

$R_t$  – теоретичний радіус – 3,0 км;

$k_0$  – коефіцієнт оптимального розміщення пожежних депо;

$L_f$  – фактична відстань;

$L_t$  – теоретична відстань – сума двох радіусів – 6 км та відповідно де коефіцієнт буде становити  $0,51$ .

В результаті певного ряду досліджень та обрахунків при роботі з електронними картами різних населених пунктів встановлено певну залежність від вище проведених обрахунків. Однак планувальні рішення населених пунктів як нашої держави так і світу в цілому не є геометрично рівними, тому прийнято рішення виведення усередненого значення визначених коефіцієнтів:

$$K = (k_0 + k_{0\Delta}) / 2,$$

де:  $K$  – усереднений коефіцієнт оптимального розміщення пожежних депо, та відповідно де буде становити **0,555**.

Застосувавши, вище вказані значення до раніше застосованих у обрахунку електронних карт населених пунктів, встановлено, що при розробці планів генерального планування населених пунктів з урахуванням усередненого коефіцієнту оптимального розміщення пожежних депо, незалежно від призначення території: селітебного чи виробничого призначення, радіус обслуговування пожежними депо перекриває 94 % території, на даний час цей показник не перекриває і 70%, для населених пунктів, де функціонують пожежно-рятувальні підрозділи.

Розглядаючи проблемну ситуацію захисту та створення передумов безпечної експлуатації об'єктів в межах населених пунктів, визначення оптимальних варіантів розміщення пожежних депо, в комплексі із задачами оптимального розміщення геометричних об'єктів через велику кількість практичних застосувань, здійснено обрахування усередненого коефіцієнту оптимального розміщення пожежних депо, що є одним із варіантів часткового вирішення проблеми збільшення часу вільного розвитку пожежі з причин невідповідності часу доїзду. Застосувавши, за попередніми домовленостями із проектними організаціями, визначені показники до генерального планування окремих населених пунктів, встановлено деякі прорахунки вказаних організацій при розробці містобудівної документації.



### **Література**

1. Планування та забудова територій : ДБН Б.2.2-12:2019. [Чинний з 01.10.2019]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 178 с.
2. Паснак І.В. Вплив критичного часу пожежі в приміщенні промислового підприємства на технології її ліквідації. Науковий вісник НЛТУ. 2012. Вип. 22.6. С. 103-114.
3. Гуліда Е.М. Зменшення тривалості вільного розвитку пожежі на основі оптимізації шляху слідування пожежників до місця її виникнення. Збірник наукових праць Пожежна безпека. 2013. Вип. 23. С. 64-70.
4. Паснак І.В. Розкриття особливостей впливу організаційних чинників на тривалість вільного розвитку пожежі. Науковий вісник НЛТУ. 2014. Вип. 24.3. С. 372-377.
5. Аналіз чинників впливу на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику / І.В.Паснак та ін. Науковий вісник НЛТУ. 2014. Вип. 26.1. С. 286-292.
6. Оптимізація реагування на надзвичайні ситуації в населених пунктах Ю.С. Верхолук, В.В. Придатко. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, ад'юнктів (аспірантів). ЧПБ НУЦЗ України. 2022. С.19-20.

УДК 614.849

## ОПТИМІЗАЦІЯ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ШЛЯХОМ РОЗМІЩЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ДОБРОВОЇЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ

**Придатко В.В.,**

**Придатко О.В.,** кандидат технічних наук, доцент

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

В ході розгляду ситуацій та оцінки можливих методів оптимізації реагування на надзвичайні ситуації, які виникають як у межах населених пунктів так і за їх межами за основу прийнято вважати час вільного розвитку пожежі. Який відповідно у свій час, як зазначено роботі [4, 8] є складовою періодів вільного розвитку, локалізації та ліквідації пожежі.

Враховуючи, що процес вільного розвитку пожежі, залежить від певного ряду чинників, про що зазначено у [5, 6]:

$$\tau_{в.р.} = \tau_{в.в.} + \tau_{сн.} + \tau_{он.} + \tau_{зал.} + \tau_{зб.} + \tau_{сл.} + \tau_{о.р.},$$

де:  $\tau_{в.в.}$  – період часу від моменту виникнення горіння до її виявлення;

$\tau_{сн.}$  – період часу від виявлення до повідомлення рятувальних підрозділів;

$\tau_{он.}$  – час опрацювання інформації про подію;

$\tau_{зал.}$  – час залучення служб взаємодії до ліквідації події;

$\tau_{зб.}$  – час збору та виїзду;

$\tau_{сл.}$  – час слідування до місця події;

$\tau_{о.р.}$  – час розгортання підрозділів, розглянемо окремі з них, в ході формування карти генерального планування населених пунктів без наявних підрозділів пожежно-рятувальних служб та їх відповідного розміщення.

Відповідно до вимог зазначених у роботі [1], щодо розміщення депо пожежно-рятувальних служб для забезпечення швидкого реагування на ймовірні події та з урахуванням можливості, використання в якості первинного підрозділу, що прибуває на місце події, добровільних формувань розглянемо окремі чинники вільного розвитку пожежі, а саме:  $\tau_{зб.}$  – час збору та виїзду,  $\tau_{он.}$  – час опрацювання інформації про подію та  $\tau_{зал.}$  – час залучення служб взаємодії до ліквідації події.

Беручи за основу класифікацію добровільних пожежних формувань, наведеної у [2], можемо умовно прийняти, виходячи із тактичних можливостей первинного підрозділу, що:

$\tau_{зб.}$  – час збору та виїзду для добровільних пожежних формувань можна визначити як суму часу слідування караульних, що несуть добове

чергування, від місць постійної дислокації (роботи чи відпочинку) до підрозділу та часу збору караульних, зазначеному у [3]:

$$\tau_{зб.} = \tau_{сл.к.} + \tau_{зб.к.};$$

де:  $\tau_{зб.к.}$  – час збору та виїзду караульних;

$\tau_{сл.к.}$  – час слідування караульних до підрозділу;

$\tau_{оп.}$  – час опрацювання інформації про подію можна визначити як суму часу отримання інформації, часу повідомлення караульних про подію, часу повідомлення пожежно-рятувальної служби ДСНС:

$$\tau_{оп.} = \tau_i + \tau_{i.к.} + \tau_{ДСНС};$$

де:  $\tau_i$  – час отримання інформації про повідомлення;

$\tau_{i.к.}$  – час повідомлення караульних про подію;

$\tau_{ДСНС}$  – часу повідомлення пожежно-рятувальної служби ДСНС.

$\tau_{зал.}$  – час залучення служб взаємодії до ліквідації події можна визначити як суму часу повідомлення аварійних служб та часу їх слідування до місця події, зазначених у [7]:

$$\tau_{зал.} = \tau_{п.арс} + \tau_{сл.арс}$$

де:  $\tau_{п.арс}$  – час повідомлення аварійних служб;

$\tau_{сл.арс.}$  – час слідування аварійно-рятувальних служб до місця події.

Відповідно до окресленого, опираючись на пропозиції наведені у [9], для зменшення тривалості вільного розвитку пожежі можемо окреслити основні вимоги до моделі розміщення пожежних депо добровільної пожежної охорони для оптимізації реагування на надзвичайні ситуації та використання добровільних пожежних команд (дружин) [11] у населених пунктах з чисельністю населення до 10 тис. чоловік та відсутністю виробництв категорій за вибухопожежною небезпекою «А» та «Б», а саме:

– добровільна пожежна команда першої категорії – для захисту населених пунктів із чисельністю населення від 5 до 10 тис. чоловік, наявністю об'єктів виробничого та складського призначення за категорією виробництва «В»;

– добровільна пожежна команда другої категорії – для захисту населених пунктів із чисельністю населення від 3 до 5 тис. чоловік, наявністю об'єктів виробничого та складського призначення за категорією виробництва «Г»;

– добровільна пожежна команда третьої категорії – для захисту населених пунктів із чисельністю населення до 3 тис. чоловік, наявністю об'єктів виробничого та складського призначення за категорією виробництва «Д»;

– добровільна пожежна дружина першої категорії – для захисту об'єктів виробничого та складського призначення за категорією виробництва «В» та «Г», об'єктів організацій та установ з наявністю приміщень з можливим перебуванням більше 50 осіб у одному приміщенні;

– добровільна пожежна дружина другої категорії – для захисту об'єктів виробничого та складського призначення за категорією виробництва «Д», об'єктів організацій та установ з наявністю приміщень з можливим перебуванням менше 50 осіб у одному приміщенні.

Як висновок, можна зауважити, що на процес вільного розвитку пожежі впливає ряд чинників, що у свою чергу залежать від людських якостей та швидкості оперування інформацією. Перспективою подальших досліджень є: аналіз часу опрацювання інформації та час залучення служб взаємодії до ліквідації події на базі існуючих пожежних депо [10]; обґрунтування чисельності населених пунктів для визначення і розміщення тієї чи іншої категорії добровільних пожежних формувань.

### Література

1. Планування та забудова територій : ДБН Б.2.2-12:2019. [Чинний з 01.10.2019]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 178 с.
2. Про затвердження Порядку функціонування добровільної пожежної охорони : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.07.2013р. № 564. Урядовий кур'єр. 2014. С. 4.
3. Про затвердження порядку організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах та підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій : Наказ МВС України від 10.02.2022р. № 116. Відомості Верховної Ради України. С.115.
4. Паснак І.В. Вплив критичного часу пожежі в приміщенні промислового підприємства на технології її ліквідації. Науковий вісник НЛТУ. 2012. Вип. 22.6. С. 103-114.
5. Гуліда Е.М. Зменшення тривалості вільного розвитку пожежі на основі оптимізації шляху слідування пожежників до місця її виникнення. Збірник наукових праць Пожежна безпека. 2013. Вип. 23. С. 64-70.
6. Паснак І.В. Розкриття особливостей впливу організаційних чинників на тривалість вільного розвитку пожежі. Науковий вісник НЛТУ. 2014. Вип. 24.3. С. 372-377.
7. Аналіз чинників впливу на тривалість слідування пожежного автомобіля до місця виклику / І.В.Паснак та ін. Науковий вісник НЛТУ. 2014. Вип. 26.1. С. 286-292.
8. Паснак І.В. Аналіз напрямків зменшення тривалості вільного розвитку пожежі. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Забезпечення пожежної та техногенної безпеки» НУЦЗУ. 2014. С. 214-216.
9. Оптимізація реагування на надзвичайні ситуації в населених пунктах Ю.С. Верхолук, В.В. Придатко. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, ад'юнктів (аспірантів). ЧПБ НУЦЗ України. 2022. С.19-20.

10. Аудит пожежної та техногенної безпеки : навчальний посібник В.Придатко, Т.Бережанський. – Львів: Сполом, 2022 – 216 с. С. 24-41.

11. Довідник термінів та визначень профілактичної діяльності у сфері цивільного захисту : довідник / Упоряд. В.Придатко, О.Пазен, О.Міллер, А.Домінік. – Львів: Сполом, 2022 – 224 с. С. 126, 164.

УДК 614.8

**ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ З ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ  
АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ****Гавриць А.П.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Побережник М.В.**,**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Можливості використання вугілля в Україні, як постійного джерела енергетичних ресурсів, що самостійно видобувається є гарантом енергетичної безпеки країни. Освоєння та використання вугільних шахт на території країни нейтралізує зовнішні політичні та економічні чинники зацікавлених сторін у дестабілізації ситуації в Україні. Проте з актуальністю підтримання цієї галузі промисловості на високому рівні нікуди не зникає проблема виникнення аварійних ситуацій та катастроф на вугільних підприємствах, що приводить до значних матеріальних та ресурсних втрат оскільки зупиняється виробництво, чималі об'єми вугілля залишаються недосяжними для видобутку, порушується можливість утилізації метану, а найстрашніше, що гинуть люди. Тому, ефективна організація заходів з попередження та ліквідації наслідків аварійних ситуацій на вугільно-видобувних підприємствах виходить на перший план.

Всі працівники вище вказаних підприємств повинні чітко знати правила поведінки в аварійних обставинах, місця, де розташовані засоби протиаварійного захисту і саморяттування, й уміти користуватися ними.

До важливих чинників ефективності реагування на аварію відноситься правильність та швидкість повідомлення першого, хто виявив ознаки аварії (пожежа, вибух, обвалення, затоплення, загазування і т.п.). Ці особи мають негайно повідомити про це гірничому диспетчеру або телефоністу.

Усі працівники шахти зобов'язані чітко засвоїти основні правила власної поведінки під час розвитку різних сценаріїв аварійних ситуацій.

У разі виявлення диму необхідно негайно включитися до саморяттувальника і рухатися за ходом вентиляційного струменя до найближчих виробок з свіжим струменем повітря, до запасних виходів. Зміна напрямку вентиляційного струменя під час руху свідчить, що пожежа сталася в основних повітряподавальних виробках або в надшахтних будівлях повітряподавальних виробок і зроблено загальношахте реверсування вентиляційного струменя. У цьому випадку рух назустріч реверсованому свіжому струменю повітря, не відключаючись від саморяттувальника, необхідно продовжувати, до скіпового ствола [1].

Уразі виявлення вогнища пожежі, знаходячись з боку свіжого струменя повітря, необхідно включитися до саморятувальника (респіратор) і почати гасіння первинними засобами пожежогасіння. У разі горіння електропускової апаратури, силових кабелів, необхідно вимкнути електроенергію та аварійні агрегати [1].

Під час пожежі у вибої тупикової виробки необхідно включитися до саморятувальника (респіратор) і почати гасіння первинними засобами пожежогасіння. Якщо неможливо погасити пожежу наявними засобами, слід виходити з тупикової виробки на свіжий струмінь повітря і вимкнути електроенергію на механізми. При цьому вентилятор місцевого провітрювання повинен працювати в нормальному режимі.

Під час пожежі в тупиковій виробці на деякій відстані від вибою, в якому знаходяться люди, необхідно взяти наявні засоби пожежогасіння і саморяткування (саморятувальники, респіратори), а у випадку появи диму включитися в них і слідувати до виходу з тупикової виробки, вжити всіх можливих засобів до переходу через вогнище і його гасіння [1].

Якщо перейти через вогнище неможливо і погасити його не вдалося, необхідно відійти від вогнища, приготувати підручні матеріали для зведення перемичок (вентиляційні труби, дошки, спецодяг, цвяхи).

Як тільки подача повітря по вентиляційним трубам припиниться, треба встановити якомога ближче до вогнища пожежі 2-3 перемички, відійти до вибою і чекати приходу гірничорятувальників, використовуючи засоби життєзабезпечення: стиснене повітря, респіратори пункту допоміжної гірничорятувальної команди, засоби групового захисту.

Люди які працюють в клітьовому або скіповому стволах, при виявленні задимленості або зміні режиму провітрювання негайно припиняють всі роботи, забезпечивши при цьому працездатність підйомної установки, і включившись в саморятувальники діють згідно нищенаведених пунктів [1]:

а) при пожежі на клітьовому стволі люди, які знаходяться вище місця пожежі, включившись в саморятівники піднімаються на поверхню;

б) при пожежі на клітьовому стволі люди, які знаходяться нижче місця пожежі, включившись в саморятівники опускаються в низ по клітьовому стволу і рухаються найкоротшим шляхом до скіпового ствола і далі на поверхню;

в) при пожежі на скіповому стволі люди, які знаходяться вище місця пожежі, включившись в саморятівники піднімаються на поверхню;

г) при пожежі на скіповому стволі люди, які знаходяться нижче місця пожежі, включившись в саморятівники опускаються в низ по скіповому стволу і рухаються найкоротшим шляхом до клітьового ствола і далі на поверхню.

Люди, які працюють в надшахтній будівлі клітьового ствола при виявленні задимленості, виходять з надшахтної будівлі клітьового ствола на свіже повітря. У разі виникнення вогнища пожежі у видатковому складі вибухових матеріалів роздавальник повинен негайно сповістити про це

гірничого диспетчера, по можливості видалити вибуховий матеріал від вогнища пожежі в безпечне місце і приступити до його ліквідації всіма наявними засобами пожежогасіння. Якщо неможливо ліквідувати пожежу, необхідно покинути склад, закрити його на замок, вийти до клітьового ствола і повідомити гірничого диспетчера. Необхідно виключити наявність і рух людей, не пов'язаних з ліквідацією аварії [2].

При обваленні в шахті люди, захоплені обваленням, повинні вжити заходів для визволення потерпілих, що знаходяться під завалом, встановити характер обвалення і можливість безпечного виходу через купольну частину виробки. Якщо вихід неможливий, потрібно встановити додаткове кріплення й приступити до розборки завалу.

У разі, коли це неможливо, чекати приходу гірничорятувальників, подаючи сигнали кодом ударами по металевих (твердих) предметах: у разі обвалення в підготовчих виробках – рідкі удари по кількості людей, що знаходяться за обваленням.

У разі коли захоплені обваленням люди знаходяться в тупиковій частині виробки необхідно роз'єднати пожежно-зрошувальний трубопровід і встановити в 5-10 м від вибою перемички з підручних матеріалів для запобігання надходження метану, при цьому люди повинні знаходитись між перемичкою і завалом [2].

При затопленні водою, пульпою для замулювання, тощо необхідно взяти саморятувальник і виходити на вище розташовану поверхню ближчими виробками або до ствола за ходом руху води (пульпи).

При загазованні шахти потрібно включитися до ізолюючого саморятувальника, вийти з загазованих виробок, вимкнути електроенергію і поставити знак, що забороняє вхід до виробки, (перекрити виробку). У разі надходження до гірничих виробок небезпечних хімічних речовин необхідно після виведення людей відключити вентилятор місцевого провітрювання та припинити подачу стисненого повітря на аварійну дільницю.

Ефективність організації заходів з попередження та ліквідації наслідків аварійних ситуацій на вугільно-видобувних підприємствах залежить від компетентності персоналу, знання та дотримання ними правил безпеки праці, а також повного та своєчасного фінансування заходів, що реалізуються для підвищення техногенної безпеки шахт.

### **Література**

1. Наказ державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду №62 «Про затвердження Правил безпеки у вугільних шахтах» від 22 березня 2010 року.

2. Стародуб, Ю., Гаврись, А., & Козіонова, О. (2020). Моделювання впливу еколого-геофізичного стану ґрунтів на інженерні мостобудівні об'єкти.



УДК 614. 841.2

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ**

**Кравець І.П.**, кандидат технічних наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Все наше життя та діяльність на виробництві і в побуті пов'язане із застосування електрики, високий рівень якої значно поліпшує і полегшує наші можливості. Кількість електрообладнання в сучасних будинках зростає з року в рік, разом з цим зростає і споживана потужність цих приладів. Електричний струм при проходженні у провідниках проявляє себе тепловою дією. Із збільшенням потужності зростає струм в побутових електромережах, а разом із ним значно збільшується кількість виділеного тепла в електричних проводах, зростає температура нагріву ізоляції проводів. Часто, внаслідок цього, відбувається перевантаження електромереж, які з часом призводить до короткого замикання та інших аварійних режимів. Все це спричинює до підвищення рівня потенційної пожежної небезпеки в оточуючому середовищі [1].

Тому електромережа в будинках та спорудах повинна мати надійну систему протипожежного захисту. Для профілактики короткого замикання та струмових перевантажень необхідно правильно розраховувати і вибирати переріз жил проводів і кабелів, не допускати вмикання непередбачених розрахунком споживачів в електромережу, своєчасно проводити планово-попереджувальні ремонти, не допускати роботу трифазного двигуна на двох фазах, правильно підбирати електродвигуни за потужністю і не допускати їх перевантаження, контролювати стан ізоляції і забезпечувати нормальний режим її охолодження [2].

Крім вищеперечислених профілактичних заходів попередження виникнення короткого замикання та перевантаження в електричних мережах здійснюється за допомогою використання спеціальних апаратів захисту [3]. Найчастіше як апарати захисту використовують плавкі запобіжники, повітряні автоматичні вимикачі (автомати) та реле.

Плавкий запобіжник - пристрій, який при наявності струму, що перевищує допустимі значення, розплавляє плавку вставку і розмикає електричну мережу. Він складається з самої плавкої вставки (тоненького дроту з легкоплавкого металу), контактної пристрою, що утримує її, та патрону (корпусу). Плавка вставка, у більшості випадків, підлягає заміні після спрацювання запобіжника. Під час розплавлення вставки спостерігається іскроутворення, може виникати електрична дуга. Плавкі запобіжники надійно захищають мережі від струмів короткого

замикання, але менш ефективні для захисту електричних мереж та електроустановок від перевантаження. Час, необхідний для заміни плавкої вставки, досить великий, внаслідок чого виробниче устаткування може простоювати більше, ніж при використанні запобіжників-автоматів. Конструкція деяких типів запобіжників дозволяє застосовувати нестандартні плавкі вставки, так звані «жучки», які зводять нанівещь надійність захисту і можуть призвести до аварії, пожежі і вибуху. Разом з цим запобіжники дешеві і мають нескладну конструкцію, добре обмежують великі струми коротких замикань, мають велику розривну здатність.

Для більш ефективного захисту електромережі використовують більш досконалі апарати захисту – автоматичні вимикачі та теплові реле.

Апарати захисту призначені для захисту від аварійних режимів роботи та запобігання від їх пожежонебезпечних наслідків, а саме:

- короткого замикання;
- струмового перевантаження;
- струмів витоку;
- зниження напруги;
- імпульсних перенапруг, викликаних розрядами блискавки;
- розплавляння і загоряння ізоляційних матеріалів;
- розплавляння жил провідників і розлітання крапель розплавленого металу, нагрітих до високої температури;
- тривалого горіння електричної дуги, температура якої може сягати +4000 °С;
- обриву ділянок електропроводки в результаті динамічного впливу струмів короткого замикання;
- передчасного старіння ізоляції.

Автоматичні вимикачі мають більш стійкі та постійні захисні характеристики, ніж плавкі запобіжники, забезпечують надійне вимикання електромережі, зручні та безпечні в експлуатації. Автомати рекомендується застосовувати в тих пристроях, установках або агрегатах, де необхідне швидке відновлення живлення. Захист від перевантажень повинні мати мережі житлових будинків і споруд громадського призначення, службово-побутових приміщень промислових підприємств, торгових установ, електромережі у вибухо- та пожежонебезпечних зонах [4]. Силві мережі повинні мати захист від перевантажень у випадках, коли за умовами технологічного процесу може статися тривале перевантаження провідників.

Захист від струмів витоку за допомогою пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ), які, крім протипожежного захисту, ще й захищають людей від ураження електричним струмом, є обов'язковим для електричних мереж житлових будинків, будівель та споруд громадського призначення [5].

Захист від перенапруг, викликаних розрядами блискавки, рекомендується виконувати шляхом встановлення пристроїв захисту від імпульсних перенапруг (ПЗІП) в електричних мережах на межах зон захисту від вторинних дій блискавки.

Теплові реле застосовуються, як правило, для захисту від перегрівання електродвигунів з тривалими режимами роботи (робочий період не менше 30 хв) при тривалих перевантаженнях.

Для запобігання пожежам велике значення має правильний вибір і встановлення відповідних апаратів захисту. Їх поріг спрацювання повинен відповідати струмам короткого замикання або перевантаження на початку захищеної ділянки електромережі. Слід пам'ятати, що, в разі неправильного монтажу та експлуатації цих апаратів, вони самі можуть спричинювати пожежі або вибухи внаслідок того, що розрив електричної мережі під час роботи в цих апаратах супроводжується іскроутворенням і появою електричної дуги.

Апарати захисту мають відповідати таким умовам: не нагріватися вище за допустиму для них температуру під час нормальної експлуатації; не вимикати електроустановки у разі короткочасних перевантажень; вимикати мережу при тривалих перевантаженнях з витримкою часу, обернено пропорційної струму; в усіх випадках забезпечувати вимикання аварійної ділянки при короткому замиканні.

### **Література**

1. Гудим В.І., Рудик Ю.І., Столярчук П.Г. Аналіз стану та причин виникнення пожеж електричного походження у побутовому секторі / В. І. Гудим, Ю. І. Рудик, П.Г. Столярчук // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2005. – № 5. – С. 172 – 174.
2. Кравець І. П., Башинський О. І., Кушнір А. П., Шаповалов О. В. Чинники пожежної небезпеки електрообладнання та електроустановок / І. П. Кравець, О. І. Башинський, А. П. Кушнір, О. В. Шаповалов // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2019. – № 34. – С. 43–46.
3. Коваль О.М. Технічні засоби підвищення рівня пожежної безпеки побутових електромереж / О.М. Коваль // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2007. – № 11. – С. 11–16.
4. Правила улаштування електроустановок. Харків: Видавництво «Індустрія», 2017. 624 с.
5. Кравець І.П., Коваль М.С. Аналіз пожежонебезпечних проявів електричного струму / І.П. Кравець, М.С Коваль // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2007. – № 10. – С. 75–81.

УДК 614.841

**ОСОБЛИВОСТІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ  
БУРІННІ СВЕРДЛОВИН****Докторович В.А.,  
Шкіль С.О.****Відокремлений структурний підрозділ "Полтавський фаховий коледж  
нафти і газу Національного університету  
"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"**

Буріння – складний процес, який може бути ускладнений пожежами. У статті розглянуто основні причини виникнення небезпеки, наведено основні положення нормативних документів з пожежної техніки безпеки при бурінні. А також згадано алгоритм дій, щодо усунення причин, що спричинили займання.

Небезпека виникнення пожежі під час процесу буріння свердловин може бути зумовлена наявністю великої кількості займистих речовини: нафти і газу,- а також можливістю виникнення газо-, нафто- та водопровялень (ГНВП). Проаналізувавши статистичні дані стосовно виникнення масштабних пожеж, робимо висновок, що майже всі пожежі виникли через появу горючого середовища на відкритому повітрі в результаті виходу нафти і газу назовні (ГНВП). Ці негативні явища можна контролювати спеціальними пристроями, які відслідковують наявність займистих рідин у місці установки такого приладу.

Також у процесі освоєння свердловини можуть траплятися пошкодження або зривання арматури з викидом нафти і газу, та відкритим фонтануванням нафти. В умовах відкритого фонтанування на поверхню землі викидається велика кількість нафти, що заливає велику територію і створює загрозу працівникам та обладнанню. Відкрите фонтанування призводить також до утворення горючої парогазоповітряної хмари гігантських розмірів, що може розповсюджуватися на відстань 1–2 км та більше від свердловини.

Для зменшення кількості інцидентів, нещасних випадків та з метою збереження життя працівників важливим є дотримання «Правил безпеки в нафтогазодобувній промисловості України», затверджених наказом №95 від 06.05.2008, особливо в частині пожежної безпеки, а саме:

– Не дозволяється застосування відкритого вогню на території вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних об'єктів, а також у місцях зберігання та переробки горючих матеріалів;

– Не дозволяється застосування дерев'яних настилів для вибухопожежонебезпечних виробництв (установки комплексної підготовки нафти, газу, резервуарні парки тощо).

– Не дозволяється проїзд автомашин, тракторів та іншого транспорту на дільницях території підприємства, де можливі скупчення горючих парів та газів. Про це повинні сповіщати відповідні написи (покажчики);

– Газонебезпечні і пожежонебезпечні місця повинні бути нанесені на плани виробничих площадок, а перелік цих місць повинен бути затверджений керівництвом підприємства;

– Для вибухопожежонебезпечних технологічних об'єктів, обладнання і трубопроводи яких у процесі експлуатації піддаються вібрації, у проєкті необхідно передбачити заходи для її зниження, унеможливлення значного (аварійного) переміщення, зрушення, руйнування обладнання і розгерметизації систем;

– Температура зовнішніх поверхонь обладнання і кожухів теплоізоляційних покриттів не повинна перевищувати температури самозаймання найбільш вибухопожежонебезпечного продукту, а в місцях, доступних для обслуговувального персоналу, повинна унеможлилювати опіки;

– Роботи всередині закритих просторів, у яких можливе утворення вибухопожежонебезпечних сумішей, повинні проводитись за допомогою інструменту та інвентарю, що унеможливають іскроутворення. Не дозволяється проведення робіт усередині закритих просторів у комбінезонах, куртках та іншому верхньому одязі з матеріалів, що електризуються;

– При виникненні пожежі в блоці необхідно діяти відповідно до вимог інструкції з пожежної безпеки;

– Блоки насосних агрегатів, які перекачують рідкі вуглеводні та інші вибухопожежонебезпечні продукти, повинні мати обладнання для їх автоматичного аварійного відключення у разі нагрівання до температури самозаймання продукту. [2]

Обов'язковим є дотримання загальних заходів щодо профілактики пожеж:

– Планування підприємства та протипожежні розриви;

– Обов'язкове дотримання зон розміщення будівель споруд та установок;

– Групування будівель за функціональним призначенням та категоріями пожежної безпеки. Дотримання у кожній зоні визначеного протипожежного режиму;

– Об'єкти з відкритим вогнем розміщують з підвітряної сторони по відношенню до будівель з надвисоким ступенем пожежної небезпеки;

– Дотримання спеціальних норм, щодо розривів між пожежо- та вибухонебезпечними установками та обладнанням, які розміщені на відкритих майданчиках, та інших будівель;

– Розміщення підземних та наземних нафтогазопроводів, паро- і водопроводів, а також електрокабелів повинно відповідати протипожежним вимогам;

– Для попередження розповсюдження вогню застосовують перешкоди у вигляді протипожежних стін та перекриттів або установлюють протипожежні зони;

– Під час зберігання нафти та нафтопродуктів, а також інших легкозаймистих речовин, влаштовують обвалювання, яке запобігає розтіканню рідин під час аварії та при пожежі;

– Для швидкого видалення нафти та нафтопродуктів з установки під час аварії та пожежі будують аварійні ємкості;

У якості вогнегасних засобів на підприємствах нафтової та газової промисловості застосовують воду, хімічну та повітряно-механічні піни, пісок. Об'єкти видобутку, сепарації та транспортуванні нафти та газу забезпечують вуглекислотними вогнегасниками та набором найпростішого протипожежного інвентарю.

При цьому процес тушіння різних речовин проводиться по різному. Горючі рідини гасять за допомогою піни, розпиленої води та порошоків до повного затухання. Гасіння твердих матеріалів виконується в два етапи. Першим етапом являється доведення матеріалу, який горить до тліючого стану. Другий етап полягає у перенесенні тліючого тіла до безпечного місця або винесення його із закритого приміщення, після цього пожежа гаситься остаточно. Газові суміші під високим тиском можуть горіти доволі довго, тому для максимально швидкого гасіння газових фонтанів треба направити струменів води до устя, з якого виходить газ. Також необхідно перед гасінням вимкнути усі двигуни та електроніку.

Якщо пожежа переходить до екстремального рівня то визивають спеціальну воєнізовану бригаду. Саме від успішної взаємодії підрозділів пожежної охорони та персоналу підприємства, наявності необхідних засобів гасіння та підготовки персоналу залежить успіх у ліквідації пожежі.

Отже, вибухи та пожежі можуть виникнути в результаті багатьох ситуацій, які персонал повинен знати, контролювати та вміти усунути проблему. Персонал мусить обов'язково пройти відповідне навчання та отримати навички гасіння пожежі. Обов'язковою є обізнаність з положеннями Наказу №95 від 06.05.2008 «Про затвердження Правил безпеки в нафтогазодобувній промисловості України». Саме від підготовки персоналу, обізнаності з основними правилами профілактики пожеж, успішної взаємодії підрозділів та персоналу підприємства, наявності необхідних засобів гасіння залежить успішна робота щодо запобігання та ліквідації пожеж.

### **Література**

1. Рибчин І.Й. та інш. Щодо підвищення ефективності використання запасів нафти і газу в Україні.- Ж. Нафтова і газова промисловість №1 2004. с.5-8.

2. Про затвердження Правил безпеки в нафтогазодобувній промисловості України: Наказ Держ. ком. України з пром. безпеки, охорони пр. та гірн. нагляду від 06.05.2008 р. № 95. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0497-08#Text> (дата звернення: 29.09.2022).

3. Коцкулич Я.С, Кочкодан Я.М. Буріння нафтових і газових свердловин. Коломия : ВПТ Вік, 1999. 504 с.

4. Шавранський В. М. Система контролю параметрів для запобігання виникненню ускладнень при бурінні свердловин на нафту і газ / В. М. Шавранський // Нафтогаз. енергетика. – 2011. – № 1. – с. 91-98.

УДК 614.84

**ОСОБЛИВОСТІ УЛАШТУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ  
ПЕРЕШКОД В ГАРАЖАХ (ПАРКІНГАХ) ПРИ ПРОЕКТУВАННІ  
СИСТЕМ ЗАРЯДКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ****Фещук Ю.А.**, кандидат технічних наук,**Циганков А.О.**,**Голікова С.Ю.**,**Жихарев О.П.****Інститут державного управління та наукових досліджень з  
цивільного захисту**

Аналіз міжнародного досвіду нормування вимог щодо проектування систем зарядки електромобілів (далі – СЗЕ) показав: на даний час відсутні стандартизовані вимоги щодо забезпечення протипожежного захисту СЗЕ. Водночас встановлюються вимоги до обладнання електроживлення для зарядки електромобілів, що зокрема визначені в EN IEC 61851-1, який прийнятий в Україні як національний [1]. У зв'язку з цим термінологія, класифікація зарядних станцій для електромобілів, що включає характеристики входу та виходу джерела живлення, нормальні та особливі умови навколишнього середовища, доступ, спосіб монтажу, захист від ураження електричним струмом, режими зарядки передбачені EN IEC 61851-1 стали підґрунтям під час розроблення національного стандарту щодо протипожежного захисту СЗЕ.

З метою дослідження встановлення небезпеки, яку несе електромобіль та зарядна станція для електромобілів проведено аналіз закордонних досліджень, зокрема праць [2 – 4].

При встановленні протипожежних вимог до СЗЕ, під СЗЕ розуміється зарядна станція та електромобіль, що заряджається від неї.

Мета дослідження – встановити вимоги щодо улаштування протипожежних перешкод в гаражах (паркінгах) при проектуванні СЗЕ.

З метою усунення протиріч у вітчизняній будівельній нормативній базі виникла необхідність в запровадженні термінів якими необхідно оперувати при встановленні протипожежних вимог:

**Електрзарядний пункт** – місце (група місць) для встановлення електромобіля, обладнане ЗС, що влаштовується на автостоянці, гаражі, ЕЗС або іншій території з метою тільки зарядки електромобілів (рисунок 1 (а)).

**Машиномісце із зарядною станцією для електромобілів** – машиномісце для встановлення електромобіля, обладнане ЗС, що влаштовується на автостоянці, гаражі з метою зарядки електромобілів та їх зберігання(рисунок 1 (б)).





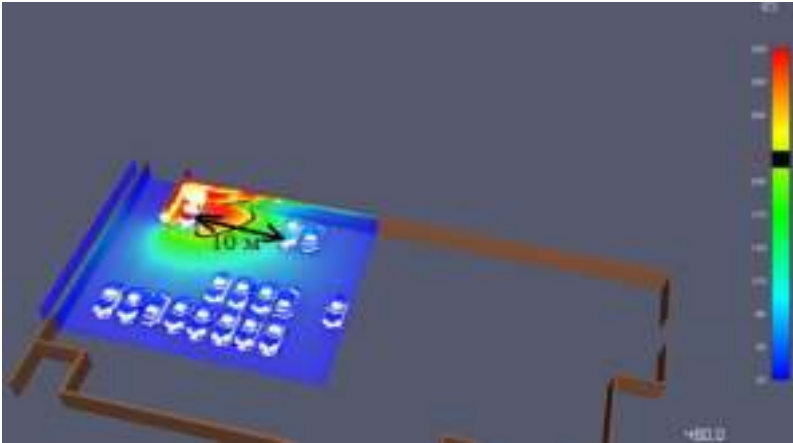
а)



б)

**Рисунок 1** – Зображення електрзарядного пункту (а), машиномісця із зарядною станцією для електромобілів (б)

На основі комп'ютерного моделювання встановлено граничну відстань (рисунок 2), яка є безпечною у разі займання електромобіля під час його зарядки в гаражі. Водночас отримані результати комп'ютерного моделювання співпали з результатами [2].



**Рисунок 2** – Тепловий розподіл від пожежі електромобіля та гранична відстань

На основі результатів комп'ютерного моделювання та даних праці [2] висунуто вимоги до улаштування протипожежних перешкод в гаражах до:

*1) Улаштування електрозарядних пунктів:*

– У гаражах (паркінгах) електрозарядні пункти необхідно об'єднувати в групи (з вільним заїздом) та відокремлювати від суміжних машиномісць для паркування автомобілів протипожежними перегородками 1-го типу або забезпечити відстань між такою групою та суміжними машиномісцями для автомобілів не менше 10 м, на якій забороняється улаштування машиномісць з іншими механічними транспортними засобами та зберігання горючих матеріалів;

*2) Улаштування машиномісць із ЗС:*

– У гаражах (паркінгах) кожне машиномісце із ЗС (з вільним заїздом) необхідно відокремлювати від суміжних машиномісць протипожежними перегородками 1-го типу.

Різниця між улаштуванням електрозарядного пункту та машиномісця із зарядною станцією для електромобілів полягає в тому, що у випадку улаштування електрозарядного пункту в гаражі допускається прийняти так звану «зону небезпеки» в якій можливе тільки заряджання до 10 електромобілів, в цій зоні допустиме виникнення пожежі. Така зона виділяється протипожежними перегородками 1-го типу з вільним заїздом, що унеможливує розповсюдження горіння на суміжні автомобілі з двигунами внутрішнього згорання, а також паркування таких автомобілів в цій зоні. У випадку улаштування машиномісця для зарядки електромобілів в гаражі, можливе як зберігання так і заряджання електромобіля, а також зберігання автомобіля з двигуном внутрішнього згорання. Це додає зручностей власникам машиномісць в гаражах, які можуть заряджати або зберігати

електромобіль на цьому машиномісці або ж зберігати будь-який автомобіль. Однак, при цьому підвищується ризик розповсюдження пожежі на суміжні автомобілі. У зв'язку з цим запропоновано кожне таке машиномісце виділяти протипожежними перегородками 1-го типу з вільним заїздом.

Отже, в ході проведених наукових досліджень висунуто вимоги щодо улаштування протипожежних перешкод в гаражах (паркінгах) при проектуванні СЗЕ та встановлено, що у разі не передбачення виділення електрзарядного пункту в гаражі протипожежними перегородками 1-го типу (з вільним заїздом), необхідно передбачити відстань до нього не менше 10 м.

### **Література**

1. ДСТУ EN IEC 61851-1:2021 Система зарядки електричних транспортних засобів дротова. Частина 1. Загальні вимоги (EN IEC 61851-1:2019, IDT; IEC 61851-1:2017, IDT).

2. RC59: Recommendations for fire safety when charging electric vehicles. – Fire Protection Association / London Road, Moreton in Marsh. – Gloucestershire GL56 0RH. – London. – 20 p.

3. Electric Vehicle Charging in Residential and Non-Residential Building – Department for Transport. – London, SW1P 4DR. – 20 p.

4. Safety & transport fire research. Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles / Roeland Bisschop, Ola Willstrand, Francine Amon, Max Rosengren. - RISE Research Institutes of Sweden, 2020. Pp.107.

УДК 624.012

**ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО МАРШУ  
СХОДОВОЇ КЛІТИНИ****Поздєєв С. В.**, доктор технічних наук, професор**Несен І. О.**,**Сідней С. О.**, кандидат технічних наук**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля**

Застосування відповідальних будівельних конструкцій із гарантованим класом вогнестійкості суттєво впливає на організацію проведення безпечної евакуації людей у разі виникнення пожежі.

Визначення показників вогнестійкості можливо за проведенням натурних вогневих випробувань [1], експериментальних досліджень [2] або за допомогою розрахункового методу [3, 4].

Найбільш точний метод вважається проведення метод натурних вогневих випробувань. Але при цьому цей метод є найбільш трудомістким, та передбачає значно великі обсяги матеріальних витрат в порівнянні із іншими методами.

У роботі представлені дані, щодо проведення експериментального дослідження з оцінки межі вогнестійкості залізобетонного сходового маршу. Подібні експериментальні дослідження виконуються у спеціальних ліцензованих та акредитованих лабораторіях, які забезпечені необхідною кількістю персоналу з відповідною освітою та досвідом роботи, а також спеціальним обладнанням [1, 2].

На рис. 1 зображено вигляд зразка досліджуваного залізобетонного маршу під час проведення вогневих випробувань із застосуванням механічного навантаження.



**Рисунок 1** – Вигляд зразка під час випробування

Метод проведення експериментального дослідження з проведення оцінки вогнестійкості полягає у визначенні проміжку часу від початку випробування за стандартним температурним режимом пожежі відповідного зразку маршу сходової клітини, за умовою вогневого впливу на зразок знизу до настання нормованого граничного стану із вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності. Зразок відповідає розмірам реальної конструкції, що надає можливість найбільш достовірно проаналізувати поведінку досліджуваної конструкції при пожежі.

Граничним станом за ознакою втрати несучої здатності (ознака **R**) є стан, за якого виконується одна з наступних умов:

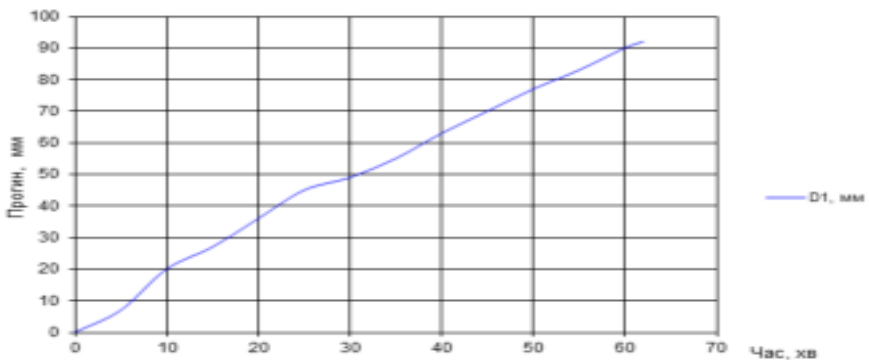
- значення прогину (**D**) конструкції перевищує значення  $D=L^2/400b\text{мм}$ ; (1)

швидкість наростання деформації (**dD/dt**) перевищує значення  $dD/dt=L^2/9000b\text{мм/хв}$ , (2)

де: L - прогін, мм; b - розрахункова висота перерізу конструкції, мм.

Якщо значення прогину не більше L/30, то граничною деформацією є тільки граничне значення прогину (**D**).

За результатами проведених спеціальних вогневих випробувань залізобетонного маршу отримано залежність механічних показників згинальних деформацій залізобетонного маршу сходової клітини від часу впливу стандартного температурного режиму пожежі (рис. 2).



**Рисунок 1** – Прогин зразка в залежності від часу впливу стандартного температурного режиму пожежі

За результатами проведених досліджень встановлено, що критична деформація згину виникає приблизно на 62 хвилині, що вказує на настання граничного стану з втрати несучої здатності.

### **Література**

1. Standard Test Methods for Fire Tests of Buildings Constructions and Materials: ASTM E119 – [Effective since 15.01.07]. -: ASTM International, 2007. – 34 p. – (National Standard U.S.).

2. Fire resistance tests. General requirements: EN 1363-1:2012 – [Effective since 31.08.12]. -: BSI, 2012. – 56 p. – (EU Standard

3. EN 1992-1-2:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design.

4. Pozdieiev S., Nekora O., Kryshstal T., Zazhoma V., Sidnei S. Method of the calculated estimation of the possibility of progressive destruction of buildings in result of fire. MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 230, стаття № 02026.

5. ДСТУ Б В.1.1-4-98\* “Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги”

6. ДСТУ Б В.1.1-23:2009 “Сходи. Метод випробування на вогнестійкість” (EN 1365-6:2004, MOD)

УДК 624.012

## ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО РИГЕЛЯ

Поздєєв С.В., доктор технічних наук, професор,

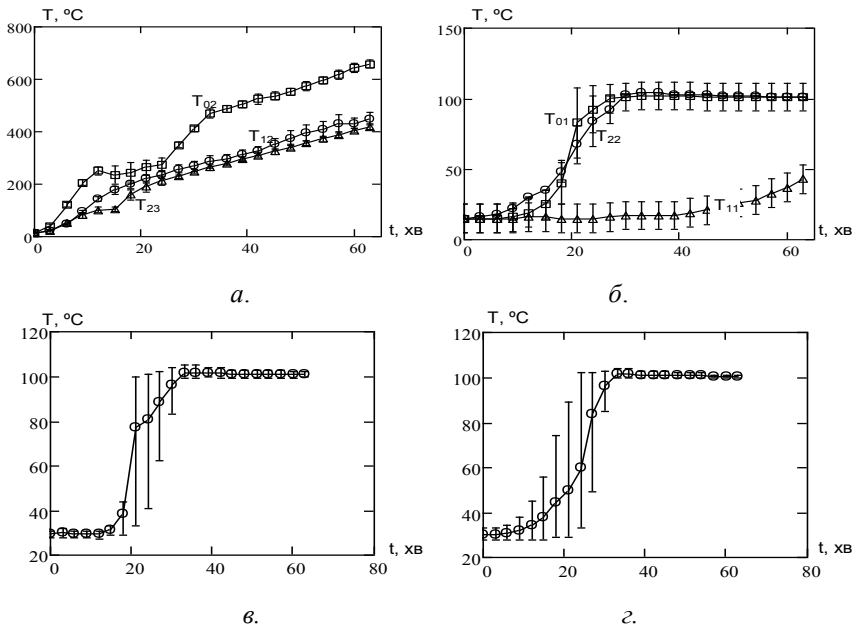
Некора О.В., кандидат технічних наук,

Федченко С.М.

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

У роботі представлені результати досліджень щодо високотемпературних випробувань зразків залізобетонних ригелів. Проведення випробувань фрагментів зразків здійснювалося за методом, що регламентований ДСТУ Б В.1.1-13:2007 [1]. В процесі випробувань залізобетонні ригелі мали незначний згин у бік високотемпературного впливу з боку паливкової системи печі [2,3].

На рис. 1.1 наведені графіки залежностей середніх температур від часу експонування з відповідними відхиленнями.

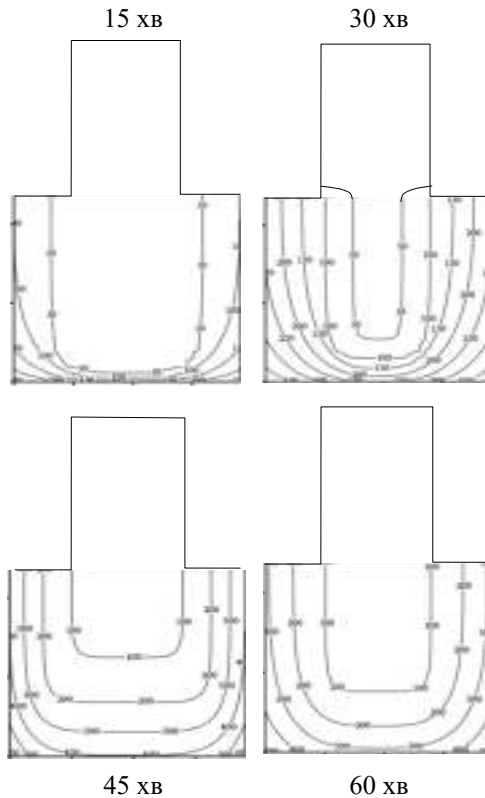


**Рисунок 1.1** – Середня температура у контрольних точках (а.,б.) та у арматурному стержні згідно із схемою розташування термопар (в.,г.) перерізів залізобетонних зразків під час випробувань із відхиленнями.

Аналізуючи графіки на рис. 1.1 можна побачити, що на інтервалі з 15 хвилини по 25 хвилину випробування виникають найбільші відхилення. Це відбувається внаслідок прогрівання внутрішніх шарів зразків до високої температури, коли відбувається інтенсивне розтріскування та деградація бетону.

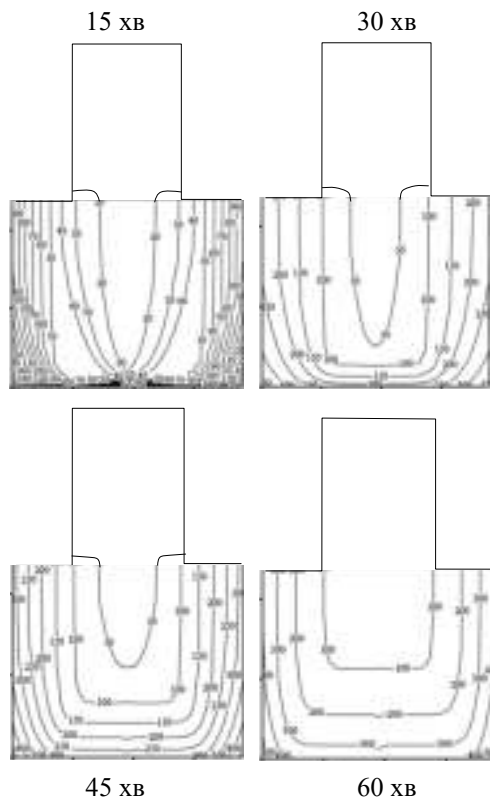
Аналізуючи результатами випробувань була проведена інтерполяція температур [4] з метою відновлення температурного поля у перерізі залізобетонних ригелів, які були піддані випробуванням.

Після проведення інтерполяції за обома розробленими методиками були отримані температурні розподілення, які подані на рис. 1.2.



Результати інтерполяції за 1 методикою





Результати інтерполяції за 2 методикою  
**Рисунок 1.2** – Температурні розподіли у залізобетонному зразку.

Можна відмітити помітну розбіжність форм отриманих поверхонь. Ізотерми за результатами, отриманими шляхом інтерполяції за першою методикою, коли ізотерми апроксимовані еліптичними функціями є менш заокругленими ніж ізотерми, розподілів, визначених за другою методикою інтерполяції. В даному випадку другий підхід дає більш точне наближення, але поверхні температурних розподілів мають розриви за першою та другою похідними.

### **Література**

1. Захист від пожежі. Балки. Метод випробування на вогнестійкість. (EN 1365-3:1999, NEQ) ДСТУ Б В.1.1-13:2007 [Чинний від 2008-01-01] – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 12 с – (Державний Стандарт України).

2. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Пожежна безпека. (ISO 834: 1975) ДСТУ Б В.1.1-4-98\*. [Чинний від 1998-10-28.] – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 20 с – (Державний Стандарт України).

3. EN 1992-1-2:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design.

4. Поздеев С.В. Дослідження ефективності математичних моделей теплопередачі для розв'язку теплотехнічної задачі при визначенні вогнестійкості залізобетонних конструкцій / Поздеев С.В., Тищенко О.М. // Черкаси: Збірник наукових праць. Пожежна безпека: теорія і практика. Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля. – Випуск № 5. – 2010. – С. 122-129.

УДК 681.5

## **Оцінювання пожежної безпеки для готелів на основі методу FRAME**

**Коваль Р.Р.,**

**Ємельяненко С.О.,** кандидат технічних наук

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

В останні роки в зв'язку з численними інцидентами виникнення пожеж, що відбуваються в готелях було проведено багато досліджень присвячених питанням управління ризиком, а також діям в надзвичайних ситуаціях. Дослідження часто обмежувалися аналізом інциденту, а не розглядали питання, як управляти пожежною безпекою для мінімізації ризиків.

Існуючий стан управління та регулювання ризиків матеріальних збитків від пожеж та надзвичайних ситуацій не повною мірою враховує підходи та засоби для їх мінімізації, зокрема у готелях. Зростає рівень необхідності застосування методів оцінювання, які допоможуть у виконанні функцій управління ризиками.

Готель сьогодні являє собою складний, багатофункціональний комплекс, що включає в себе не тільки номерний фонд, а також може мати конференц-зали, бари і ресторани, тренажерні зали, тенісні корти, басейни, нічні клуби та інші об'єкти розважального та побутового призначення. Деякі приміщення можуть бути багатофункціональними. Готельні комплекси відносяться до об'єктів з масовим перебуванням людей, що висуває високі вимоги з пожежної безпеки та підбору сучасних методів оцінювання ризиків [1].

Особливу увагу слід приділяти критичним зонам, де може бути багато людей, зонам з численними джерелами тепла, великими пожежними навантаженнями, до них входять: гостьові кімнати, кухні, пральні, ресторани, сходи, парковка [2].

Пожежі у готелях несуть значні матеріальні збитки, а останнім часом, як показує статистика, і людські втрати. В готельних господарствах важливе значення має забезпечення захисту будівлі, приміщень і людей від пожежі. Тому питання оцінювання пожежних ризиків на теперішній час є актуальним. Оцінка ризику пожежі є важливою частиною пожежної науки та системи техніки безпеки [3,4].

Всі методи оцінювання пожежного ризику основані на кількісній чи якісній оцінці небезпек, і в більшості з них є також рекомендації для порівняння наявного ризику з "прийнятним рівнем" ризику.

FRAME (Fire Risk Analysis Method for Engineering) – це напівкількісна оцінка ризику пожежі, спосіб виявлення можливого осередку пожежі. Він розроблений на основі SIA81, розробленого

швейцарським інженером М.Гретенером. За допомогою FRAME можливо визначати рівень пожежного ризику для будівлі, мешканців і діяльності. У порівнянні з іншими напівкількісними методами оцінки ризику пожежі, FRAME має ряд переваг, головна з яких — об'єктивність.

FRAME спочатку був розроблений як інструмент для інженера протипожежного захисту, для управління пожежними ризиками в будівлі, тобто, щоб знайти необхідні і доступні поєднання функцій систем захисту, для зниження ризику виникнення пожеж до прийнятного рівня [5].

Найбільшу увагу до стану пожежної безпеки приділяють у готелях підвищеної поверховості та висотних. Для розрахунку за методом FRAME взяті висотні готелі міста Києва: готель 1 – висота 57,5 м (17 поверхів, 276 кімнат), готель 2 – висота 65 м (21 поверх, 433 кімнати), готель 3 – висота 66 м (16 поверхів, 375 кімнат), готель 4 – висота 70,55 м (22 поверхи, 187 кімнат).

Оцінка проводилась за двома показниками: значенням пожежної небезпеки (якщо значення становить від 1.6 до 4.5 – будівля потребує покращення) та рівнем потенційного ризику для людей (якщо значення перевищує 1.1. то необхідне забезпечення додаткових заходів з забезпечення пожежної безпеки) (табл. 1).

Таблиця 1

	Готель 1	Готель 2	Готель 3	Готель 4
Значення пожежного ризику для будівлі	1.64	1.56	1.32	1.59
Потенційний ризик для людей	1.2	1.1	0,8	1.09

Як і будь-яка інша споруда, готелі піддаються ризикам виникнення пожеж, але є певні аспекти, які ускладнюють їх системи та плани протипожежної безпеки. По-перше, готелі мають високу завантаженість через велику кількість номерів і велику кількість гостей. Крім того, на відміну від офісних приміщень або житлових комплексів, гості не знайомі з будівлею та можливими шляхами евакуації. У багатьох готелях також є ресторани – кухні підвищують ризик виникнення пожежі через відкрите полум'я, легкозаймисті жири та оливи та зберігання легкозаймистих матеріалів [5, 6].

Отже, для мінімізації ризиків матеріальних збитків від пожеж важливим є виконання протипожежних заходів, підтримання в справності вже встановлених систем виявлення та гасіння пожеж, тому в подальшому авторами планується на базі сучасних наукових розробок пошук дієвих протипожежних заходів від пожеж у готелях.

Сучасні технології не тільки є обов'язковими для власників готелів у всьому світі, щоб відповідати останнім стандартам безпеки, але також сприяють підвищенню ефективності персоналу та захисту гостей.

Завдяки гнучкості та можливостям інтеграції сучасних технологій передові рішення доступні практично для всіх типів готелів.

### **Література**

1. Roman Koval. Analysis of fire safety of hotel and restaurant complexes of ukraine / Roman Koval, Serhiy Yemelyanenko., Andrii Pruskyi. // *Zeszyty naukowe wyższej szkoły technicznej w katowicach*. – 2021. – №13. – С. 265–273.

2. 3. Good Practice Note – IFC Life and Fire Safety: Hotels [Електронний ресурс]. Режим доступу: [www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics\\_ext\\_content/ifc\\_ext\\_ernal\\_corporate\\_site/sustainability-at-ifc/publications/publications\\_gpn\\_lfs-hotels](http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_ext_ernal_corporate_site/sustainability-at-ifc/publications/publications_gpn_lfs-hotels).

3. Ємельяненко С.О. Оцінювання та візуалізація індивідуальних пожежних ризиків у готелях / Ємельяненко С., Коваль Р., Безнос Н., Кушпа Н. // V Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, студентів та курсантів «Інформаційна безпека та інформаційні технології». "Cybersecurity and information technology " CIT 2021. – 2021.

4. Shigang Guo. Fire Risk Assessment for Commercial Buildings Based on FRAME Method / Shigang Guo. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2018. – № 223. – С. 1–7

5. Ємельяненко С.О. “FRAME”, як метод для оцінювання пожежних ризиків / Ємельяненко С.О., Щербина О.М. // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Надзвичайні ситуації: безпека та захист”. – 2016. – С. 24–25.

6. Hotel Fire Protection & Safety [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kauffmanco.net/blog/hotel-fire-protection/>.

7. Hotel fire protection and mobilization - sleep (safely) on it! [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.nec-enterprise.com/newsroom/blogs/hotel-fire-protection-and-mobilization-sleep-safely-on-it>.

УДК 614.8

**ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ – ПЕРСПЕКТИВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

**Ковалишин В.В.**, доктор технічних наук, професор,  
**Ковалишин Вол.В.**, кандидат технічних наук  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**  
**Грушовінчук О.В.**, кандидат технічних наук,  
**Державний центр сертифікації ДСНС**

Упродовж 6 місяців 2022 року в Україні, в середньому, щодня виникала 271 пожежа, на яких гинуло 4 людей і 5 людей отримувало травми, вогнем знищувалось або пошкоджувалось 109 будівель і споруд та 19 одиниць транспортних засобів. Щоденні матеріальні втрати від пожеж становили суму понад 304,9 млн гривень. У середньому кожною пожежею державі наносились прямі збитки на суму 1 млн 125,4 тис. гривень.

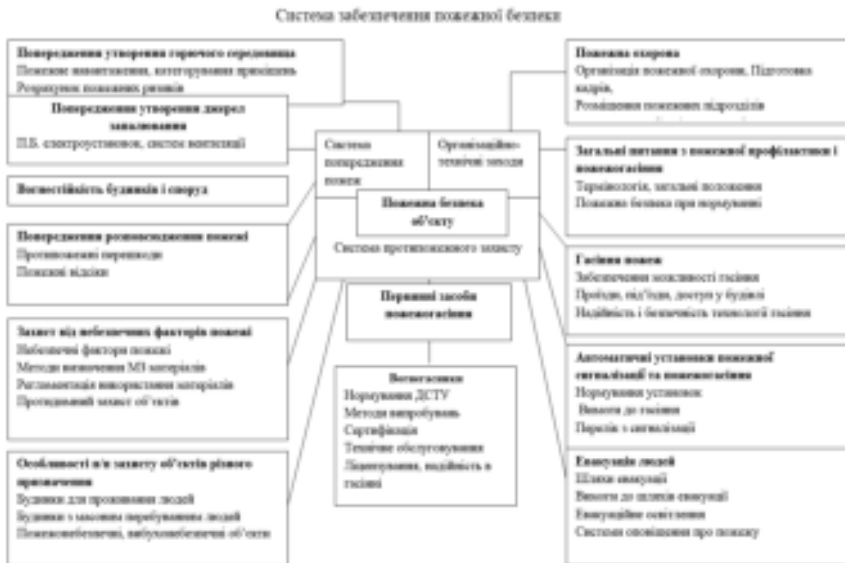
Пожежно-рятувальними підрозділами на пожежах було врятовано 1 063 людини, у тому числі 95 дітей; матеріальних цінностей на суму близько 4,0 млрд гривень. Крім того, під час ліквідації пожеж було врятовано 10 713 будинків і споруд, 3 386 тонн зернових і технічних культур, 1 202 голови худоби, 810 одиниць транспортних засобів, 75 га хліба на корені та 31 тону грубих кормів.

Починаючи з 24 лютого 2022 року Україна живе в умовах воєнного стану. Упродовж першого півріччя 2022 року збільшення кількості пожеж спостерігається по всіх видах об'єктів, за винятком транспортних засобів, що, насамперед, обумовлено веденням бойових дій російськими військами на території нашої держави.

В таблиці 1 відображено з яких складових складається пожежна безпека об'єкту і які системи в неї входять: система попередження пожеж, система забезпечення протипожежного захисту та організаційно-технічні заходи. Сучасні методики не враховують всіх складових ризиків. Ризики різних систем повинні мати свої складові і вагові коефіцієнти.

Одним з перспективних напрямків забезпечення пожежної безпеки є оцінювання ризиків. Ризик-орієнтовний підхід до прийняття рішень щодо пожежної безпеки характеризується невизначеністю. Імовірність є математичним відображенням невизначеності, а оцінювання ризику – це форма аналізування пожежної безпеки, яка найбільш широко використовує ймовірність і тому найбільшою мірою розглядає всі види невизначеності. Прикладом фахівців для проведення оцінювання ризиків є фахівці з пожежної безпеки, інженерні працівники, які займаються питаннями забезпечення

пожежної безпеки; органи, що мають повноваження (органи місцевої влади і т.п.); персонал наглядових служб (пожежної, екологічної і т.п.); розробники нормативних документів; страховики, менеджери з пожежної безпеки та оцінювання ризиків у цій сфері. В Україні відповідно до серії стандартів ДСТУ ISO 16732:2018, прийнято додаткові кваліфікації фахівців у галузі пожежної безпеки – «Експерт з оцінювання пожежних ризиків», «Інспектор з оцінювання стану протипожежного та техногенного захисту об'єкта», «Експерт з пожежної та техногенної безпеки за створення об'єктів архітектури».



Наразі невизначено, яким чином повинна здійснюватися підготовка таких фахівців і де саме, за якими програмами та методиками. Пропозиції до ДСНС і МОН мали б бути готові вже давно. Щоб говорити про ризики у сфері пожежної та техногенної безпеки, фахівець повинен мати відповідну базу (технічну) освіту, з одночасним обов'язковим проходженням вузькоспеціалізованих курсів підвищення кваліфікації, з метою формування навичок ризик-орієнтованого підходу до оцінювання ризиків у галузі пожежної та техногенної безпеки, керуючись при цьому новими нормативними документами, в першу чергу ДСТУ 8828-2019 Пожежна безпека, ДСТУ ISO 16732 тощо. Також, вказані курси та підсумкові тестові іспити для підтвердження необхідного рівня знань, дозволять фахівцю професійно застосувати європейський досвід з зазначених питань.

### Література

1. Ковалишина В.В. Створення системи реагування та регулювання якості вогнегасників для підвищення протипожежної захищеності об'єктів.: дис. канд.тех.наук: 21.06.02/Харківська академія пожежної безпеки, Харків, 2000,244с.
2. ДСТУ ISO 16732-1:2018. Оцінювання пожежного ризику. Частина 1.
3. ДСТУ ISO 16732-2:2018 Оцінювання пожежного ризику. Частина 2.
4. ДСТУ ISO 16732-3:2018 Оцінювання пожежного ризику Частина 5.
- ДСТУ 8828-2019 Пожежна безпека.Загальні положення.
6. ДБН В.1.2-762021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека.



УДК 377.34

## **ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Клим'юк М.М.**, кандидат технічних наук, доцент,

**Клим'юк І.М.**, курсант

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

**Гуменюк М.М.**

**Вище професійне училище Львівського державного університету  
безпеки життєдіяльності (м. Вінниця)**

В умовах сьогодення оперативно-рятувальна служба цивільного захисту здійснює функції щодо захисту населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в період ведення війни.

Основою для успішного виконання завдань за призначенням органів та підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту є високий рівень професійної підготовки їх особового складу: від рядового пожежника-рятувальника до керівника найвищого рівня.

В загальній системі підготовки рядового та керівного складу органів та підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту найважливішою є його професійна підготовка.

Зміст та форми проведення професійної підготовки кадрів у сфері цивільного захисту регламентують нормативні акти у даній сфері, згідно з якими, професійна підготовка – це організований, безперервний і цілеспрямований процес формування і розвитку в осіб рядового і навчальницького складу професійних компетентностей, необхідних для професійної діяльності за певною професією (спеціальністю) та успішного виконання посадових обов'язків у відповідній галузі, а також їх своєчасного оновлення та вдосконалення. Отже, навчання особового складу впродовж служби, змістом якого є набуття професійних знань, формування необхідних умінь та навиків до дій за призначенням.

Результатом професійної підготовки є набуття необхідних теоретичних знань та практичних навиків до дій за призначенням в різних обставинах, повсякчас та при умові впливу небезпечних та шкідливих факторів під час роботи в екстремальних умовах, а саме: гасінні пожеж, ліквідації аварій, катастроф, наслідків стихійних лих та інших небезпечних ситуацій.

Завданням професійної підготовки є не тільки набуття теоретичних знань та практичних умінь, навичок у сфері нормативно-правового забезпечення службової діяльності, але і необхідність уміння застосування їх для успішного виконання професійно-службових завдань і посадових інструкцій в процесі професійної діяльності.

Професійна підготовка здійснюється за освітніми програмами професійної (професійно-технічної), фахової передвищої, вищої та післядипломної освіти в закладах освіти цивільного захисту.

Завдання і зміст професійної підготовки (початкової підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації) осіб рядового і начальницького складу визначаються нормативно-правовими актами і знаходять безпосереднє відображення в освітніх програмах.

Професійна підготовка осіб рядового і молодшого начальницького складу може здійснюватися шляхом здобуття ними фахової передвищої освіти за відповідною спеціальністю в закладах фахової передвищої освіти цивільного захисту за акредитованими освітньо-професійними програмами, розробленими на підставі стандартів фахової передвищої освіти.

Підготовка профільних фахівців з вищою освітою здійснюється в закладах вищої освіти цивільного захисту, які здійснюють підготовку фахівців за акредитованими освітньо-професійними (освітньо-науковими) програмами, розробленими на підставі стандартів вищої освіти.

Професійна підготовка осіб рядового і начальницького складу може здійснюватися шляхом здобуття ними післядипломної освіти, яка передбачає набуття нових та вдосконалення раніше набутих компетентностей на основі здобутої вищої, професійної (професійно-технічної) або фахової передвищої освіти та практичного досвіду.

Підвищення рівня знань, умінь, навичок та професійних якостей осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту без відриву від служби проводиться під час службової підготовки видами якої є функціональна, профільна, тактична, загальна та спеціальна фізична, підготовка з питань надання домедичної допомоги, гуманітарна та психологічна підготовка.

Професійну підготовку у сфері цивільного захисту слід розглядати як тривалий та інформативно затратний алгоритм теоретичного та практичного процесу отримання необхідних знань та умінь.

Основою професійної підготовки в цілому є набуття теоретичних знань та практичних умінь на початковому етапі під час навчання в закладі освіти цивільного захисту за акредитованими освітньо-професійними (освітньо-науковими) програмами, розробленими на підставі стандартів професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти.

Тому особливу увагу слід надати аналізу та розумінню якісного змісту та вимог стандартів професійної освіти всіх рівнів та освітньо-професійних програм відповідно до них.

Аналізуючи вимоги та зміст стандарту вищої освіти за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, слід зазначити необхідність більш глибокого додаткового вивчення та

внесення коректив для більш коректного розуміння вимог, завдяки яким буде можливо сформувавши необхідні фахові компетентності здобувача освіти.

Враховуючи увесь спектр покладених на службу цивільного захисту завдань, основні з яких вказані вище, професійна підготовка працівників служби потребує більш широкого рівня теоретичних знань та практичних умінь, які не відображені вимогами даного стандарту.

Оскільки замовником є підрозділи служби цивільного захисту, в діяльності яких відбувається практична оцінка результату навчання, необхідно враховувати їхній аналітичний досвід та фахову експертну оцінку вимог стандарту при формуванні необхідних компетентностей здобувача освіти.

Аналізуючи загальні характеристики, слід звернути увагу на відсутність обмежень щодо форм навчання, враховуючи необхідність проведення великої кількості навчання з відпрацюванням практичних дій та використанням спеціальної техніки і обладнання в наближених до реальних умовах.

Вимоги до мети навчання та його теоретичного змісту, на нашу думку, висвітлені в недостатньому обсязі, що в кінцевому результаті ускладнює формування переліку необхідних професійних компетентностей випускника.

### **Література**

1. Постанова Кабінету Міністрів України № 593 від 11 липня 2013 р. Положення про порядок проходження служби цивільного захисту особами рядового і начальницького складу.

2. Наказ Міністерства внутрішніх справ України № 412 від 26.05.2020 Про затвердження Порядку підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту.

3. Наказ Міністерства освіти і науки України № 1969 від 29.10.2018 Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 261 «Пожезна безпека» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

УДК 614.841

**ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА НА ПІДПРИЄМСТВАХ НАФТОВОЇ ТА  
ГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ: ХАРАКТЕРНІ ПРИЧИНИ  
ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ****Цецхладзе Д.Р.,  
Шкіль С.О.****Відокремлений структурний підрозділ "Полтавський фаховий коледж  
нафти і газу Національного університету Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка"**

Однією з актуальних проблем сучасності є попередження надзвичайних ситуацій (НС) природного та техногенного характеру, які можуть супроводжуватися багаточисельними людськими жертвами, великими матеріальними втратами та порушеннями умов життєдіяльності. Вмілі дії по рятуванню людей, наданню їм необхідної допомоги та проведенню аварійнорятувальних робіт в осередках ураження при НС дозволяє скоротити число загиблих, зберегти здоров'я потерпілим, зменшити матеріальні втрати [1].

Об'єкти підвищеної небезпеки та потенційно небезпечні об'єкти — це об'єкти, експлуатування яких може призвести до виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру. Перелік цих об'єктів визначений Державними реєстрами.

До надзвичайних ситуацій техногенного характеру відносяться ситуації, що пов'язані із пожежами та вибухами на промислових об'єктах.

До об'єктів вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних, в першу чергу, слід віднести об'єкти, до яких належать:

- підприємства хімічної, нафтохімічної та нафтопереробної промисловості;

- підприємства, що пов'язані зі зберіганням та транспортуванням продуктів нафтогазодобування, нафтогазопереробки, а також сировини, проміжних і кінцевих продуктів хімічних виробництв;

- об'єкти енергетики.

Внаслідок експлуатації таких об'єктів виникають умови виникнення пожеж та вибухів, що досягають іноді масштабів катастроф. В цих умовах важливою задачею є підвищення пожежної безпеки об'єктів підвищеної небезпеки, невід'ємною часткою якої є пожежна профілактика на промислових та сільськогосподарських об'єктах, а також підготовка висококваліфікованих фахівців пожежної безпеки, здатних виконувати цю складну роботу.

Пожежа - неконтрольоване горіння поза спеціальним осередком, що завдає моральні і матеріальні збитки, а іноді призводить до загибелі людей.

Процес горіння можливий за наявності: горючої речовини, джерела запалювання, окислювача [2].

Горіння є фізико-хімічним процесом, оскільки під час нього спостерігаються два основних явища:

- речовина міняє свій вид або форму;
- змінюються властивості речовин.

Пожежна небезпека процесів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин обумовлюється насамперед наявністю великої кількості горючих речовин - нафти і газу, що за умов аварійної ситуації під великим тиском можуть утворювати нафтогазові фонтани. Загоряння викидів нафти і газу від можливих джерел запалювання призводить до виникнення неконтрольованих пожеж. Гасіння пожеж на нафтогазових свердловинах часто протікає у важких умовах, оскільки при відкритому фонтануванні на поверхню потрапляє велика кількість нафти, що охоплює великі території та горить. В таких умовах ліквідація пожежі ускладнюється, може тривати кілька діб. Палаючі факели нафти та газу можуть досягати висоти 80 і більше метрів, а теплове випромінювання від них сприяє подальшому поширенню пожежі на великі площі.

Найбільш небезпечними на стадії буріння свердловин є операції порушення свердловини шляхом продувки її газом або повітрям (при цьому існує можливість вільного утворення вибухонебезпечної суміші в свердловині), а також закінчення процесу буріння, коли свердловина знайшла нафту або газ, що знаходяться під великим тиском.

Пожежна небезпека процесу буріння різко зростає при ускладненнях, які порушують нормальний хід робіт і здатні призвести до відкритого фонтанування нафти і газу із свердловини. До створення аварійної ситуації на свердловині може також призвести неконтрольований розвиток газонафтопроявів, тобто потрапляння нафти і газу на поверхню ґрунту в невеликих кількостях, що за нормальних умов не перешкоджає проведенню основних процесів буріння. Газонафтопрояви можуть також перейти в аварійне фонтанування за відсутності, несправності або неправильному використанні противикидного обладнання на гирлі свердловини, а також при порушенні герметичності обсадних колон.

Основними місцями та причинами виникнення відкритого фонтанування нафти та газу на свердловинах є:

- обсадна колона за відсутністю в свердловині бурильних труб;
- колона бурильних труб за відсутністю або несправністю зворотного клапана;
- кільцевий простір між бурильною та обсадною колонами;
- нещільності роз'ємних з'єднань обв'язки устя свердловини;
- кільцеві зазори між колонами внаслідок неякісного цементування і порушення герметичності в нарізних з'єднаннях обсадних колон;

- тріщини та пласти, що виходять на поверхню за межами свердловини (грифони).

Характерними джерелами запалювання горючої парогазоповітряної суміші під час буріння свердловин можуть бути:

- іскри внаслідок удару каменів, що викидаються, об сталеві частини обладнання, а також при підйомі або опусканні металевих пристроїв;

- розігріті частини, шайби, колодки гальмового пристрою бурової лебідки;

- перегрів підшипників та масла в компресорах;

- самозаймання продукції свердловини;

- іскри двигунів внутрішнього згоряння;

- відкрите полум'я апаратів з вогневим обігрівом (трубчасті печі пунктів комплексної підготовки нафти), проведення зварювальних та інших вогневих робіт;

- розряди статичної електрики (при терті нафти об стінки труб) тощо.

Отже узагальнюючи вище вказане, можна зробити висновки, що основними причинами пожеж на підприємствах галузі є порушення правил пожежної безпеки під час технологічних процесів, при проведенні вогневих робіт, виникнення джерела запалювання при бурінні та експлуатації свердловин, газонафтопрояви, що можуть переходити у відкрите фонтанування, порушення герметичності обладнання, недотримання вимог пожежної безпеки при бурінні та експлуатації свердловин.

При пожежах горіння протягом тривалого часу може не контролюватись людиною, внаслідок чого можуть виникати вибухи, руйнування конструкцій, будівель і споруд, обладнання, скипання та википання нафтопродуктів з резервуарів, деформація та обвалення технологічних апаратів, установок, травмування, отруєння, загибель людей. Всі ці явища можуть значно ускладнювати гасіння пожеж. Пожежі на нафтогазовидобувних підприємствах в більшості випадків носять складний та затяжний характер, несуть матеріальні збитки та шкоду навколишньому природному середовищу.

### Література

1. Кодекс цивільного захисту України : Кодекси України від 02.10.2012 р. № 5403-VI : станом на 6 серп. 2022 р. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 29.09.2022).

2. Олександр Запорожець. Безпека життєдіяльності. Київ : Центр навч. літ., 2019. 448 с.

3. Про затвердження Правил безпеки в нафтогазодобувній промисловості України : Наказ Держ. ком. України з пром. безпеки, охорони пр. та гірн. Нагляду від 06.05.2008 р. № 95. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0497-08#Text> (дата звернення: 29.09.2022).

УДК 614.841

## **ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ПРИ ВЛАШТУВАННІ НЕТЕПЛОСМНИХ ПЕЧЕЙ**

**Пелешко М.З., кандидат технічних наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Порушення правил пожежної безпеки при експлуатації пічного опалення - досить поширена причина виникнення пожеж у побуті в холодну пору року. Пожеж від приладів опалення, якщо вони справні та експлуатуються з виконанням правил пожежної безпеки, не може бути. Якщо пожежа все одно сталась, то її причина ховається завжди в порушенні правил експлуатації чи невиконанні інструкцій по експлуатації.

Пожежна безпека згідно ДСТУ 2272-2006 - стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю відкидається можливість виникнення та розвиток пожежі, і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Будь-які дії, матеріали або умови, які можуть збільшити розмір або серйозність пожежі або які можуть спричинити її початок складають пожежну небезпеку. Небезпекою може бути паливо, яке легко запалити, несправний прилад, розморожування труби за допомогою факела або неочищений пічний димар.

Масштабна війна показала, що наші міста є досить вразливими. Вони замкнені в єдиний ланцюжок мереж, які постачають тепло, газ, воду та електроенергію. Так, через російські обстріли 7 серпня руйнувань зазнала одна з теплоелектроцентралей (ТЕЦ) Харкова, що, за даними місцевої влади, забезпечувала теплом майже третину міста [1]. За даними [2] міністерства розвитку громад та територій понад 300 об'єктів котельень теплопостачання та десять теплоелектроцентралей, пошкоджені або зруйновані внаслідок обстрілів російськими військами.

Оптимальним рішенням, як показує практика (на початку масштабної війни деякі жителі окупованих і оточених ворогом територій рятувалися від холоду за допомогою буржуйок) в зимовий період року є влаштування в будинку нетеплоємної печі - буржуйки. Нетеплоємні печі - це печі з листової сталі і чавуна, тому буржуйці властива теплова безінерційність. Нагрівання приміщення починається з моменту розпалювання такої печі, однак після того, як топка закінчується, в приміщенні майже відразу стає холодніше. Буржуйки отримали поширення головним чином в 1-й половині ХХ століття. Їх застосовувати в житлових будинках, в будь-яких установках як основні та додаткові пристрої для обігріву. Вона замінила камін, проте її майже перестали використовувати після розвитку систем централізованого опалення та печей, що працюють на газі.

Головний аргумент на користь такої печі пов'язаний з високою швидкістю обігріву приміщення. Це найбільш важливо в тих приміщеннях, де потрібне забезпечення обігріву на короткий час, разом з тим зростає пожежна небезпека. Тому там, де влаштовується піч цього типу, потрібно обов'язково вжити заходів забезпечення безпеки.

Пожежна небезпека буржуйки полягає в наявності високих температур на поверхні печі, які можуть бути джерелом запалення горючих матеріалів і горючих конструкцій будівель. Це особливо небезпечно, коли поруч є горючі матеріали і предмети (меблі, одяг, дрова та ін.). Температура на поверхні елементів нетеплоємних печей залежить від виду палива, що спалюється, режиму топки печей і може досягати більше 600 °С [3-5]. До причин виникнення пожеж в приміщеннях з пічним опаленням можна також віднести використання горючих та легкозаймистих рідин, випадання з паливника чи зольника жарин, горіння сажі, що накопичилася в димоході.

Статистика показує, що кількість пожеж, викликаних пічним опаленням, щорічно складає 13-17% загального числа пожеж в країні [6]. Особливо в холодні місяці пожежі від пічного опалення складають 80% всіх що відбуваються в цей час. Кожна друга пожежа у період інтенсивної експлуатації приладів опалення спричинена саме порушенням вимог щодо безпечного використання та влаштування печей і плит на твердому паливі, а також різноманітних електрообігрівачів.

Згідно вимог норм [7] дозволяється влаштування таких печей у приміщеннях гуртожитків, адміністративних, громадських та допоміжних будинках підприємств, а також у житлових та дачних будинках. Класична буржуйка – це ємність, в якій спалюються дрова, а чадні гази виходять через димар [8]. Вона може обігріти лише одну кімнату.

При цьому необхідно врахувати, що для створення достатньої тяги висота димової труби від колосника до оголовка на даху повинна бути не менше 5 метрів. Найбільш сприятливий варіант по центру гребеня, що дозволяє розташувати майже весь димохід в середині будинку. Як наслідок, тепло від труби буде нагрівати простір в середині будинку при стабільній тязі. При цьому до монтажу димової труби є ще ряд вимог. По-перше, вона повинна бути прямолінійною з мінімальною кількістю відведень і поворотів. Ідеально, якщо вона спрямована знизу вгору вертикально. При монтажі печі на горючу основу - дерев'яну підлогу, остання ізолюється негорючим матеріалом. Прикладом може бути, керамічна плитка. Обов'язково захищаються і стіни, біля яких піч-буржуйка буде встановлюватися. Вони також покриваються негорючим матеріалом. При використанні таких печей, необхідно звернути увагу на виконання вимог пожежної безпеки як при влаштуванні, так і при їх експлуатації. Так, пожежі найчастіше відбуваються через перегрів печей, в результаті застосування для розпалювання горючих і легкозаймистих рідин, випадання з топки палива, що горить.



Щоб уникнути пожежі в будинках з пічним опаленням необхідно не залишати без нагляду печі, що топляться; не можна доручати нагляд за печами дітям, залишати їх без нагляду у приміщенні, де топиться піч, розташовувати паливо, інші горючі речовини та матеріали перед відкритою топкою, застосовувати для розпалювання печей бензин та інші легкозаймисті та горючі рідини; пережарювати печі.

Порушення правил пожежної безпеки при експлуатації печей є основною причиною загорянь. Для запобігання надзвичайних ситуацій, попередження пожеж під час опалювального сезону необхідно знати основні вимоги норм та правил щодо користування різними опалювальними приладами.

### **Література**

1. Буржуйки, електрообігрівачі та утеплення, або Як не замерзнути, якщо зникне газ. URL: [https://ye.ua/sypsilstvo/60605\\_Burzhuyki\\_elektro-obigrivachi\\_ta\\_uteplennya\\_abo\\_Yak\\_ne\\_zamerznuti\\_yakscho\\_znikne\\_gaz.html](https://ye.ua/sypsilstvo/60605_Burzhuyki_elektro-obigrivachi_ta_uteplennya_abo_Yak_ne_zamerznuti_yakscho_znikne_gaz.html) (дата звернення: 09.09.2022).

2. Опалювальний сезон в умовах війни. URL: <https://www.dw.com/uk/opaluvalnij-sezon-v-umovah-vijni-do-cogo-gotuvatisa-ukraincam/a-62793441> (дата звернення: 09.09.2022).

3. Гасіння пожеж у будинках із пічним опаленням. Правила влаштування та експлуатації пічного обладнання. URL: <https://02stroy.ru/uk/accessories-for-ladders/tushenie-pozharov-v-domah-s-rechnym-otopleniem-pravila-ustroistva-i.html> (дата звернення: 09.09.2022).

4. Пожежна небезпека пічного опалення та правила пожежної безпеки при використанні його у побуті URL: <https://mkrada.gov.ua/content/pozhezhna-nebezpeka-pichnogo-opalennya-ta-pravila-pozhezhnoi-bezpeki-pri-vikoristanni-yogo-u-pobuti.html> (дата звернення: 09.09.2022).

5. Гасіння пожеж у будинках із пічним опаленням. Правила влаштування та експлуатації пічного обладнання URL: <https://02stroy.ru/uk/accessories-for-ladders/tushenie-pozharov-v-domah-s-rechnym-otopleniem-pravila-ustroistva-i.html> (дата звернення: 09.09.2022).

6. В Україні з початку року сталось дві з половиною тисячі пожеж. URL: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat\\_id=245293185](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245293185) (дата звернення: 09.09.2022).

7. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні: наказ МВС України від 30.12.2014. № 1417.

8. Різноманітність дров'яних буржуйок для дачі – конструктивні особливості моделей URL: [keycentre.com.ua/r-znoman-tn-st-drov-yanih-burzhu yok-dlya-dach-konstruktivn-osoblivost-modeley/](http://keycentre.com.ua/r-znoman-tn-st-drov-yanih-burzhu yok-dlya-dach-konstruktivn-osoblivost-modeley/) (дата звернення: 09.09.2022).

УДК 614.842.4

**ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА КУЛЬТОВИХ СПОРУД****Пелешко М.З.**, кандидат технічних наук, доцент**Придатко В.В.****Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

На території України є майже 14,4 тис. культових споруд: храми, собори, церкви, каплиці, хрещальні, дзвіниці тощо. На території області розташовано 1953 релігійні споруди, серед них – 782 є пам'ятками архітектури, з них 282 – національного значення, 500 – місцевого значення. За даними статистики, щороку виникає близько 30 пожеж в культових спорудах. У відсотковому відношенні це менше 1% від загальної кількості пожеж, що виникають в Україні протягом року. Але, навіть, за такої нібито невеликої кількості пожеж, матеріальні, духовні та історично-культурні втрати від них для України є досить відчутними, вони мають резонансний характер для суспільства. Необхідно зазначити, що за останні 5 років в храмах Львівщини виникло 22 пожежі, в 14 випадках їх повністю знищено вогнем. Кожна третя пожежа в культових спорудах супроводжувалася горінням дерев'яних конструктивних підкупольних елементів [1].

Слід також згадати про масштабну пожежу, що сталася у 2019 році у 850-річному соборі Паризької Богоматері, яка є трагічною подією не лише для Франції, французького народу, але й історії, культури, цінностей та спадщини усього цивілізованого світу [2]. У пам'ятці всесвітньої спадщини ЮНЕСКО повністю згоріли і обвалилися шпиль і дах.

Гасіння пожеж в культових спорудах ускладнюється їх об'ємно-планувальними та конструктивними особливостями, а саме: відсутністю можливості доступу пожежно-рятувальних підрозділів до підкупольного простору, висотою розташування куполу (як правило більше 10 м), наявністю стилістичної частини (бокові куполи, прибудовані будинки, приміщення), відсутністю вогнезахисту дерев'яних елементів церков.

Перевірка сакральних споруд потребує досить великої уваги з боку громадськості, адже щорічно внаслідок пожеж держава втрачає декілька церков і, як показує статистика, у переважній більшості через необережне поводження з відкритим вогнем та порушення в облаштуванні електромереж.

За результатами перевірок [3], найпоширенішими недоліками в протипожежному захисті культових споруд, які стосуються їх технічного оснащення є відсутність або несправність автоматичної пожежної сигналізації; невідповідність електромережі вимогам правил влаштування електромереж; неналежне забезпечення об'єктів первинними засобами пожежогашіння; відсутність на сакральних спорудах блискавкозахисту, запасів води для цілей

пожежогасіння, а також вогнезахисту дерев'яних елементів церков. Останній є обов'язковим [4, 5] для дерев'яних елементів конструкцій культових споруд, крім споруд V ступеня вогнестійкості. При цьому велика кількість пам'яток архітектури національного та місцевого значення на території Львівської області – пам'ятки дерев'яної сакральної архітектури. Старі дерев'яні церкви мають свій неповторний вигляд – знак високої майстерності, який втрачається. Враховуючи історичну цінність таких споруд пропонуємо застосувати технологію вогнезахисного покриття також для церков V ступеня вогнестійкості. Вогнезахист дерев'яних елементів церков – це збільшення часу на евакуацію, зниження ризику руйнування будівлі (збільшення межі вогнестійкості конструкцій, зменшення межі поширення вогню по них) та втрати архітектурної цінності таких будівель для нащадків [3]. Наслідки пожежі дерев'яної церкви з необробленою деревиною купольної частини Преподобної Параскеви в селі Климашівці на Хмельниччині, вік якої становив 227 років показано на рисунку 1.

Отже реальним фактором виникнення пожеж є використання в приміщеннях культових споруд відкритого вогню у вигляді свічок та кадила при наявності великої кількості дерев'яних поверхонь. Згідно вимог [6] підсвічники та інші пристрої, у яких використовується відкритий вогонь, необхідно встановлювати на негорючу поверхню, яка виступає за їх габарити не менше ніж на 0,5 м. Конструкції підсвічників, лампад, світильників тощо повинні виключати можливість самовипадання свічок.



**Рисунок 1** – Купольна частина церкви після пожежі

На сьогоднішній день в багатьох храмах Львова, зокрема це стосується історичного центру, стараються відходити від використання свічок, які мають відкритий вогонь. Натомість почали користуватися свічками на батарейках [7].

Для того, щоб попередити випадки пожеж, у Храмі св. Петра і Павла прихожани ставлять свічки у воду. Відтак, коли вони догоряють, то одразу гаснуть у воді. Таким чином зменшується ймовірність загорання у церкві.

Для зменшення ризику виникнення пожежі від використання свічок, які мають відкритий вогонь доцільним є збільшення розмірів негорючої поверхні на яку встановлюються підсвічники. Дана негорюча поверхня повинна не лише виступати за габарити підсвічника на 0,5 м, а виступати на величину, що дорівнює його висоті. Це дозволить виключити займання горючих поверхонь у випадку перекидання підсвічника з відкритим вогнем.

Таким чином, культові споруди належать до пожежонебезпечних будівель і є об'єктами з масовим перебуванням людей. Ці споруди зазвичай становлять історичну, культурну, архітектурну та духовну цінність. Особливостями пожежної безпеки культових споруд є те, що в них використовується відкритий вогонь: свічки, факели, світильники. Крім цього, стародавні культові споруди переважно зведені з використанням дерев'яних матеріалів. Пожежі, що виникають у таких спорудах, є резонансними, завдають як матеріальних, так і великих духовних втрат державі та суспільству.

### Література

1. Щороку по церкві. Чому горять дерев'яні храми в Прикарпатті. URL: <https://report.if.ua/statti/shchoroku-po-cerkvi-chomu-goryat-derevyani-hramy-na-prykarpatii/> (дата звернення: 29.09.2022).

2. Пожежа в Нотр-Дамі. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/2681802-pozeza-notrdam-so-vidomo-na-danij-cas.html> (дата звернення: 29.09.2022).

3. Башинський О.І., Пелешко М.З., Кузиляк В.Й. Культові споруди - проблеми сьогодення: пожежна безпека та сучасний стан протипожежного захисту. Збірник наукових праць ЛДУБЖД «Пожежна безпека». 2013. № 22. С. 12–16.

4. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 41 с. (Інформація та документація).

5. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. [Чинний від 2019-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2019. 43 с. (Інформація та документація).

6. НАПБ В.01.059-2009/980. Правила пожежної безпеки культових споруд. [Чинний від 2012-10-22]. Вид. офіц. Київ, 2012. (Інформація та документація).

7. Евакуаційні захристя Львова. URL: <https://portal.lviv.ua/news/2019/04/18/evakuatsijni-zahrystyia-lvova> (дата звернення: 29.09.2022).

УДК 674.047

## **ПОКРАЩЕННЯ ПРОСОЧУВАННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ АНТИПІРЕНАМИ**

**Кравець І.П.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Деревина, особливо твердих листяних порід, має високу міцність, хімічну стійкість, невелику об'ємну вагу при достатній щільності, гарну текстуру. Завдяки цим якостям вона знайшла широке застосування в різних галузях народного господарства. Деревину використовують у будівельних конструкціях, для виготовлення лущеного та струганого шпону, для виготовлення бочкотари, в пасажирському вагоно- та суднобудуванні. Пропарена деревина особливо цінується у виготовленні художніх меблів та музичних інструментів, тому що в такому стані вона добре полірується під червоне дерево.

Однак вироби з деревини є пожежонебезпечним матеріалом. Зменшити рівень пожежної небезпеки дерев'яних виробів і будівельних конструкцій можна за допомогою їх вогнезахисної обробки. Доступ кисню сприяє прискоренню процесу горіння і деструкції деревини. Властивість вогнезахисного покриття полягає в перешкоджанні вільному доступу кисню до поверхні будівельного матеріалу і, тим самим, протистоянні дії вогню та поширенню полум'я по поверхні деревини [1]. Тому, вогнезахист попереджує займання деревини, сповільнює або припиняє розвиток пожежі, знижує вплив небезпечних факторів пожежі та сприяє її швидкій локалізації та гасінню.

Загоряння деревини виникає при температурі біля 300°C, а при нагріванні вище 350°C вона запалюється внаслідок газів, котрі виділяються. Найбільш простим засобом вогнезахисту є просочування дерев'яних поверхонь антипіренами, яке поділяється на поверхневе і глибоке, та нанесення на просочену поверхню полімерної плівки антисептика. Така плівка не дозволяє «висолюватися» антипірену і, таким чином, збільшує термін експлуатації вогнезахисної деревини.

Просочування деревини антипіренами залежить від її вологопровідності: чим більша вологопровідність, тим краще відбувається просочування антипіренами. На якість просочування антипіренами впливають певні особливості будови деревини. Велику роль при цьому відіграють судини. Їх розміри, розміщення, кількість в деревині, тип перфорацій, наявність пор в стінках визначають функціональну здатність тканин деревини до вбирання води, а, отже, є важливими факторами для підготовчого процесу перед просочуванням.

Проведення відповідної теплової обробки, а саме пропарювання, значно збільшує вологопровідність деревини, а отже сприяє її кращому просочуванню вогнезахисними покриттями та кращому подальшому процесу сушіння просоченої деревини [2].

Судини деревини мають два типи перфорацій (сполучень між члениками судин): прості, якщо утворюється один круглий отвір, і драбинчасті, якщо є ряд щілиноподібних отворів [3]. Наявність простих перфорацій та рівномірний їх розподіл покращує вологопровідність деревини і, відповідно, відіграє позитивну роль в процесах пропарювання та подальшій обробки деревини вогнезахисними покриттями.

Проте, процес пропарювання може впливати на фізико-механічні властивості деревини. Зміни, які відбуваються з деревиною при пропарюванні, є результатом складних хімічних та фізико-хімічних процесів і явищ. Ці зміни можуть бути частково зворотними, а частково незворотними. Все залежить від тривалості пропарювання і температури середовища (пари). Тому необхідно дослідити, наскільки змінюються властивості деревини після даної тепловологообробки і чи вони істотно впливають на якісні характеристики будівельних конструкцій [4].

Оскільки просочування деревини вогнезахисними розчинами залежить від її вологопровідності, то доцільно розглянути вплив процесу пропарювання на зміни вологовмісту та вологопровідності деревини. При пропарюванні деревини відбувається зміна вологості, а також її перерозподіл. Як показали дослідні дані, вологість поверхневих шарів, якщо  $W_n < W_{ц}$ , збільшується, тому що із центральних шарів волога переміщується до поверхні. Таким чином, відбувається вирівнювання вологості по товщині [5].

Якщо вологість перед пропарюванням поверхневих та внутрішніх шарів вища за точку насичення волокна, то також відбувається рух вологи до поверхні. Це пояснюється тим, що при температурі  $t_c = 98^\circ\text{C}$  та відносній вологості повітря  $\varphi = 100\%$  рівноважна вологість, а згодом, і поверхнева вологість, наближаються до значення  $W_n = W_p = 20\%$ .

Цей рух вологи не припиняється і після завершення процесу пропарювання. Як показали виробничі дані багатьох підприємств, витримка пиломатеріалів і заготовок протягом одного-двох тижнів після пропарювання зменшує середню вологість до 30...40%. Вологопровідність пропареної деревини зростає в 1,2...1,4 рази в порівнянні з непропареною. Після пропарювання деревини і витримки її протягом 8-10 днів, середня вологість пиломатеріалів та заготовок внаслідок збільшення вологопровідності зменшується вдвічі [2].

Щільність є однією з найважливіших властивостей деревини, від якої залежать і інші показники. При пропарюванні щільність деревини зменшується.

Гіроскопічність пропареної деревини в порівнянні з непропареною майже не змінюється. Найбільша різниця спостерігається при відносній

вологості середовища  $\varphi = 60 \dots 80\%$ , де величина сорбції на  $2 \dots 3\%$  менша, ніж у непропареної. При пропарюванні, через незворотні температурні розширення, можуть дещо змінюватись розміри матеріалу. Але ці зміни є незначними: матеріал деревини збільшується біля  $1\%$  в тангентальному і зменшується на  $5\%$  в радіальному напрямках по відношенню до відповідного розміру.

Для в'ясування характеру зміни показників міцності пропареної деревини в порівнянні з непропареною обрано показники статичної твердості (торцевої, тангентальної і радіальної) та границю міцності при стисканні поперек волокон в тангентальному і радіальному напрямках. Вологість дослідних зразків при всіх випробуваннях доводилась до рівня  $W=12\%$ . Тривалість пропарювання приймалась послідовно 2, 4, 6, 9, 12, 24 години. Дослідження показали, що пропарювання зменшило показники міцності деревини [5]. При цьому на міцність значно впливають температура середовища та тривалість обробки.

Підсумовуючи, можна сказати, що після пропарювання змінюється природний колір деревини, гігроскопічність, щільність, величина всихання і розбухання, вологопровідність, статична твердість (в торцевому, тангентальному та радіальному напрямках відносно волокон) та міцність деревини бука при стисканні поперек волокон.

Отже, процес пропарювання покращує процес просочування деревини антипіренами з метою її вогнезахисту, зменшує її втрати, покращує фізико-механічні властивості, дає можливість прискорити наступний процес сушіння після обробки вогнезахисними покриттями майже в два рази. Все вище перераховане сприяє забезпеченню пожежної безпеки пиломатеріалів та дерев'яних конструкцій і, в результаті, дає можливість використовувати їх в багатьох галузях народного господарства.

### **Література**

1. ГОСТ 30219-95. Древесина огнезащитенная. Общин технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение.
2. Кравець І.П. Влияние процесса пропаривания древесины бука на качество її обработки огнезащитными покрытиями / І.П. Кравець // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2005. – № 7. – С. 99–102.
3. Божок О. П., Вінтонів І. С. Деревинознавство з основами лісового товарознавства.-К.: НМК ВО, 1992.-320 с.
4. ГОСТ 16483.21-07. Древесина. Метод отбора образцов для определения физико-механических свойств после технологической обработки.
5. Николов С., Райчев А., Делийски Н. Пропарване на дървесината. София.: Земиздат, 1980. - 216 с.

УДК 351.861

**ПРОБЛЕМИ ІНКЛЮЗИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

**Пелешко М.З.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Башинський О.І.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Своєчасна евакуація людей із будівель та приміщень в умовах пожежі — основне завдання, вирішити яке потрібно ще під час проектування або під час реконструкції будівлі. В свою чергу ефективність евакуації визначається кількістю евакуаційних виходів, їх розташуванням (розосереджене), параметрами виходів та шляхів евакуації, а також їх конструктивним виконанням (напрям відкривання дверей, наявність перепадів висот на шляхах евакуації, наявність горючого оздоблення та ін.).

Останні дослідження показали, що доступність означає щось більше, ніж безпосередній доступ до будівлі або приміщення за допомогою допоміжних чи спеціальних засобів. Це процес створення просторів, максимально зручних, а значить і безпечних для всіх людей, незалежно від їхнього віку та фізичних чи когнітивних можливостей, без необхідності використання допоміжних (адаптивних) засобів або вузькоспрямованих спеціалізованих рішень [1].

Згідно з ДСТУ 8828:2019 безпечна евакуація людей полягає у таких об'ємно-планувальних і конструктивних рішеннях, при яких евакуація з об'єкта завершується до настання гранично допустимих для людини значень небезпечних чинників пожежі.

При організації шляхів евакуації маломобільних груп населення з будівель та споруд необхідно враховувати ряд факторів, а саме їх низьку швидкість пересування, використання для пересування візків, палиць, милиць, що в свою чергу забезпечує низьку маневреність, труднощі під час долавання перешкод на шляхах евакуації. Крім того, проблеми із слухом та зором можуть спричиняти труднощі при зчитуванні знаків безпеки та сигналів оповіщення. Що стосується маневреності, то необхідно враховувати також, що інвалід на візку може бути із супроводом.

Незважаючи на вимогу нормативних документів [2, 3] щодо забезпечення безпечної евакуації та безперешкодності простору в будівлях є ряд проблем. Як давно здані в експлуатацію будівлі, так і новозбудовані не забезпечені достатнім простором для маневру. Ширина прорізу евакуаційних дверей, коридорів, проходів не забезпечує людині у візку свободу пересування, а також можливість вільно розминутися з іншою людиною у візку. Разом з тим, важливе значення для людей з вадами зору мають перепади висоти на шляхах евакуації, які вони не в змозі виявити за допомогою тростини (відсутність



порогів). На шляхах евакуації відсутні маркування світловідбиваючими елементами першої та останньої сходинки сходового маршу або поручнів сходів, відсутні улаштування на поручнях (перилах) рельєфних позначень поверхів у тактильному вигляді, або шрифтом Брайля, відсутня тактильна плитка (більшість людей навіть не знають, для чого вона потрібна).

Статистика обстежених об'єктів у 2021 році підтверджує ці проблеми [4] (було обстежено близько 38500 об'єктів у 1089 територіальних громадах).

Разом з тим є ряд позитивних моментів, в переважній більшості новобудов на сьогодні вхід до житлового будинку влаштовується на рівні тротуару. У вже існуючих будівлях сходи на вході до житлових будинків облаштовують пандусами для доступу осіб, що переміщуються на інвалідних візках. При цьому їх облаштування нерідко виконується формально, не завжди відповідає вимогам норм, а саме ухил, наявність поручнів (майже 90% пандусів не відповідають цим вимогам).

Важливе місце серед будівель та їх організації доступності для МГН займають пам'ятки архітектури. Складність полягає в тому, що будь-яке втручання у таку будівлю може істотно порушити як зовнішній вигляд, так і, в деяких випадках, інші складові будівлі. У розвинутих країнах заходу вже протягом багатьох років існує практика створення безперешкодного доступу до історичних будівель [5].

Переносні апарелі, пандуси, підйомні пристрої є розумним пристосуванням у випадку неможливості реконструкції пам'ятки архітектури під потреби маломобільних відвідувачів.

Вертикальні підйомники вирішують проблему усунення архітектурних бар'єрів в разі перепадів висоти (від 1000 мм) або в ситуаціях коли неможливо облаштувати пандус або виконати реконструкцію існуючого пандусу. Це ідеальне рішення, коли перепади висоти поверхні можуть становити серйозну перешкоду для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення, а також для пам'яток архітектури (рис. 1).



**Рисунок 1** – Підйомний пристрій для МГН в будівлі, м. Київ

Оскільки облицювання фасаду виконано із старого мармуру та будівля має історичне значення і знаходиться під захистом держави. В даному випадку реалізований окремо стоячий підйомник, який немає кріплень до фасаду будівлі (рис. 1).

Провівши аналіз забезпечення евакуації із будівель, можна зробити висновок, що евакуація маломобільних груп населення на сьогодні в багатьох випадках ускладнена, а подекуди неможлива, особливо в умовах пожежі.

При проектуванні, будівництві нових та реконструкції, реставрації, капітальному ремонті та переоснащенні існуючих житлових та громадських будівель і споруд обов'язковим є забезпечення у повному обсязі вимог доступності, зручності, інформативності і безпеки. Доступність будівель та споруд для маломобільних груп населення повинна забезпечувати в першу чергу безпеку шляхів руху, а особливо евакуаційних в місцях проживання, обслуговування та праці.

### Література

1. Пелешко М.З., Башинський О.І., Бережанський Т.Г. Проблеми інклюзивності будівель та споруд в контексті безпечної евакуації. Збірник наукових праць ЛДУБЖД «Пожежна безпека». 2022. № 40. С. 71–78.

2. ДБН В.2.2-40:2018. Будинки і споруди. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-04-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 64 с. (Інформація та документація).

3. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 41 с. (Інформація та документація).

4. Рейтинг обласних, Київської міської держадміністрацій за ступенем безбар'єрності об'єктів фізичного оточення і послуг (за результатами моніторингу 2021 року).

URL: [www.minregion.gov.ua/wpcontent/uploads/2022/01/prezentacziya\\_2021.pdf](http://www.minregion.gov.ua/wpcontent/uploads/2022/01/prezentacziya_2021.pdf)  
(дата звернення: 11.05.2022).

5. Гнатів М.П., Пелешко М.З. Доступність будівель та споруд для маломобільних груп населення. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: зб. тез доп. XV міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів, м. Львів, 25-26 берез. 2020р. Львів, 2020. С. 25–27.

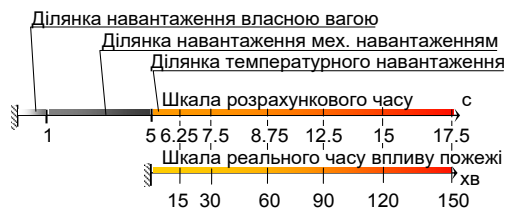
УДК 614.841.45

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОВЕДІНКИ СТАЛЕВОЇ БАЛКИ ІЗ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ З МІНЕРАЛЬНОЇ ВАТИ ПІД ЧАС НАГРІВАННЯ ЗА СТАНДАРТНИМ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ ПОЖЕЖІ

**Борсук О.В.**, кандидат технічних наук,  
**Нуязін О.М.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля**

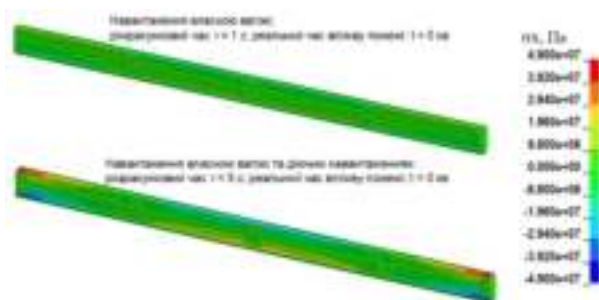
Після проведення розрахунку, що описано у роботі [1] були отримані результати щодо поведінки сталеві балки із вогнезахисним облицюванням з мінеральної вати в умовах впливу стандартного температурного режиму пожежі.

Особливістю розрахунку є те, що при динамічному розрахунку навантаження прикладається у період часу 17.5 с, що відповідає пришвидшеному процесу дії пожежі 150 хв.

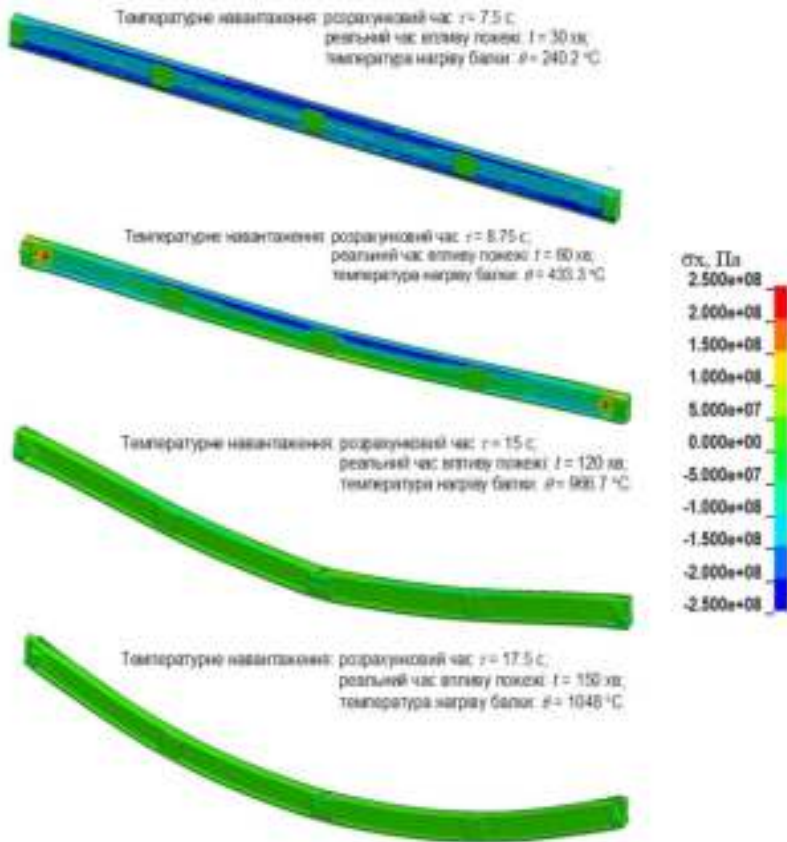


**Рисунок 1** – Співставлення шкал розрахункового часу та реального часу впливу пожежі.

На рис. 2 та рис. 3 наведено розподілення нормальних напружень вздовж поздовжньої осі у досліджуваній балці на етапах прикладення механічного навантаження.



**Рисунок 2** – Розподіл поздовжніх нормальних напружень на різних етапах прикладення механічного навантаження.



**Рисунок 3** – Розподіл поздовжніх нормальних напружень на різних етапах прикладення температурного навантаження.

Аналізуючи розподіли поздовжніх напружень, що наведені на рис. 2 та рис. 3, можна зазначити, що перед початком дії температурного навантаження найбільший рівень напружень у балці складає біля 50 МПа, тобто близько 0.2 $f_y$ , що підтверджує коректність результатів напружено-деформованого стану, що передують прикладанню температурного навантаження.

На етапі прикладення температурного навантаження можна побачити, що найбільшого рівня близько 280 МПа напруження досягають біля 30 хв при температурі нагрівання балки 240 °C. Після цього вони починають локалізуватися у вузьких зонах, що свідчить про розпочаття у наступному етапі пластичних деформацій, які концентруються поблизу закріплених кінців балки. У час впливу пожежі 60 хв спостерігаються відшарування

закріплювальних мінераловатних елементів. Тобто при температурі 433 °С спостерігається активна деструкція вогнезахисного облицювання. При температурі 967 °С спостерігається ознаки місцевої втрати стійкості у вигляді складок у полках та стінці двотаврової балки посередині та по її закріплених кінцях. При цьому також спостерігається подальше відшарування закріплювальних елементів мінераловатного вогнезахисного облицювання.

### **Література**

1. Борсук О. В. Вивчення стану втрати вогнестійкості сталевих балок з вогнезахисним мінераловатним облицюванням / О. В. Борсук, С. В. Поздєєв, О. М. Нуянзін [та ін.] // Надзвичайні ситуації: безпека та захист : матеріали X Всеукр. наук.-практ. конф. – Черкаси: ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2020 – С. 120 – 122.

УДК 614.8

## РОЗВ'ЯЗАННЯ СУМІСНОЇ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ ТА ТРАСУВАННЯ ШЛЕЙФІВ ЧЕРЕЗ ВИДІЛЕННЯ ОКРЕМИХ РЕАЛІЗАЦІЙ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

**Антошкін О.А.**, кандидат технічних наук, доцент  
Національний університет цивільного захисту України

В роботі [1] було розглянуто питання проектування шлейфів пожежної сигналізації у вигляді розв'язання сумісної задачі розміщення пожежних сповіщувачів та трасування шлейфів. Для вказаної задачі була побудована узагальнена математична модель.

За результатами будови математичної моделі були виділені й досліджені важливі із практичної точки зору реалізації узагальненої моделі:

1. Моделювання задачі оптимізації довжини провідної мережі.
2. Моделювання задачі мінімізації радіуса покривних кіл.
3. Моделювання задачі мінімізації кількості покривних кіл.

Розглянемо докладно кожен з реалізацій.

1. Для моделювання задачі оптимізації провідної сенсорної мережі для системи пожежних сповіщувачів узагальнена модель змінюється так:

– у систему додаткових обмежень вносяться умови належності сенсорів області з урахуванням мінімально припустимих відстаней до межі області (у загальному випадку описуються за допомогою мінімакських  $\rho$ -функцій);

– у систему додаткових обмежень вносяться умови неналежності центрів сенсорів областям заборони (у загальному випадку описуються за допомогою мінімакських  $\rho$ -функцій);

– у систему додаткових обмежень задачі вносяться мінімально припустимі відстані між центрами сенсорів (описуються за допомогою всюди гладкої  $\rho$ -функції);

– мінімізується функція цілі, що являє собою довжину траси (дротів у шлейфі).

Відповідні послідовності кіл для кільцевого та радіального типів дротових з'єднань розраховуються шляхом розв'язання допоміжних задач комівояжера та задачі маршрутизації відповідно.

Для кільцевого типу дротових з'єднань функція цілі може бути записана

$$\text{у вигляді } \rho(u_0, u_{m_1}) + \sum_{i=1}^{n-1} \rho(u_{m_i}, u_{m_{i+1}}) + \rho(u_{m_n}, u_0),$$

де:  $m_i \in \{1, 2, \dots, n\}$  – номери кіл;

$m_i \neq m_j, i \neq j; \sum_{i=1}^{n-1} \rho(u_{m_i}, u_{m_{i+1}})$  – сума відстаней між центрами кіл,

взятих у певній послідовності  $m_1, m_2, \dots, m_n$ ;

$\rho(u_0, u_{m_1})$  і  $\rho(u_{m_n}, u_0)$  – відстані від точки початку траси  $u_0$  до центра першого й останнього в обраній послідовності кола відповідно.

Для радіального типу провідних з'єднань функція цілі може бути представлена у вигляді:

$$\sum_{q=1}^Q (\rho(u_0, u_{m_1^q}) + \sum_{i=1}^{n_q-1} \rho(u_{m_i^q}, u_{m_{i+1}^q}))$$

де:  $Q$  – кількість шлейфів;

$m_i^q \in \{1, 2, \dots, n\}$  – номери кіл,

$m_i^q \neq m_j^q, i \neq j, q=1, 2, \dots, Q, m_1^{q_1} \neq m_2^{q_2}, q_1 \neq q_2, q_1, q_2 = 1, 2, \dots, Q, \sum_{q=1}^Q n_q = n$ ;

$\sum_{i=1}^{n_q-1} \rho(u_{m_i^q}, u_{m_{i+1}^q})$  – сума відстаней між центрами кіл, узятих у певній  $q$ -й

послідовності

$m_1^q, m_2^q, \dots, m_{n_q}^q; \rho(u_0, u_1^q)$  – відстань від точки початку траси  $u_0$  до центра першого в  $q$ -ій послідовності кола.

Тут  $\rho(u_1, u_2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$  – відстань між точками  $u_1$  й  $u_2$ .

1. Задача мінімізації радіуса кіл у покритті виникають під час проектування сенсорних мереж у випадку, якщо необхідне коригування розміщення кіл, що не задовольняють критерій повноти покриття. Подібні ситуації можуть виникати під час розв'язання задачі формування покриття наближеними методами або в інтерактивному режимі. Задача мінімізації радіуса покривних кіл має також самостійне значення, і її розв'язанню присвячена значна кількість робіт у світовій літературі.

У модель вигляду (3.1)–(3.2) вноситься дуже проста зміна – радіус кіл  $r$  оголошується змінним, розмірність задачі збільшується на 1 та мінімізується функція  $F(u) = r$ .

Для задач проектування сенсорних мереж можуть бути внесені зміни в систему додаткових обмежень, перераховані в пунктах 1-3 попереднього параграфа.

3. Задача мінімізації кількості кіл заданого радіуса з урахуванням вимог нормативного характеру із [2], що формують покриття області  $\Omega$ , має досить велику практичну значимість, тому що дуже часто виникає за

оптимізації покриттів, побудованих наближеними методами або отриманих в інтерактивному режимі.

У рамках даного дослідження розглядався такий підхід: вибирається одне з кіл (абсолютно випадково, за оцінкою  $\Omega$ -функції або оператором) і виконується спроба зменшення його радіуса до 0 зі збереженням покриття області множиною кіл. Якщо операція завершилася успішно, коло викреслюється з множини кіл, що формують покриття, і здійснюється перехід до оптимізації нового покриття. У протилежному разі здійснюється спроба видалити інше коло з покриття. Процедура повторюється певне число раз.

На перший погляд, узагальнена модель із роботи [1] не можна застосовувати для розв'язання даної задачі, оскільки вона передбачає однакові радіуси для всіх кіл, що беруть участь у покритті. Проблема може бути розв'язана, якщо під час побудови математичної моделі виключити радіус обраного кола з розгляду.

Нехай здійснюється спроба видалити  $i$ -е коло. Спочатку для моделювання задачі мінімізації кількості кіл з індексних множин  $\Xi_1$ ,  $\Xi_2$  і  $\Xi_3$  віддаляються елементи, що містять номер кола  $i$ . Потім будується модель вигляду із роботи [1] за винятком, хіба що, формування функції цілі. Після побудови із системи додаткових обмежень віддаляються всі обмеження на положення сенсора для обраного кола (таким чином, його центр може виходити за межі області або потрапляти в зони заборони). Формується функція цілі, що являє собою суму відстаней (або суму квадратів відстаней) від точки  $u_i$  до точок, на положення яких накладали обмеження у виключених з розгляду функціях належності, яку необхідно мінімізувати. Якщо в ході розв'язання задачі вдалося досягти глобального мінімуму функції цілі (значення 0), то  $i$ -е коло «схлопнулося» до розміру крапки і може бути виключено з розгляду.

Розв'язання вказаних окремих реалізацій узагальненої математичної моделі сумісної задачі розміщення пожежних сповіщувачів та трасування шлейфів дозволить автоматизувати процедуру проектування систем пожежної сигналізації з можливістю виконувати оптимізацію складу системи як по кількості сповіщувачів, так і по довжині дротів шлейфів.

### Література

1. Антошкін О. А. Математична модель сумісної задачі розміщення пожежних сповіщувачів і трасування шлейфів пожежної сигналізації// Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 45. С. 8–11.
2. Системи протипожежного захисту : ДБН В.2.5–56–2014 [Чинний від 2015-07-01]. К. : ДП «Укрархбудінформ». 2014. 127 с.



УДК 681.518.3

## **СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ЩОДО СИНТЕЗУ АВАРІЙНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ СЛУЖБИ ДСНС УКРАЇНИ**

**Рудаков С.В.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Національний університет цивільного захисту України**

На сьогоднішній день одним з першочергових завдань Служби порятунку ДСНС України є оперативне отримання, опрацювання та аналіз інформації, яка щогодини надходить до оперативно-чергової служби з різних куточків держави про ту чи іншу надзвичайну подію, а також про перебіг ліквідації надзвичайних ситуацій, аварій, пожеж в екосистемах, стихійних лих тощо.

До складу аварійно-диспетчерської служби (АДС) входять виїзні бригади районних електричних мереж відповідної територіально-структурної одиниці, основна функція яких – у дуже стислий термін відновити енергопостачання, а у разі неможливості – залучити складові системи екстреної допомоги населенню – інші міські служби та підрозділи.

В основу побудови існуючих АДС покладено такі принципи: - висока швидкість реагування; комплексний характер відновлення працездатного стану; ефективність виконання робіт. Основною суперечністю при створенні подібних систем є об'єднання окремих суб'єктів управління в єдину систему за наявності у них різних об'єктів управління: підрозділи диспетчерської служби та виїзні бригади, що саме собою є невірним.

Розглянуті системи в даний час сформовані шляхом злиття компонентів, які розробляються окремо, що не дозволяє використовувати основну перевагу системного підходу: уявити об'єкт як комплекс взаємопов'язаних підсистем, об'єднаних спільною метою, розкрити його інтегративні властивості, внутрішні та зовнішні зв'язки.

При синтезі технічних систем будь-яка процедура їх проектування повинна містити наступні модулі: модуль генерації цілей, аналітичний модуль, формування системи об'єкта, модуль синтезу, модуль оцінки отриманих рішень. Ця сукупність модулів є інваріантною щодо системних рівнів (у технічних системах це рівень функціональної структури, принципу дії, технічного та параметричного рішення). Така побудова евристичного алгоритму синтезу системи відповідає фрактальному принципу синтезу систем, що забезпечує компактність та уніфікацію процедур на всіх системних рівнях.

Сучасні тенденції розвитку інформаційно-технічних систем спрямовані використання системного підходу під час вирішення цього виду завдань.

У загальному вигляді це завдання відноситься до класу багатокритеріальних завдань оптимізації. Шляхом введення припущень зазначена задача синтезу зведена до класу завдань дискретної оптимізації, що дозволить знайти сімейство допустимих рішень в галузі конкурентноздатних варіантів.

Пропонується для вирішення зазначеної задачі застосувати узагальнений показник ефективності вибору раціонального варіанта структури системи АДС, що використовує стратегію "досяжного ефекту". Цей показник будується як різниці абсолютних ефектів: запропонованого варіанта структури системи АДС і базового.

Загальна постановка завдання синтезу має такий вигляд:

$$W = \max \{E\Phi_n(x) - E\Phi_o(x)\},$$

$$\text{при } x \in X$$

$$Z_{nn} \rightarrow \min$$

де:  $E\Phi_n(x)$  – абсолютний ефект при реалізації запропонованої структури АДС;

$E\Phi_o(x)$  – абсолютний ефект при реалізації базового варіанта структури АДС;

$X$  – область допустимих рішень;

$Z_{nn}$  – непродуктивні витрати.

Вираз для абсолютного ефекту синтезованої структури АДСР матиме вигляд:

$$E\Phi_n(x) = \left( \sum_{i=1}^n P_i P_{ci} P_{nni} k_{zi} (PP_{\phi i} - Z_i) \times \prod_{j=1}^k \exp(-\{\lambda_{\alpha ij} + \lambda_{cij}\} t_{pij}) \right) - Z_{дон}, \quad (1)$$

де:  $P_i$  – апріорна ймовірність вимоги на виконання відповідною підсистемою  $i$ -того завдання;

$P_{ci}$  – ймовірність того, що не буде зриву виконання  $i$ -того завдання через відсутність працездатної підсистеми;

$P_{nni}$  – ймовірність того, що не буде зриву виконання  $i$ -того завдання через налаштування  $i$ -тої підсистеми несправним засобом;

$k_{zi}$  – коефіцієнт готовності  $i$ -тої підсистеми;

$PP_{\phi i}$  – вартісний вираз фактичного корисного результату при виконанні  $i$ -того завдання;

$Z_i$  – витрати, пов'язані з реалізацією обраного варіанта підсистеми технічного обслуговування для  $i$ -ї підсистеми та вимірюванням параметрів цієї підсистеми в процесі експлуатації;

$\lambda_{\alpha ij}, \lambda_{cij}$  – інтенсивності явного і прихованого відмов  $j$ -того компонента  $i$ -тої підсистеми;

Використовуючи поняття стратегії періодичного обслуговування системи АДС вирази для  $PP_{\phi i}$  і  $Z_i$  мають вигляд:

$$\begin{aligned} PP_{\phi i} &= PP_{\phi i} + PP_{ci}; \\ Z_i &= Z_{\phi i} + Z_{ci}, \end{aligned} \quad (2)$$

де:  $PP_{\phi i}$  і  $Z_{\phi i}$  – вартісний вираз фактичного корисного результату та витрат, що залежать від вирішення  $i$ -того завдання відповідною підсистемою;

$PP_{ci}$  і  $Z_{ci}$  – вартісний вираз фактичного корисного результату та витрат, обумовлених використанням стратегії періодичного обслуговування.

У загальному для режиму експлуатації системи АДС

$$\begin{aligned} PP_{\phi i} &= \sum_{j=1}^m P_{ij} \sum_{k=1}^m P_{ijk} PP_{ijk}; \\ Z_{\phi i} &= \sum_{j=1}^m P_{ij} \sum_{k=1}^m P_{ijk} Z_{ijk}, \end{aligned} \quad (3)$$

де:  $P_{ij}$  – ймовірність знаходження  $i$ -тої підсистеми в кожному із  $j$ -станів в процесі експлуатації;

$PP_{ijk}, Z_{ijk}$  – вартісний вираз фактичного корисного результату та витрат, одержуваних від застосування за призначенням  $i$ -тої підсистеми при переході зі стану  $j$  в стан  $k$ ;

$P_{ijk}$  – ймовірність переходу  $i$ -тої підсистеми зі стану  $j$  в стан  $k$  у процесі вирішення поточного завдання.

Враховуючі (1) – (3) отримаємо вираз адаптивного показника синтезу структури АДС, який враховує стратегію періодичного обслуговування:

$$\begin{aligned} \Phi_n &= \sum_{i=1}^n P_i k_{si} \prod_{j=1}^N (1 - (\beta_{ij} + (1 - \beta_{ij}) P_{1ij})) \times \left( \frac{1 - P_{2ij}}{P_{1ij} [P_{1ij} + P_{2ij}]} \right) \times \\ &\times \left( \sum_{j=1}^L P_{ij} \sum_{k=1}^M P_{ijk} (PP_{ijk} - Z_{ijk}) + \sum_{j=1}^Z (P_{ij} (PP_{cnij}(t_{zij})) P_{ij}(t_{zij}) PP_{cn\phi ij}(t_{zij}) -) \right) \times \\ &\times \prod_{j=1}^V \exp(-(\lambda_{rij} + \lambda_{cij}) t_{pij}) - \\ &- (P_u (Z_u + (K_p + E) K + Z_{3nk})), \end{aligned} \quad (4)$$

де:  $\beta_{ij}$  – ймовірність скритої відмови  $j$ -тої компоненти  $i$ -тої підсистеми;

$P_{1ij}$  – ймовірність знаходження  $j$ -тої компоненти  $i$ -тої підсистеми в справному стані;

$P_{2ij}$  – ймовірність знаходження  $j$ -тої компоненти  $i$ -тої підсистеми в стані скритої відмови;

$P_u$  – ймовірність прийняття в експлуатацію системи АДС;

$Z_u$  – поточні річні витрати на експлуатацію системи АДС;

$K_p$  – норма реновации (обновления) компонент системи АДС;

$K$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності;

$E$  – одноразові витрати при введенні в експлуатацію системи АДС;

$Z_{зпк}$  – фонд заробітної плати обслуговуючого персоналу.

Таким чином, для стратегії періодичного обслуговування  $i$ -тої підсистеми обумовлює не мінімальне значення складової фактичного корисного результату за мінімального значення очікуваного часу затримки. Вартісне вираження фактичного корисного результату та витрат, одержуваних від застосування за призначенням  $i$ -тої підсистеми, визначається матрицею значень.

До складу адаптивного показника синтезу структури АДС залучено необхідні початкові витрати, зумовлені експлуатаційними витратами. Вони мають ймовірнісну залежність від ухвалення рішення на введення в експлуатацію конкретного варіанта структури системи АДС.

Наявність безумовних складових фактичного корисного результату та витрат залежать від надійності використовуваних засобів та не враховують характер стратегії обслуговування.

Уточнення адаптивного показника синтезу структури системи АДС, який враховує періодичність обслуговування системи за наявності помилкових та дійсних відмов, дозволить конкретизувати алгоритм відсіву конкурентоспроможних варіантів з метою визначення безлічі допустимих структур, які відповідають вимогам цільової функції синтезу.

### Література

1. Кустов М. В., Соболев О.М., Федоряка О. І. Територіальне розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності. // Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. №33. С.181-192.

DOI:10.52363/2524-0226-2021-33-142.

2. Kachanov P., Lytviak O., Derevyanko O., Komar S. Development of an automated hydraulic brake control system for testing aircraft turboshaft gas turbine engines // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2019. 6/2 (102). P. 52–57. DOI:10.15587/1729-4061.2019.185539.

УДК 614.841

## **ТЕМПЕРАТУРО-ВОГНЕСТІЙКІ ЗАХИСНІ ПОКРИВИ ДЛЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

**Вовк С.Я.**, кандидат технічних наук,  
**Пазен О.Ю.**, кандидат технічних наук,  
**Придатко В.В.**,

**Ференц Н.О.**, кандидат технічних наук  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Впродовж останніх років сучасна галузь будівництва, враховуючи потреби розширення інфраструктури різних галузей діяльності, потребує збільшення ринку надання послуг містобудівної та промислової діяльності. Однак реалії сьогодення не дають змоги в повній мірі користуватись новітніми технологіями будівельної галузі. На даний час одними із поширених та простих у застосуванні є будівельні конструкції із деревини та металу. Одним із можливих варіантів захисту будівельних матеріалів і конструкцій із деревини та металу є поверхневий захист вогнезахисними засобами [0, 2, 3].

Отже, як бачимо, дослідження вогнезахисних композицій для дерев'яних та металевих конструкцій є актуальним [4].

Розробка і дослідження атмосферо-температуро-вогнестійких композицій на основі силікату натрію та наповнювачів із базальту, декстринів і оксидів металів, зокрема оксиду титану, для збільшення вогнестійкості дерев'яних будівельних конструкцій є основною метою досліджень [5, 6].

Визначення вогнезахисної ефективності вогнезахисних покриттів проводили за методикою, наведеною в ГОСТ 16363-98 «Засоби вогнезахисні для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей [7].

Дослідження проводилися для взірців оброблених вогнезахисною композицією на основі рідкого натрієвого скла (50%мас.%), декстрину (20% мас.%), оксиду титану (20%мас.%) і базальтового волокна (10%мас.%(табл. 1).

**Таблиця 1**

**Склад та взірці розробленої вогнезахисної композиції**

№ взірця за складом композиції	Вміст натрієвого рідкого скла, мас. % за сухим залишком	Наповнювач, мас %			
		TiO <sub>2</sub>	Декстрин	Базальтове волокно	Товщина вогнезахисного покриття, мм
1.1	50	20	20	10	1,1
1.2	50	20	20	10	0,8
1.3	50	20	20	10	0,9

Склади композицій для вогнезахисних покривів у співвідношеннях, вказаних у табл.1, готували механічним диспергуванням у кульових млинах до тонини розмелювання, яка відповідає залишку на ситі з вічком 0,2 мм (№02) не більше 2% після просіювання.

Досліди проводили на 3-ох взірцях деревини хвойних порід – сосни - густиною 500 кг/м<sup>3</sup>. Взірці деревини виготовляли у вигляді брусків з поперечним перерізом 30х60 мм і довжиною волокон 150 мм. Відхилення від розмірів не перевищувало ±1 мм. Бічна поверхня взірців оброблялась шліфувальним папером.

Взірці деревини перед нанесенням вогнезахисного покрив мали вологість (8±2)%. На взірці деревини зі всіх сторін наносили пензликом випробовувані композиції і висушували впродовж 24 год при кімнатній температурі близькій до 22<sup>0</sup>С. Вимірювали товщину покриву штангенциркулем.

Дослідження атмосферостійкості та вогнестійкості виконувались у два етапи.

#### *1-й етап. Дослідження атмосферостійкості*

Захищені вогнезахисною композицією взірці після повного висихання піддавали випробовували в ексикаторі протягом 24 год. По завершенню випробування взірці зважували для визначення приросту маси з похибкою не більше 0,1 г та визначали крайовий кут змочування, який знаходиться в межах 84...88 градусів, що підтверджує гідрофобність, атмосферостійкість та витрати вогнезахисної суміші необхідної для поверхневого покрив 1 м<sup>2</sup> будівельної конструкції (табл. 2).

Витрату сухої вогнезахисної речовини обчислювали за формулою:

$$R_1 = \frac{m_1 - m_2}{F},$$

де:  $m_1$  – маса взірця перед спалюванням, г;

$m_2$  – маса взірця до нанесення покрив, г;

$F$  – площа поверхні взірця, м<sup>2</sup>.

**Таблиця 2**

Результати випробувань вологостійкості та витрати сухої вогнезахисної речовини

№ покрив	Маса взірця, г				Витрата вогнезахисно го покриву, г/м <sup>2</sup>
	до нанесення вогнезахисної речовини	після нанесення вогнезахисної речовини	після випробування вологостійкості	збільшення маси взірця після випробувань вологостійкості, г / %	
1.1	153,68	173,81	174,06	0,25/0,14	657,84
1.2	166,21	183,74	183,94	0,20/0,11	572,87
1.3	159,97	176,34	176,56	0,18/0,12	534,97

2-й етап. Дослідження ефективності вогнезахисного покриття

Для визначення вогнезахисної ефективності використовували установку, згідно з [7]. У цій установці регулювали витрату газу таким чином, щоб температура впродовж 5 хв становила  $(200 \pm 5)$  °С, після чого фіксували значення витрати газу за показами ротаметра.

При досягненні температури  $(200 \pm 5)$  °С зонт відводили і взірець, який закріпленний в тримачі, опускали в керамічний короб і одночасно вмикали секундомір. Потім зонт повертали в робоче положення. Взірець тримали в полум'ї палика впродовж 2 хв. Під час випробувань контролювали витрату газу. Через 2 хв подачу газу припиняли і залишали взірець охолоджуватись до кімнатної температури. Охолоджений взірець діставали з керамічного короба і зважували. Результати випробувань зазначено (табл. 3)

Втрату маси, %, обчислювали з точністю до 0,1% за формулою

$$P = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \cdot 100\%,$$

де:  $m_1$  – маса взірця до випробування, г;

$m_2$  – маса взірця після випробування, г;

**Таблиця 3**

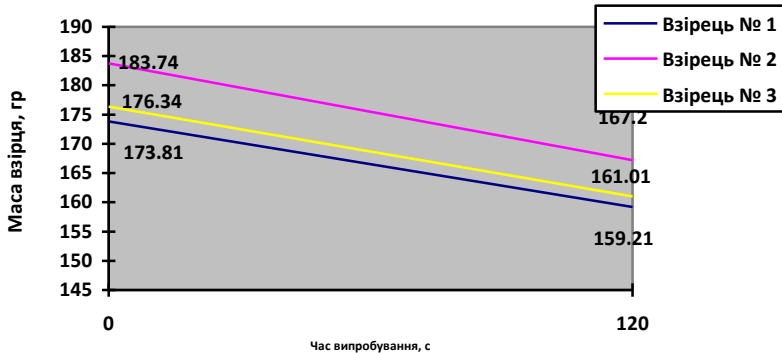
**Результати випробувань вогнезахисної ефективності**

№ взірця	Температура в камері до введення взірця, °С	Тривалість дії полум'я, с	Маса взірця, г			
			до оброблення	після оброблення	після випробування	втрата маси взірця після випробувань, г / %
1.1	200	120	153,68	173,81	159,21	14,60/8,4
1.2	200	120	166,21	183,74	167,20	16,54/9,0
1.3	200	120	159,97	176,34	161,01	15,33/8,7

Залежно від втрати маси взірця можна встановити групу вогнезахисної ефективності. Відповідно до ГОСТ 16363-98 при втраті маси взірця не більше 9% для засобу вогнезахисту встановлюють I групу вогнезахисної ефективності. Якщо втрата маси перевищує 9%, але не більша 25%, для засобу вогнезахисту встановлюють II групу вогнезахисної ефективності. При втраті маси більше 25% вважають, що даний засіб не забезпечує вогнезахист деревини.

За результатами проведених вогневих випробувань доведено, що всі досліджувані взірці, покриті розробленою вогнезахисною композицією на

основі рідкого натрієвого скла, декстрину, оксиду титану і базальтового волокна, забезпечують I-у групу вогнезахисної ефективності, та мають відносну втрату маси не більше 9% (рис.1).



**Рисунок 1** – Результати вогневих випробувань

Проведеними дослідженнями встановлено, що атмосферо-температуро-вогнестійкі композиції на основі силікату натрію та наповнювачів із базальтового волокна, декстрину і оксиду титану можуть використовуватися як вогнезахисні покриття з атмосферостійкими властивостями для дерев'яних будівельних конструкційних елементів, що забезпечують потреби ринку та вимоги нормативно-технічних документів, для якої допускається втрата маси взірця до 9 %.

Встановлено, що найбільш ефективним є покриття на основі рідкого скла (50%), декстрину (20%), базальтового волокна (10%), оксиду  $TiO_2$  (20%). Температуростійкі оксиди металів, декстрин і силікат натрію у складі покриття підвищують вогнестійкість – в умовах дії вогню, а силікат натрію і декстрин його атмосферостійкість в природних умовах. Отже, запропоновані покриття дають можливість перевести деревину з групи «горючої» до «помірно горючої».

### Література

1. Tsapko, Y., Lomaha, V., Bondarenko, O. P., & Sukhanevych, M. (2020). Research of mechanism of fire protection with wood lacquer. In Materials Science Forum (Vol. 1006, pp. 32-40). Trans Tech Publications Ltd. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1006.32>.

2. Пастухов П.В., Кочубей В.В., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. (2019). Хімічностійкі вогнезахисні покриття на основі модифікованих купрум (II)



карбонатом епоксіамінних композицій. Пожежна безпека, (34), 66-71. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20786662.34.2019.11>.

3. Довідник термінів та визначень профілактичної діяльності у сфері цивільного захисту: довідник / Упоряд. В.Придатко, О.Пазен, О.Міллер, А.Домінік. – Львів: Сполом, 2022 – 224 с. С. 126, 164.

4. Веселівський Р.Б., Смоляк Д.В. (2021). Способи вогнезахисту металевих будівельних конструкцій. Пожежна безпека, 39, 63-76. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20786662.39.2021.08>.

5. Вовк С. Я. Вплив органосилікатного покриття на вогнестійкість дерев'яних будівельних конструкцій. *Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. Пожежна безпека.* №28. 2016. С.13–17.

6. Вовк С.Я., Пазен О.Ю., Придатко В.В., Ференц Н.О. Дослідження вогнезахисних покриттів для дерев'яних конструкцій на основі силікату натрію. *Збірник наукових праць ЛДУБЖД. Пожежна безпека.* №40. 2022. С.16-24.

7. ГОСТ 16363:1998. Засоби вогнезахисні для деревини. Методи визначення вогнезахисних властивостей. [Чинний від 1999-07-01]. Київ, 1999. 12 с. (Інформація та документація).

УДК 614.841.45

**ТЕПЛОВИЙ СТАН ЗАХИЩЕНИХ СТАЛЕВИХ КОЛОН  
ЗА СТАНДАРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ****Новак С.В.**, кандидат технічних наук,  
**Добростан О.В.**, кандидат технічних наук**Інститут державного управління та наукових досліджень з  
цивільного захисту****Пустовий М.М.**, ад'юнкт**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля**

Згідно з Будівельним Єврокодом № 3 [1] вогнестійкість сталевих колон за температурним критерієм вважають забезпеченою у разі виконання умови, що температура сталі  $\theta_a$  в умовах вогневого впливу за стандартного температурного режиму не перевищує критичної величини  $\theta_{cr}$ . Незахищені сталеві колони зазвичай зберігають вогнестійкість протягом проміжку часу вогневого впливу за стандартного температурного режиму, який не більше ніж 10 хвилин. Для підвищення цього проміжку часу застосовують різні засоби вогнезахисту, до яких належать пасивні і реактивні системи вогнезахисту, профільовані і коробчасті системи вогнезахисту, вертикальні вогнезахисні екрани, комбіновані системи вогнезахисту [2]. Тепловий стан захищених сталевих колон значною мірою залежить від параметрів системи вогнезахисту, яку для них застосовують, зокрема, від теплофізичних властивостей і товщини вогнезахисного покриття. Відсутність даних щодо впливу цих параметрів на тепловий стан сталевих колон не дозволяє проводити оптимізацію систем вогнезахисту сталевих колон, наприклад, за масо-габаритним критерієм (мінімізація маси та/або товщини системи вогнезахисту). Зважаючи на необхідність такої оптимізації для подальшого удосконалення і розвитку технології вогнезахисту сталевих колон, актуальним слід вважати дослідження, спрямоване на визначення впливу параметрів систем вогнезахисту на тепловий стан сталевих колон в умовах вогневого впливу за стандартного температурного режиму.

Проведене дослідження ставило за мету визначення різниці між значеннями необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття для сталевих колон з системами вогнезахисту із вогнезахисним екраном коробчастого профілю зі сталі завтовшки 0,5 мм і без нього. Застосовано метод дослідження, складовими якого є обчислювальні процедури чисельного моделювання теплового стану сталевих колон, оснащених вогнезахисними матеріалами із заданими теплофізичними властивостями, в умовах вогневого впливу за стандартного температурного режиму, операції аналізу, порівняння, узагальнення та систематизації отриманих розрахункових даних, а для розрахунку теплового стану захищених сталевих колон в умовах вогневого впливу використано одномірні математичні моделі теплопровідності [3].

Розрахункові дані щодо необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття  $d_{p,min}$  для сталевих колон із зазначеними системами вогнезахисту визначали за такими значеннями параметрів. Мінімальне, проміжне і максимальне значення коефіцієнта теплопровідності вогнезахисного покриття становили:  $p_{min} = 0,02$  Вт/(м °С),  $p_{med} = 0,2$  Вт/(м °С),  $p_{max} = 2,0$  Вт/(м °С). Значення питомої теплоємності і густини вогнезахисного покриття також, як і його коефіцієнт теплопровідності, вважали незалежними від температури сталими величинами, які складають 1000 Дж/(кг °С) і 500 кг/м<sup>3</sup>, відповідно. Значення критичної температури сталі, коефіцієнта поперечного перерізу і проміжку часу збереженості вогнестійкості становили:  $\theta_{cr,min} = 350$  °С,  $\theta_{cr,med} = 500$  °С,  $\theta_{cr,max} = 700$  °С;  $(A_m/V)_{min} = 40$  м<sup>-1</sup>,  $(A_m/V)_{med} = 150$  м<sup>-1</sup>,  $(A_m/V)_{max} = 300$  м<sup>-1</sup>;  $t_{fr,min} = 30$  хв,  $t_{fr,med} = 90$  хв,  $t_{fr,max} = 240$  хв.

В табл. 1 наведено дані щодо різниці  $\Delta_{d,AB}$  між значенням товщини вогнезахисного покриття  $d_{p,min,A}$ , отриманим для системи вогнезахисту без вогнезахисного екрану (системи А), і значенням товщини вогнезахисного покриття  $d_{p,min,B}$ , отриманим для системи вогнезахисту з вогнезахисним екраном (системи В). В цій же таблиці подано дані щодо величини відповідної відносної різниці  $\delta_{d,AB}$ , яку визначено за такою формулою:

$$\delta_{d,AB} = 100\Delta_{d,AB} / d_{p,min,A}, \quad (1)$$

де  $\Delta_{d,AB} = d_{p,min,A} - d_{p,min,B}$ , мм.

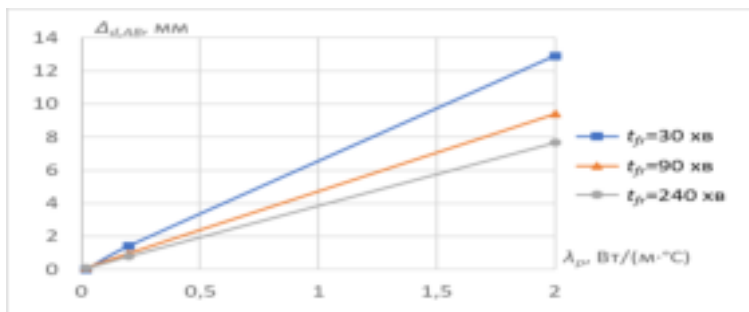
Таблиця 1

Дані щодо різниць  $\Delta_{d,AB}$  і  $\delta_{d,AB}$

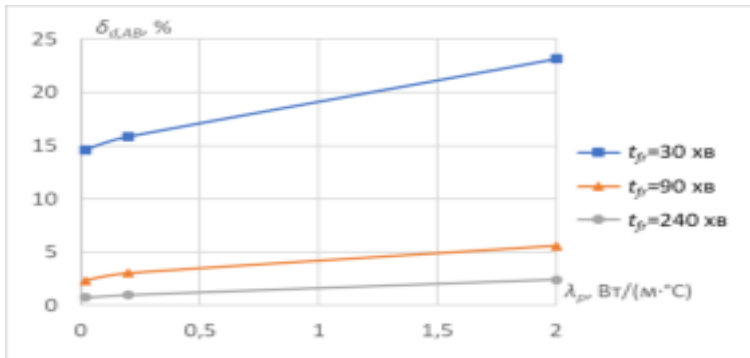
$A_m/V,$ м <sup>-1</sup>	Вт/(м °С)	Значення $\Delta_{d,AB}$ (в мм) / $\delta_{d,AB}$ (в %) для:								
		$\theta_{cr,min},$ $t_{fr,min}$	$\theta_{cr,med},$ $t_{fr,min}$	$\theta_{cr,max},$ $t_{fr,min}$	$\theta_{cr,min},$ $t_{fr,med}$	$\theta_{cr,med},$ $t_{fr,med}$	$\theta_{cr,max},$ $t_{fr,med}$	$\theta_{cr,min},$ $t_{fr,max}$	$\theta_{cr,med},$ $t_{fr,max}$	$\theta_{cr,max},$ $t_{fr,max}$
40	0,02	0,17 / 38,6	- / -	- / -	0,09 / 4,35	0,08 / 7,08	0,09 / 18,4	0,06 / 0,89	0,07 / 1,78	0,07 / 3,54
150	0,02	0,15 / 7,94	0,14 / 14,6	0,13 / 44,8	0,14 / 1,92	0,10 / 2,35	0,08 / 4,02	0,1 / 0,50	0,1 / 0,76	0,08 / 1,12
300	0,02	0,18 / 4,95	0,15 / 7,61	0,12 / 17,7	0,10 / 0,83	0,11 / 1,42	0,19 / 4,87	0,1 / 0,35	0,1 / 0,48	0,1 / 0,79
40	0,2	1,68 / 39,5	- / -	- / -	0,9 / 4,64	1 / 9,01	0,86 / 17,8	0,9 / 1,59	0,7 / 1,95	0,7 / 3,66
150	0,2	1,50 / 9,49	1,39 / 15,8	1,29 / 46,1	1,1 / 2,29	1 / 3,03	0,9 / 5,06	1 / 0,95	0,8 / 1,00	0,7 / 1,32
300	0,2	1,60 / 6,58	1,40 / 9,09	1,24 / 20,0	1,1 / 1,79	1,1 / 2,39	0,9 / 3,13	1 / 0,82	0,8 / 0,82	0,7 / 0,98
40	2,0	15,5 / 43,8	- / -	- / -	10 / 7,41	8,9 / 10,1	8,6 / 19,6	8 / 2,57	7 / 3,00	7 / 4,70
150	2,0	13,3 / 15,9	12,8 / 23,2	11,5 / 51,6	10 / 4,81	9 / 5,59	9,1 / 8,43	8 / 1,98	8 / 2,42	8 / 3,19
300	2,0	13,5 / 13,4	12,7 / 17,3	11,0 / 28,6	10 / 4,37	10 / 5,43	9 / 6,82	8 / 1,87	8 / 2,25	7 / 2,51

Із аналізу цієї таблиці випливає, що різниця  $\Delta_{d,AB}$  змінюється в діапазоні від 0,06 мм до 15,5 мм. Вона має найбільші значення для  $p_{max} = 2,0$  Вт/(м  $^{\circ}$ C) і  $t_{fr,min} = 30$  хв, найменші – для  $p_{min} = 0,02$  Вт/(м  $^{\circ}$ C) і  $t_{fr,max} = 240$  хв. Значення цієї різниці суттєво залежить від  $p$  і  $t_{fr}$ , а її залежність від  $A_m/V$  і  $\theta_{cr}$  є малою. З підвищенням  $p$  різниця  $\Delta_{d,AB}$  монотонно збільшується, а з підвищенням  $t_{fr}$  вона зменшується. Так, з підвищенням  $p$  від 0,02 Вт/(м  $^{\circ}$ C) до 2,0 Вт/(м  $^{\circ}$ C) середнє значення різниці  $\Delta_{d,AB}$ , визначене для певної величини  $t_{fr}$ , збільшується: від 0,15 мм до 12,9 мм – для  $t_{fr,min} = 30$  хв; від 0,11 мм до 9,4 мм – для  $t_{fr,med} = 90$  хв; від 0,09 мм до 7,7 мм – для  $t_{fr,max} = 240$  хв (рис. 1а). Відносна різниця  $\delta_{d,AB}$  змінюється в діапазоні від 0,35 % до 51,6 %. Вона має найбільші значення для  $p_{max} = 2,0$  Вт/(м  $^{\circ}$ C) і  $t_{fr,min} = 30$  хв, найменші – для  $t_{fr,max} = 240$  хв. Значення цієї різниці, крім  $p$  і  $t_{fr}$ , також залежить від  $A_m/V$  і  $\theta_{cr}$ . Вона збільшується з підвищенням  $p$ ,  $\theta_{cr}$  і зменшується з підвищенням  $A_m/V$  і  $t_{fr}$ . Вплив  $p$  на цю різницю не такий значний, як на  $\Delta_{d,AB}$ . Так, для  $(A_m/V)_{med} = 150$  м $^{-1}$  і  $\theta_{cr,med} = 500$   $^{\circ}$ C з підвищенням  $p$  від 0,02 Вт/(м  $^{\circ}$ C) до 2,0 Вт/(м  $^{\circ}$ C) відносна різниця збільшується: від 14,6 % до 23,2 % – для  $t_{fr,min} = 30$  хв; від 2,35 % до 5,59 % – для  $t_{fr,med} = 90$  хв; від 0,76 % до 2,42 % – для  $t_{fr,max} = 240$  хв (рис. 1б). Також, як і  $t_{fr}$ , на відносну різницю суттєво впливають  $A_m/V$  і  $\theta_{cr}$ . Так, для  $t_{fr,min} = 30$  хв і  $\theta_{cr,min} = 350$   $^{\circ}$ C з підвищенням  $A_m/V$  з 40 м $^{-1}$  до 300 м $^{-1}$  різниця  $\delta_{d,AB}$  зменшується: від 38,6 % до 4,95 % – для  $p_{min} = 0,02$  Вт/(м  $^{\circ}$ C); від 39,5 % до 6,58 % – для  $p_{med} = 0,2$  Вт/(м  $^{\circ}$ C); від 43,8 % до 13,4 % – для  $p_{max} = 2,0$  Вт/(м  $^{\circ}$ C). Для  $t_{fr,min} = 30$  хв і  $(A_m/V)_{med} = 150$  м $^{-1}$  з підвищенням  $\theta_{cr}$  з 350  $^{\circ}$ C до 700  $^{\circ}$ C різниця  $\delta_{d,AB}$  збільшується: від 7,94 % до 44,8 % – для  $p_{min} = 0,02$  Вт/(м  $^{\circ}$ C); від 9,49 % до 46,1 % – для  $p_{med} = 0,2$  Вт/(м  $^{\circ}$ C); від 15,9 % до 51,6 % – для  $p_{max} = 2,0$  Вт/(м  $^{\circ}$ C). З підвищенням  $t_{fr}$  вплив  $A_m/V$  і  $\theta_{cr}$  на відносну різницю  $\delta_{d,AB}$  значно зменшується.

Проведеним дослідженням встановлено, що при застосованні для сталевих колон системи вогнезахисту з вогнезахисним екраном закономірним є зменшення необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття порівняно до системи вогнезахисту без екрана.



а)



б)

**Рисунок 1** – Залежність різниці  $\Delta_{d,AB}$  (а) і  $\delta_{d,AB}$  (б) від коефіцієнта теплопровідності  $\lambda_p$  для різних значень проміжку часу  $t_{fr}$

Визначено, що абсолютна різниця  $\Delta_{d,AB}$  і відносна різниця  $\delta_{d,AB}$  між значеннями необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття для сталевих колон з системами вогнезахисту із вогнезахисним екраном коробчастого профілю зі сталі завтовшки 0,5 мм і без нього змінюються в діапазонах від 0,06 мм до 15,5 мм і від 0,35 % до 51,6 %, відповідно. Ці різниці мають найбільші значення для  $\lambda_{p,max} = 2,0$  Вт/(м °C) і  $t_{fr,min} = 30$  хв, найменші – для  $t_{fr,max} = 240$  хв. Значення різниці  $\Delta_{d,AB}$  суттєво залежить від  $\lambda_p$  і  $t_{fr}$ , а її залежність від  $A_m/V$  і  $\theta_{cr}$  є малою. З підвищенням  $\lambda_p$  різниця  $\Delta_{d,AB}$  монотонно збільшується, а з підвищенням  $t_{fr}$  вона зменшується. Величина відносної різниці  $\delta_{d,AB}$ , крім  $\lambda_p$  і  $t_{fr}$ , також залежить від  $A_m/V$  і  $\theta_{cr}$ . Вона збільшується з підвищенням  $\lambda_p$ ,  $\theta_{cr}$  і зменшується з підвищенням  $A_m/V$  і  $t_{fr}$ .

### Література

1. EN 1993-1-2:2005 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design.
2. Novak S., Drizhd V., Dobrostan O. Thermal state of steel structures with a combined fire protection system under conditions of fire exposure. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 3/10 (105). P. 17–25.
3. Новак С.В., Дріжд В.Л., Добростан О.В., Новак М.С. Вплив теплофізичних властивостей вогнезахисних матеріалів на тепловий стан сталевих колон за стандартного температурного режиму. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2022. № 1 (13). С. 88–111.

УДК 614.841

**ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ РОБОТИ  
ДОСЛІДНО-ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У СИСТЕМІ  
ДСНС УКРАЇНИ****Бедратюк О.І.,  
Бабенко Д.М.****Інститут державного управління та наукових досліджень з  
цивільного захисту.**

Україна крок за кроком послідовно інтегрується до загальноєвропейської спільноти і розглядає поглиблення інтеграційних процесів як необхідну передумову створення системи глобальної безпеки із застосуванням європейських стандартів у всіх найважливіших суспільних сферах.

Так, в Європейському Союзі (далі – ЄС) розроблені і запроваджені ефективно діючі інструменти усунення бар'єрів на шляху вільного переміщення товарів і продукції. Серед них чільне місце займають директиви ЄС, зокрема Нового та Глобального підходу, які обмежують адміністративне втручання в господарську діяльність виробників, створюючи сприятливі умови господарюючим суб'єктам по виконанню ними своїх зобов'язань перед споживачами.

Процес вступу України в ЄС вимагає не лише узгодження законодавства, а також зміни в регуляторних системах, стандартах та методах оцінювання відповідності та їх гармонізації з системами, стандартами та методами ЄС.

В Україні у сфері технічного регулювання ця адаптація здійснюється за допомогою розроблення та впровадження технічних регламентів відповідно до директив ЄС. Слід зазначити, що в ЄС допускається розроблення технічних регламентів на основі інших керівних документів.

Головним регулятором щодо розробки і впровадження технічних регламентів є Мінекономрозвитку України на який, згідно з Законом України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» (далі – Закон), покладені відповідні повноваження, як центрального органу виконавчої влади з питань технічного регулювання (стаття 15 Закону) [1, 2].

Повноваження з розроблення технічних регламентів статтю 17 Закону закріплені за центральними органами виконавчої влади (далі – ЦОВВ) у сфері технічного регулювання. Постановою Кабінету Міністрів України від 13.03.2002 № 288 [3] затверджено ЦОВВ, які розробляють технічні регламенти та визначено сфери діяльності, в яких ці ЦОВВ виконують функції технічного регулювання. На ДСНС України покладено функції технічного регулювання щодо продукції протипожежного призначення.

Інститутом в рамках виконання функцій розроблено 2 проекти Технічних регламентів, а саме Технічний регламент засобів цивільного захисту та Технічний регламент аерозольних розпилювачів.

Крім цього, на засоби цивільного захисту поширюється дія ще 24-х технічних регламентів та нормативно-правових актів, які мають ознаки технічних регламентів. До цієї продукції відносяться зокрема і будівельні вироби.

В Україні основним нормативно-правовим актом, дія якого поширюється на будівельну продукцію, є Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку» [4]. Цей законодавчий акт розроблено на основі Регламенту (ЄС) № 305/2011 [5] (далі – CPR).

У CPR та нормативно-правовому акті України [6] визначено 35 категорій будівельної продукції, на яку поширюється дія європейського та українського технічних регламентів будівельної продукції.

З введенням в дію з 1 січня 2023 року вищезазначеного Закону, діяльність дослідно-випробувальних лабораторій ДСНС України (далі – ДВЛ) має бути спрямована на реалізацію нових підходів щодо випробувальної діяльності і оцінки відповідності.

На теперішній час документом, який підтверджує технічну компетентність ДВЛ є Свідоцтво або Атестат визнання вимірювальних можливостей ДВЛ відповідно до вимог ДСТУ ISO 10012:2005 [7]. Відповідність цьому стандарту засвідчує впровадження суб'єктом господарювання системи керування вимірюваннями з метою забезпечення метрологічних вимог замовника. Зазначений стандарт не призначено в якості заміни, або як доповнення до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 [8] чи будь-якого іншого стандарту, який регламентує діяльність лабораторії в сфері оцінки відповідності, а запропонована система оцінювання не поширюється на роботи, пов'язані з оцінкою відповідності продукції. Тобто, процес вимірювання не є тотальним процесу випробувань.

Водночас, підтвердження технічної компетентності ДВЛ незалежно третьою стороною є загально прийнята міжнародна практика акредитації лабораторій Національним органом з акредитації України (далі – НААУ).

НААУ проводить акредитацію відповідно до Закону України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» [9] з урахуванням вимог міжнародних та європейських стандартів з акредитації. Для ДВЛ цікавими для реалізації є акредитація за ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 (випробувальні лабораторії) та ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2019 [10] (органи інспектування).

Під час акредитації НААУ керується відповідними рекомендаціями міжнародних (ILAC та IAF) та регіональних (EA) організацій з акредитації.

Слід зазначити, що процес акредитації є досить тривалим у часі, потребує розуміння і прийняття рішення з боку вищого керівництва, залучення компетентних людських та фінансових ресурсів, придбання

дорого вартісного обладнання, навчання персоналу, розроблення і впровадження документації, оцінювання ризиків тощо.

Таким чином, новою реалією діяльності ДВЛ є їх акредитація, а основними технічними питаннями є визначення найбільш ефективних та затребуваних суспільством методів випробування продукції та цільова закупівля обладнання для їх реалізації.

### Література

1. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності»// Офіційний вісник України від 20.02.2015 — 2015 р., № 12, стор. 15, стаття 306, код акта 75683/2015.

2. Рудик Ю., Куць В. Ризики енергетичної безпеки в умовах впровадження в Україні оцінювання відповідності. *Współczesne problemy bezpieczeństwa państwa*. red. Olga Wasiuta, Przemysław Mazur. Stalowa Wola, 2017. S. 313–335.

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. N 1057 «Про визначення сфер діяльності, в яких центральні органи виконавчої влади та Служба безпеки України здійснюють функції технічного регулювання // Офіційний вісник України від 31.12.2015 — 2015 р., №102, стор. 76, стаття 3519, код акта 80001/2015.

4. Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку»// Офіційний вісник України від 31.12.2015 — 2015 р., №102, стор. 76, стаття 3519, код акта 80001/2015.

5. Regulation (EU) №305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. – OJ L 88, 04.04.2011

6. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку категорій будівельної продукції // Офіційний вісник України від 18.05.2021 — 2021 р., № 37, стор. 127, стаття 2216, код акта 104704/2021.

7. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання// Наказ Держспоживстандарту України від 25 липня 2005 р. No 187 з 2007-01-01.

8. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій// Наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 23 грудня 2019 р. No 483 з 2021–01–01.

9. Закон України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності»// Офіційний вісник України від 29.06.2001 — 2001 р., № 24, стор. 9, стаття 1056, код акта 19092/2001.

10. ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2019 Оцінка відповідності. Вимоги до роботи різних типів органів з інспектування// Наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості (ДП «УкрНДНЦ») від 21 грудня 2019 р. No 466 з 2021–01–01.



УДК 614.835

## **ТЕХНОГЕННА НЕБЕЗПЕКА РУДНИКІВ СТЕБНИЦЬКОГО ГІРНИЧО-ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА "ПОЛІМІНЕРАЛ"**

**Ференц Н.О.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Степаняк Ю.Б.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Розвиток господарського комплексу України відбувається в умовах нарощування техногенної дестабілізації геологічного середовища, наслідком якої є активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів. Серед природних загроз на території Львівської області найбільшу небезпеку мають зсувні процеси, ділянки відкритого карсту, комплексні гідрометеорологічні явища. Особливої уваги заслуговує стан техногенної безпеки гірничодобувного району Стебника [1].

Стебницьке державне гірничо-хімічне підприємство "Полімінерал" було сформоване у 1946 році на базі калійного родовища, багатого на унікальні поклади полімінеральних руд із запасами близько мільярда тонн. До 1939 р. в Стебнику щорічно добували кілька сотень тисяч тонн калійної руди, з 1946 р. її видобуток зріс до 1 млн. т. Загалом до 1988 року тут щороку видобували понад три мільйони тонн калійної руди. Загальна кількість видобутої руди з 1923 до 2001 р. становить 74 305 148 тонн [2].

До 1966 р. Стебницький калійний комбінат випускав лише сиромелений кайніт (без збагачення) з вмістом  $K_2O$  близько 10% та кухонну сіль. У 1966–1967 рр. побудовано хімічну збагачувальну фабрику, яка випускала калійно-магнієве мінеральне добриво (калімагнезію) з вмістом  $K_2O$  до 17–18%. Технологічну схему переробки калійно-магнієвих руд було розроблено у Всесоюзному науково-дослідному інституті галургії (Санкт-Петербург, Росія). Суть цієї технології полягала в розчиненні калійних соляних порід гарячою водою, осадженні нерозчинного глинистого залишку і відокремленні від осаду висвітленої висококонцентрованої ропи та кристалізації з неї калімагнезії. Проте полімінеральний склад калійних руд і високий вміст у них глинистого матеріалу (10–15%, іноді до 20%) значно ускладнювали технологію їх переробки. Практично ця технологія виявилася дуже недосконалою. У відходи потрапляли не тільки глинистий матеріал, недорозчинені полігаліт і галіт, а й ропи з високим вмістом хлористого натрію та калійно-магнієвих солей.

Видобуток руди на Стебницькому родовищі калійних солей здійснювався двома підземними рудниками загальною потужністю 4 млн.т в рік. Система розробки була камерно-підповерхова.

Видобування корисних копалин супроводжується процесами карстоутворення, найінтенсивніше такі процеси розвиваються в соляних

породах. Підсилений техногенним впливом карст відрізняється від природного більшою швидкістю розвитку та інтенсивністю проявлення, значними площами та глибиною поширення.

За останні роки на території гірничодобувного району Стебника спостерігається активізація поверхневого карсту, розвиток таких явищ як зсуви, обвали, осипи. Зокрема, поблизу села Модричі Дрогобицького району у руднику №2 Стебницького гірничо-хімічного підприємства "Полімінерал" 30 вересня 2017 року стався обвал карстової породи діаметром 200 метрів та глибиною 50 метрів (так званий – провал №27). Ще один обвал виник 15 березня 2020 року, як наслідок – утворилось велике провалля (№ 28). Глибина новоутвореної вирви становить близько 100 м, а площа – 7500 м<sup>2</sup>. Борти нового провалу дуже стрімкі – 60...65° і, як наслідок, схили продовжують обвалюватися. Відстань між вказаними провалами сягає 150м (рис.1).



**Рисунок 1** – Карстові провали на території гірничодобувного району Стебника

Карстові провали виникають над незакладеними камерами, з яких впродовж років добували калійну руду. Згідно з початковими проектами, видобуток руди здійснювався без закладки відпрацьованих порожнин. За роки роботи підприємства на декількох підземних горизонтах від 90 до 370 метрів утворилися порожнини об'ємом близько 33 млн. кубічних метрів і завдовжки десятки кілометрів. Порожнини розділені міжкамерними перегородками. Висота камер 40...60 м., ширина – 15...22 м., довжина – 30...150 метрів. Проникнення в шахти води призводить до розмивання перегородок і, як наслідок, до катастрофічного просідання земної поверхні і утворення провалів.

Карстовий провал №28 виник в межах гірничого відводу рудника №2 на пласті 10 Пд-Сх (частково під пластом №14), за напрямком основного потоку карстових вод з підрусового потоку р. Вишниця, з якого у рудник потрапляє 80% вод. Провал стався над незакладеними камерами пласта 10 Пд-Сх та спричинений проникненням агресивних вод в ці камери у період їх затоплення і розвитком соляного карсту.

Відстань від провалля до житлових будинків Стебника і до автодороги “Дрогобич – Трускавець” сягає 1000 м. Тобто на даний час безпосередньої загрози населення і комунікаціям немає.

Щороку зростає рівень затоплення рудника №2 Стебницького гірничо-хімічного підприємства "Полімінерал". Карстопровальні явища виникатимуть аж до повного затоплення рудника.

Таким чином, вироблені і незакладені гірничі виробки створюють загрозу техногенній безпеці Львівщини.

### **Література**

1. Ференц Н.О., Павлюк Ю.Е., Мелько В. М. (2013). Техногенна небезпека гірничих виробок калійних мінеральних добрив. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, (7), 192-202.
2. Дашко М. Дещо з минулого Стебника/ – Дрогобич.: “Вимір”, – 2001.

УДК 614.841.45

**УДОСКОНАЛЕННЯ ВИМОГ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ  
В РАМКАХ ЗАКОНУ УКРАЇНИ «ПРО НАДАННЯ БУДІВЕЛЬНОЇ  
ПРОДУКЦІЇ НА РИНКУ»**

**Балло Я.В.**, кандидат технічних наук,  
**Нікулін О.Ф.**, доктор технічних наук,  
**Уханський Р.В.**, кандидат технічних наук,  
**Інститут державного управління та наукових досліджень**  
**Яковчук Р.С.**, доктор технічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

У 2023 році вступає в силу Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку» як основоположного технічного регламенту для будівельної продукції, що вводиться в обіг або надається на ринку України. Даний Закон визначає основні правові та організаційні засади введення в обіг або надання будівельної продукції на ринку шляхом встановлення правил для виражених показників, пов'язаних із суттєвими експлуатаційними характеристиками такої продукції та зокрема будівель та споруд.

Відповідно до вимог статті 7 цього Закону в частині пожежної безпеки зазначено, що будівлі або споруди повинні бути запроектовані і побудовані таким чином, щоб у разі виникнення пожежі:

- протягом визначеного проміжку часу зберігалася несуча здатність конструкцій;
- було обмежено виникнення та поширення вогню і диму всередині будівлі чи споруди;
- було обмежено поширення вогню на сусідні будівлі і споруди;
- була забезпечена можливість евакуації людей або їх порятунок в інший спосіб;
- враховувалася безпека рятувальників.

Слід розуміти, що даний Закон [1] є логічним розвитком Закону «Про будівельні норми», який регулює відносини у сфері нормування у будівництві та визначає правові та організаційні засади розроблення, погодження, затвердження, реєстрації і застосування будівельних норм [2].

Закон [2] містить фактично ідентичні вимоги пожежної безпеки як і Закон [1], проте вимоги [3] більш детально роз'яснюють концепцію реалізації основної вимоги до виробів, будівель і споруд щодо забезпечення пожежної безпеки. Основна вимога пожежної безпеки в [1-2] регламентує, забезпечення обмеження поширення вогню і зберігалась несуча здатність конструкції протягом певного проміжку часу. Як правило, ця вимога сприймається як

обмеження утворення і поширення вогню та диму всередині приміщення де виникла пожежа або поза ним в межах поверху будівлі.

Норми [3] включають вимоги щодо виключення небезпеки поширення вогню і з одного протипожежного відсіку до іншого (мова йде, в тому числі, про вертикальні відсіки) через комунікаційні конструкції інженерних комунікацій, в порожнинах всередині фасадів тощо. Разом із тим, значна кількість пожеж поширюється між поверхами будівлі по її фасаду та в середину приміщення через руйнування конструкцій заповнення світлових прорізів, а саме вікон. Вимоги [3] передбачають, що поширення вогню з одного протипожежного відсіку в інший може відбуватись через зовнішні поверхні фасаду, проте вони не містять критерії, яких слід досягти за для виключення даної небезпеки.

Тобто, на сьогоднішній день, основоположні вимоги щодо запобігання поширення вогню по фасадам будівель не містять вимог та обмежень щодо основних чинників, які впливають на поширення вогню по фасадам. В дослідженнях [4-5] обґрунтовувалося, що до таких небезпечних чинників можуть відноситися розміри світлових прорізів, ширина простінків між вікнами суміжних поверхів, конструкції та матеріали фасадних систем тощо.

Як приклад, для фасадних систем може бути справедливий новий критерій наступного змісту: конструкція та матеріали фасадної системи повинна забезпечувати не поширення вогню з одного поверху на інший у продовж тривалості, яка відповідає значенню межі вогнестійкості огорожувальної конструкції.

Перевага такого формулювання вимоги полягає в тому, що проектувальник має змогу самостійно прийняти рішення щодо пожежобезпечного конструктивного виконання будівельної конструкції за допомогою параметричного підходу, а не розпорядчого. Тобто вимога містить кінцевий критерій, який слід досягти, а не визначає обмежений розпорядчий механізм, який має бути реалізований для виконання конкретної вимоги.

Як приклад, на сьогоднішній день будівельні норми [6] визначають, що для облицювання зовнішніх стін висотних будівель слід використовувати негорючі матеріали. Проте численні фасадні пожежі у висотних будівлях України демонструють, що, як приклад, при відсутності міжповерхових віконних простінків у зовнішніх стінах або протипожежних карнизів пожежа фактично вільно поширюється між поверхами навіть при виконанні конструктивно якісних негорючих фасадних систем.

Серед негативних аспектів даного підходу можна відзначити наявність ризиків під час реалізації даних вимог при відсутності методів проведення оцінки або прогнозування потенційних пожежних небезпек. На сьогоднішній день для перевірки відповідності характеристик будівельних виробів основній вимозі або встановленому рівню основної вимоги можуть застосовуватись різноманітні методи на основі узгоджених характеристик за умови, що жоден із цих методів не створює перешкод для використання виробу, який відповідає

технічним вимогам. Враховуючи, що в Україні на сьогоднішній день відсутні стандартизовані методи оцінювання або прогнозування обмеження поширення пожежі по фасадам будівель, реалізація такої методики в Україні є актуальною науковою задачею. Під час проведення такого дослідження та розробки методу оцінювання заходів з обмеження поширення фасадних пожеж доцільно вивчити Європейський досвід, зокрема такі стандартизовані методики як [7-8].

Таким чином, удосконалення існуючих підходів в частині забезпечення пожежної безпеки визначених в Законі України «Про надання будівельної продукції на ринку», дозволить підвищити рівень пожежної безпеки будівель та споруд різного функціонального призначення. Разом із цим, в разі введення нових критеріїв забезпечення обмеження поширення пожежі між поверхами по фасадам будівель слід розробити новий або адаптувати існуючі методи з оцінки обмеження поширення пожежі для забезпечення реалізації основної вимоги.

### Література

1. «Про надання будівельної продукції на ринку» : Закон України від 09.06.2022 р. № 2254-IX. Відомості Верховної Ради України. 2021. 2 квіт.
2. «Про будівельні норми» : Закон України від 17.02.2011 р. № 1704-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1704-17#Text>.
3. ДБН В.1.2-7-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Чинний від 2008-10-01. Вид. офіц. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2008. 31 с.
4. Р.С. Яковчук FDS моделювання ефективності протипожежних карнизів на запобігання поширенню пожежі фасадними конструкціями висотних будівель Я.В. Балло, А.Д. Кузик, О.І. Кагітін, В.М. Ковальчук/ Вісник «Пожежна безпека» ЛДУБЖД – №40, 2022, с 5-15.
5. Балло Я.В., Критерії оцінювання впливу висхідного теплового потоку на поширення пожежі по фасадним системам / Сізіков О.О., Ніжник В.В., Жихарєв О.П / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2022. С – 6-7.
6. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство України, 2019. 53 с.
7. Van Hees P., Semi-natural fire test for façades and curtain walling systems, SP AR 2000:39, SP Technical Research Institute of Sweden, 2000.
8. BS 8414-1:2015 Fire performance of external cladding systems. Test method for non-loadbearing external cladding systems applied to the masonry face of a building. BSI, 2015. 20 p.

УДК 614.87

## **ЧИННИКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ РІКИ ЗАХІДНИЙ БУГ**

**Тиндик О.С.,**

**Піндер В.Ф.,** кандидат технічних наук,

**Попович В.В.,** доктор технічних наук, професор

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Функціонування Львівсько-Волинського вугільного басейну призвело до численних негативних змін в флорі, фауні, атмосфері, гідросфері, біосфері, а також спричинило значний вплив на життя і здоров'я людей України та Польщі, на кордоні з якою він знаходиться. До складу басейну входять три гірничопромислові райони – Червоноградський, Нововолинський та Південно-Західний, розробка яких почалася в 60-х роках ХХ століття. Оскільки першим освоєно Червоноградський гірничопромисловий район, то на його териконах зосереджено найбільшу кількість породи. Однією із найбільших шахт району є «Надія», об'єм терикону якої становить 2869,4 тис. м<sup>3</sup> [1]. Згубним чинником вугледобування є також, безумовно, породні відвали. Вивчення вмісту важких металів у породі відвалів вугільних шахт є актуальним питанням сьогодення, оскільки результати таких досліджень є складовою моніторингу екологічної безпеки гірничодобувних регіонів.

Одними із найбільших забруднювачів атмосферного повітря в межах Сокальського адміністративного району та Червоноградського промислового району є підприємства гірничої промисловості, які входять до складу державного підприємства “Львіввугілля” та ПАТ «Львівська вугільна компанія» (Центральна збагачувальна фабрика «Червоноградська»). Загальна кількість викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря підприємствами ДП “Львіввугілля” коливається в межах 6,3-7,1 тисяч тон на рік, в тому числі за інградентами: двоокис сірки - 3,9-4,1 тисяч тон; двоокис азоту - 0,7-0,9 тисяч тон; окис вуглецю - 1,0-1,2 тисяч тон; тверді речовини - 0,7-0,9 тисяч тон [2, 3].

Вугледобування спричиняє незворотні зміни в довкіллі та біосфері. Чинники впливу на екологічну безпеку та організм людини наслідків вугледобування є предметом досліджень та обговорень багатьох наукових форумів та організацій. На Конференції ООН з питань зміни клімату, яка відбулася восени 2021 року в Глазго (COP26) світовими лідерами та учасниками було прийнято рішення про поступову відмову від вугільної енергетики і поетапного субсидування викопного палива. Україна на COP26 зобов'язалася закрити державні вугільні електростанції до 2035 року, скоротити викиди метану на 30% до 2030 року та зупинити знеліснення.

У статті О. Савицького – експерта з кліматичної та енергетичної політики Української Кліматичної Мережі відзначено, що на конференції також вперше прозвучали пропозиції щодо відмови від вугілля і про припинення надання державних субсидій на викопне паливо. Відповідні формулювання хоч і були пом'якшені, але збереглися у підсумковому тексті рішення COP26. Перед та під час COP26 провідні світові компанії, міста, регіони, фінансові, наукові та освітні установи підтримали ініціативу ООН "Race to zero" та заявили про мобілізацію своїх ресурсів для рішучих та негайних заходів для скорочення глобальних викидів парникових газів вдвічі до 2030 року та створення більш здорового, справедливого та безпечного світу. Глобальна кампанія ООН "Race to Zero" закликає підприємства, міста, регіони та інвесторів взяти на себе зобов'язання досягти нульових викидів не пізніше 2050 року. Як повідомляється, загалом до кампанії приєдналися 733 міста, 31 регіон, 3067 підприємств, 173 інвестори та 622 вищі навчальні заклади, а також 120 країн. Понад 450 приватних компаній з 45 країн зобов'язались забезпечити фінансування приблизно в 100 трильйонів доларів інвестицій до 2030 року для декарбонізації світової економіки [4].

Географічне розташування Львівсько-Волинського вугільного басейну відповідає зоні Малоого Полісся, на клімат якого мають вплив повітряні маси Атлантики. Клімат району відноситься до атлантично-континентального типу. Вегетаційний період триває приблизно 210 днів (рис. 1).



**Рисунок 1** – Кількість ясних і похмурих днів за загальною та нижньою хмарністю (за даними «Укргідрометцентру» на станції Рава-Руська з 1899 року)



Кількість опадів - значна, близько 700 мм в рік (в Острозі - 630 мм, Бродях - 742 мм, Раві-Руській - 718 мм) (рис. 2).



**Рисунок 2** – Середня місячна і максимальна кількість опадів (мм) з поправками на змочування (за даними «Укргідрометцентру» на станції Рава-Руська з 1899 року)

Найбільшою водною артерією вугільного басейну є ріка Західний Буг, яка є об'єктом досліджень багатьох науковців, оскільки насичується небезпечними речовинами та сполуками, а також зворотними водами вугледобувних об'єктів. На сьогодні перспективним напрямом запобігання виникнення небезпечної екологічної ситуації є моніторинг породних відвалів, їх фітомеліорація та рекультивация.

### Література

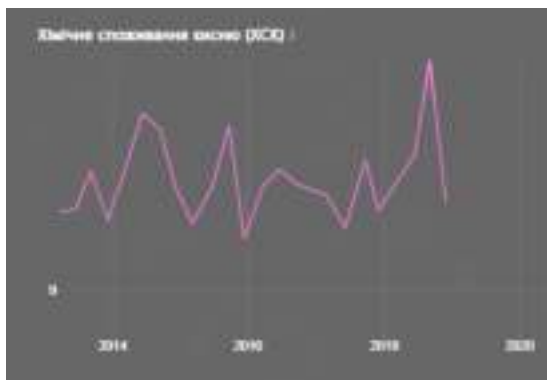
1. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Dudyn R. (2020). Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical. 2, 440. 48-54. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>
2. Офіційний сайт Сокольської РДА. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://sokal-rda.gov.ua/main.html>
3. Попович В. В. (2009). Вплив кліматичних умов на розвиток рослинності техногенних ландшафтів Малоого Полісся у зимовий період. Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. 19.5. 37-42.
4. Савицький О. (2021). Кліматичні переговори ООН у Глазго дають старт новій промисловій революції. Економічна правда. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/columns/2021/11/19/679928/>

УДК 614.87

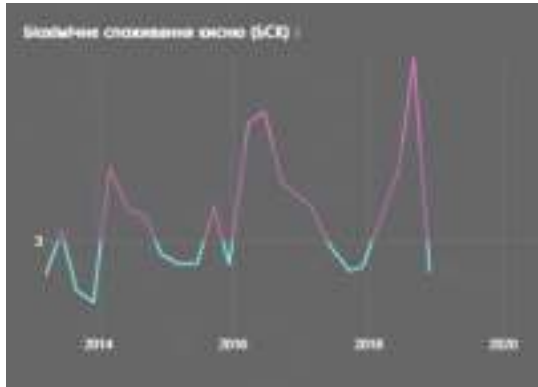
**ЧИННИКИ ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ РІКИ СТИР****Копилов В.П.,****Попович В.В.,** доктор технічних наук, професор**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Ріка Стир займає важливе місце в водному режимі Рівненської атомної електростанції (Хрінницьке водосховище), а також є приймачем стічних вод від трьох цукрових заводів. Екологічну нішу водного середовища забезпечують добре розвинуті лугово-болотні заплави, а також фітомаса вищої водної рослинності [1]. Довжина ріки – 494 км. Стир бере початок з численних джерел, які виходять на поверхню в сильно заболоченій балці, розташованій біля невеликого села Видри, що у Бродівському районі Львівської області, на висоті 257 м над рівнем моря [2]. Зниження дебалансових вод з Рівненської АЕС може служити причиною посилення фонові власної активності тритію у водах р. Стир. У результаті роботи станції нижче точки скидання РАЭС зафіксовано помітне підвищення фонових значень для тритію (11,4 Бк/л) [3]. Протягом 2010 року вміст тритію у воді нар. Стир до АЕС (с. Маневичі) та у контрольному створі після АЕС (с. Сопачів) рееструвався на рівні нижче 42,0 Бк/л [4]. Об'єм скидання не очищених зворотних вод у ріку Стир в межах м. Луцьк за останні три роки має тенденцію до зниження: у 2018 році – 427 тис. м<sup>3</sup>; 2019 – 424,9 тис. м<sup>3</sup>; 2020 – 423 тис. м<sup>3</sup>.

Хімічне споживання кисню та біологічне споживання кисню води р. Стир за останні роки має тенденцію до зростання. На рисунку 1 наведено дані щодо ХСК та БСК за даними [5] у с. Вербень (кордон Рівненської і Волинської областей).



а)



б)

**Рисунок 1** – Хімічне споживання кисню а) та біологічне споживання кисню води б) р. Стир ( $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$ )

На якість води р. Стир у створі вище міста мають вплив забруднення, що потрапляють з р. Іква ЖКП «Млинівське» та ДКП «Дубнівське», а також стічні води, що переносяться з Львівської області – КП «Радехівське ВКГ» (через р. Острівка) та КП «Бродиводоканал» (через р. Бовдурка). Якість води у створі нижче міста зазнає впливу стічних вод КП «Луцькводоканал». Кисневий режим річки задовільний і порівняно з попереднім роком суттєвих змін не зазнав. В даному пункті спостережень в 2017 році зафіксовано 4 випадки високого забруднення води: у створі вище міста азотом амонійним (14,3 ГДК) в жовтні та іонами марганцю (12,6 ГДК) в квітні; у створі нижче міста азотом амонійним (13,8 ГДК) в лютому та іонами марганцю (15 ГДК) в квітні [6]. За даними [5] нами виявлено динаміку щодо накопичення забруднюючих речовин у воді ріки Стир, а також встановлено, що найбільший скид зворотних вод у м. Луцьк має комунальне підприємство «Луцькводоканал» (0,428 млн  $\text{м}^3$ ). Очисні споруди КП «Луцькводоканал» розташовані на північному заході від межі міста на землях Ківерцівського району поблизу с. Липляни і займають площу 40,1 га. Установлена виробнича потужність системи каналізації 160,0 тис.  $\text{м}^3/\text{добу}$ . Очистка – механічна та біологічна з доочищенням у біоставках (8,64 га) з послідовним випуском очищених стічних вод у р. Стир. Одним із найбільш ефективних біологічних засобів очищення води є системи біоплато. Про системи біоплато наведено результати досліджень у роботах [7, 8], які пропонувалося запровадити в Нововолинському гірничодобувному регіоні, який має значний техногенний вплив на гідрографічну мережу регіону.

Таким чином, проаналізувавши дані наукових джерел та інформаційних систем можна зробити висновок, що основним чинником техногенної

небезпеки ріки Стир є радіоактивне та хімічне забруднення води внаслідок експлуатації таких об'єктів підвищеної небезпеки як Рівненська АЕС, «Луцькводоканал», ЖКП «Млинівське» та ДКП «Дубнівське», а також стічні води, що переносяться з Львівської області – КП «Радохівське ВКГ» (через р. Острівка) та КП «Бродиводоканал». Для подолання негативних техногенно небезпечних наслідків забруднення річкових басейнів необхідно ефективно здійснювати екологічну політику, яка передбачає збереження природних прісних водойм усіма ефективними методами і засобами.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Ганущак М. М. (2012). Гідрохімічні особливості формування стоку р. Стир. Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Фізична і конструктивна географія. 9 (234). 3-10.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2020 році. (2021). Львів. 323 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mep.gov.ua/files/docs/EkoMonitoring/2021/regional/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%20%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%8C%20%D0%B7%D0%B0%202020%20%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C.pdf>
3. Жегуліна Ю. М., Коваленко Г. Д. (2015). Оцінка впливу Рівненської АЕС на радіоекологічний стан ріки Стир у транскордонному контексті. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. 43. 184-189.
4. Звіт про стан радіаційної безпеки та радіаційного захисту на АЕС ДП НАЕК «Енергоатом» у 2010 р. Київ, 2011. 43.
5. Чиста вода. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://texty.org.ua/water/>
6. Екологічний паспорт м. Луцька. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-mlucka/>
7. Popovych, V., Stepova, K., Voloshchyshyn, A., Bosak, P. (2019). Physico-chemical properties of soils in Lviv Volyn coal basin area. E3S Web of Conferences 105, 02002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502002>
8. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Dudyn R. (2020). Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical.2, №440. 48-54. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>

УДК 614. 841.2

## **ОСНОВНІ ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОБ'ЄКТАХ ІЗ МАСОВИМ ПЕРЕБУВАННЯМ ЛЮДЕЙ**

**Батюк В.Т.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Анотація. Метою виявлення причин пожеж у місцях із масовим перебуванням людей було визначено основні вимоги пожежної безпеки, а саме деталі на які потрібно звернути увагу адміністрації об'єктів, первинні засоби пожежогасіння та забезпечення надійного протипожежного захисту. Експериментальні дослідження проводились за власною методикою .

Ключові слова : вимоги, пожежна безпека, засоби пожежогасіння, об'єкти із масовим перебуванням людей

Відповідно до аналізу даних статистики пожеж у місцях із масовим перебуванням людей, Кабінет Міністрів України доручив Міністерству внутрішніх справ України з 28 березня поточного року, Державній службі з надзвичайних ситуацій, разом з іншими органами влади, провести загальну перевірку пожежної безпеки торговельних центрів, культурно-видовищних, освітніх закладів та інших місць масового перебування людей через можливість обстрілів.

Основні порушення, що можуть створити загрозу життю та здоров'ю людей у разі пожежі є:

- відсутність первинних засобів пожежогасіння;
- недостатня кількість та загроза обвалу евакуаційних шляхів і виходів, що може ускладнити рух людей до безпечного місця перебування;
- відсутність або несправність систем протипожежного захисту, які оповіщення про пожежу завчасно та обмеження поширення вогню.



**Рисунок 1** – Основні причини пожеж у місцях з масовим перебуванням людей

Для того, щоб забезпечити надійний протипожежний захист потрібно контролювати використання електротехнічного, інженерного обладнання та засобів зв'язку також дотримуватись вимог пожежної безпеки під час проведення вогневих та будівельно-монтажних робіт, а також розбір завалів;

Проводити плановані перевірки на наявність об'єктів первинних засобів пожежогасіння та системами протипожежного захисту.

На що повинні в першу чергу звернути увагу адміністрації об'єктів із масовим перебуванням людей.

Вимоги до території:

Територія біля будівлі повинна бути чистою та прибраною, а сміття вивезеним також забороняється на території влаштовувати горючі звалища.

Протипожежні відстані між будинками, спорудами, відкритими майданчиками для зберігання матеріалів, устаткування забороняється захарашувати, використовувати для складування матеріалів, устаткування, стоянок транспорту, будівництва та встановлення тимчасових будинків і споруд, індивідуальних гаражів.

У наскрізних проїздах будівель стоянка транспорту повинна бути на відстані менше 10 м від в'їзних воріт на територію об'єктів, менше 5 м від пожежних гідрантів, забірних пристроїв водних джерел, пожежного обладнання та інвентарю забороняється.

Об'єкти із масовим перебуванням людей, будинки, а також споруди, приміщення мають забезпечуватись знаками безпеки відповідно до ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір» та ГОСТ 12.4.026-76 «ССБТ. Кольори сигнальні і знаки безпеки».

На видних місцях біля телефонів необхідно вивісити таблички із зазначенням номера телефону для виклику пожежно-рятувальних підрозділів.

Необхідно на видному місці розмістити плани евакуації людей на випадок пожежі чи ракетного вибуху, а також інструкцію з пожежної безпеки. Інструкція визначає дії персоналу для безпечної та швидкої евакуації людей. Для об'єктів з перебуванням людей уночі інструкція повинна також передбачати дії персоналу у нічний час.

Усі меблі і обладнання повинні розміщуватись таким чином, щоб вони не перешкоджало евакуації людей.

Будівлі та приміщення із масовим перебуванням людей повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння, а саме:

- вогнегасниками,
- ящиками з піском,
- бочками з водою,
- покривалами з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини,
- пожежними відрами,

- совковими лопатами,
- пожежним інструментом, які використовуються для локалізації і ліквідації пожеж у їх початковій стадії розви

Місця встановлення вогнегасників повинні бути легкодоступними та помітними, але необхідно забезпечити захист вогнегасників від прямих сонячних променів та приладів опалювання.

Пожежні щити, інструмент для розбору завалів, вогнегасники в місцях встановлення не повинні ставати перешкодами для евакуації людей чи роботи пожежних.

Об'єкти з масовим перебуванням людей повинні бути обладнані системами протипожежного захисту, а також установками пожежної сигналізації, автоматичними системами пожежогасіння та системами оповіщення.

У разі виникнення пожежі, обстрілу чи іншої надзвичайної ситуації евакуація відвідувачів та персоналу повинні керуватися планами евакуаційних шляхів та виходів.

Недотримання вимог до утримання евакуаційних шляхів і виходів у робочому стані може призвести до збільшення часу евакуації людей та нещасних випадків. Тому, у комплексі протипожежних заходів особлива увага має приділятися стану евакуаційних шляхів і виходів, підготовці чіткого плану евакуації.

Кількість та розміри евакуаційних виходів і з коридорів на сходові клітки, а також ширину маршів сходів, інші вимоги до шляхів евакуації варто приймати згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» та ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди. Основні положення», іншими будівельними нормами за видами будинків та споруд.

На кожну людину варто розрахувати не менше 0,2 м<sup>2</sup> площі шляху евакуації, враховуючи масове перебування людей.

Найчастіше загоряння виникають через надмірне користування на об'єктах електроприладами, електропроводкою, яка перебуває в незадовільному стані та порушує правила експлуатації електронагрівальних приладів.

Часто загоряння кабелів та дротів трапляється через перегрів від коротких замикань між жилами кабелів. Короткі замикання спричиняє неправильну експлуатацію електроустановок та пошкодження ізоляції. Через нагрівання та іскріння струмопровідних частин до високої температури може спричинити займання ізоляції провідників та горючих будівельних конструкцій, які розташовані поряд. Перевантаження можуть виникнути при підключенні до мережі додаткових споживачів.. Іскріння, яке виникає при цьому, також може ініціювати пожежу. Для того, щоб запобігти пожежі від

великих перехідних опорів, кабелі з'єднують скручуванням жил, а потім вже спаюють їх оловом без застосування кислоти.

Замірювання опору ізоляції і перевірка спрацювання приладів захисту електричних мереж та електроустановок від короткого замикання мають проводитися один раз на два роки, якщо інші терміни не обумовлені ПТЕ (наказ Міністерства палива та енергетики України «Про затвердження Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» від 25 липня 2006 р. № 258).

Всі працівники зобов'язані вміти користуватися засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) у випадку задимлення через вибух та знати первинні засоби пожежогасіння.

Для всіх працівників охорони повинні бути розроблені спеціальні інструкції, в яких вказані їх обов'язки щодо дотриманням протипожежного режиму, огляду всієї території, порядок дій в разі виявлення пожежі та вибуху, спрацювання систем протипожежного захисту. Також вони повинні мати список посадових осіб об'єкта із вказаним їх місцем проживання, службових та мобільних телефонів.

### **Література**

1. ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір»
2. ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди. Основні положення»



## СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

УДК 614.84

### STUDY OF CHANGES IN THE MICROSTRUCTURE OF COPPER UNDER THE INFLUENCE OF SHORT CIRCUITS AND FLAME TEMPERATURE REGIMES

Nazarovets O.B.<sup>1</sup>,  
Mykhalichko B.M.<sup>1</sup>,  
Vasyl' Gudym<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Lviv National University of Nature Management, Dubliany, Ukraine

Studying the relationship between the microstructure and properties of metals and their alloys exposed to high temperatures and an oxidizing environment is of great importance not only for solving various engineering problems [1], but also for the development of modern fire protection technologies in many industries [2, 3]. In addition, from the point of view of ensuring fire safety, this kind of research is of particular interest, since information on the microstructure of copper wires removed from a burned-out object can be very useful in determining the true causes of fires.

Analysis of the causes of fires shows that fires often occur due to malfunctions in electrical wiring. Practice shows that malfunctions of electrical equipment often occur due to current overload, short circuit and increased resistance of electrical contacts. In order to minimize accidental fires, it is necessary to take timely measures to ensure fire safety. To do this, it is necessary to carefully find out the exact causes of the fire. To find out these reasons, the authors [4] conducted a large number of theoretical and experimental studies. It is shown that the most effective way to study the causes of the fire is a thorough study of the removed electrical wiring, in particular, a study of the microstructure of the copper current-conducting elements of the wiring.

The heat generated by short circuit currents can produce various temperature modes [2, 3] (Table). Studies have shown that copper wires of wiring often melt at high current loads, since under the impact of short circuits the melting point of copper (1083.4°C) is instantly reached. A short circuit can also cause wire breaking due to an occurrence of an electric arc, which, in turn, results in boiling of copper (the boiling point of copper is 2567°C) after which

the ends of the broken wire are fused. In certain cases, the current density can reach a value of  $60 \text{ A} \cdot \text{mm}^2$ , which exceeds the nominal current value by more than 10 times. The calculations showed that the short circuit currents that occur in the copper wires can reach values from 80 to 200 A at a current density of  $30\text{--}60 \text{ A} \cdot \text{mm}^2$ .

**Table** Temperature modes of different current loads

I, A	T, °C	
	$S_{\text{cross-section}} = 2,5 \text{ mm}^2$	$S_{\text{cross-section}} = 4,0 \text{ mm}^2$
50	191	98
100	703	331
150	1557	720
200	–	1260

*Note:* Calculations were carried out for a copper wire with a current load time of 200 s.

The temperature characteristics of fires can vary greatly. The flame temperature of such fires varies from  $800^\circ\text{C}$  to  $1100^\circ\text{C}$ , depending on the flame zone [2]. In the oxidation zone, the temperature is the highest (about  $1100^\circ\text{C}$ ), while the temperature in the luminous zone is slightly lower (about  $800^\circ\text{C}$ ) due to the scattering of heat energy and heated combustion products into the environment. It is not excluded that the copper wires of the electrical system may even melt under the influence of an open flame.

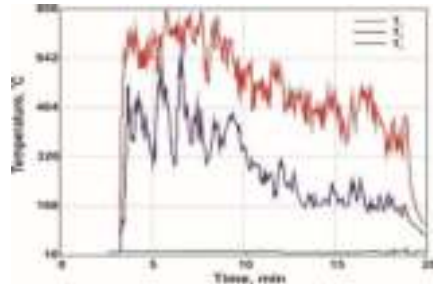
Obviously the said flame temperature modes will also facilitate a change in the microstructure of copper wires. To confirm it, we carried out a series of open-flame experiments, for this a seat of fire was prepared (Figure 1).

The test samples of both the original copper wires (previously not exposed to any impact) and the wires that had previously been exposed to a short circuit are placed above the flame.

The flame temperature in the area of the copper wires was measured by thermocouples, the signals from which were transmitted to the personal computer. The experimental dependence of changes in the temperature modes of the flame on time is shown in Figure 2.

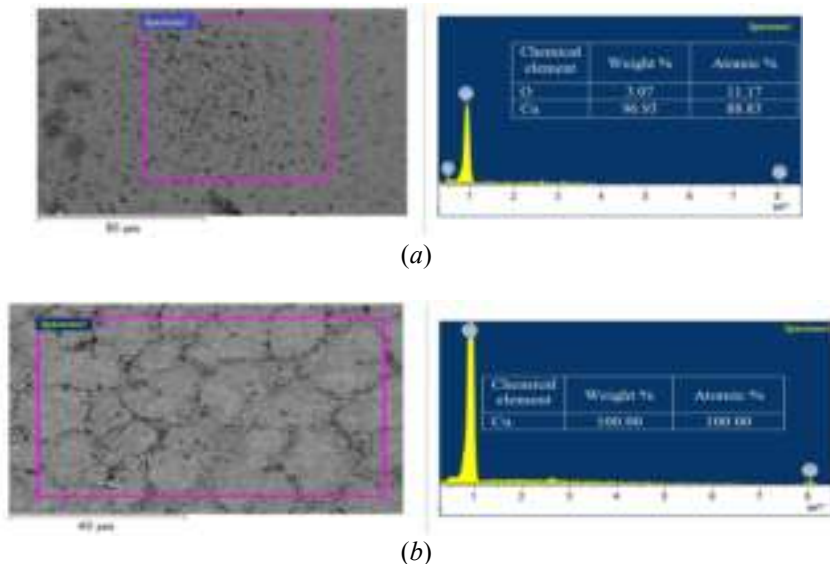


**Figure 1** – An experimental installation for testing copper wires with an open flame



**Figure 2** – Flame temperature modes versus time:  $T_1$ – temperature near copper wires;  $T_2$  – ambient temperature;  $T_3$  – temperature over flame

The image of the microstructures of the original copper wire samples visualized by SEM and EDX results is shown in Figure 3. On the SEM image of the crosswise microsection (Figure 3(a)) rounded grains of almost the same size (average linear intercept (L) is  $\sim 15\text{--}20\ \mu\text{m}$ , equivalent ASTM grain-size number (G) is no. 8 [4]) are barely noticeable. However, grains in lengthwise microsection already are clearly visible (Figure 3(b)); furthermore, these have a slightly elongated shape oriented in the direction of wire drawing. In certain parts of the surface of lengthwise microsections, there are grains whose sizes ( $L = \sim 30\ \mu\text{m}$ ,  $G = \text{no. } 7\text{--}6$ ) exceed the average size of most grains.



**Figure 3** – SEM images showing the areas where the EDX analysis was applied on samples of the original copper wire: **(a)** crosswise microsection, **(b)** lengthwise microsection (the arrow indicates the direction of wire drawing). To the right of the SEM images, the relative signals of copper and oxygen are shown

For the completeness of the experiment, three fire development scenarios were considered. The first - melting of conductors occurred as a result of short-circuit currents. The second - melting formed under the action of an open flame. The third – there was a complex action of current and open flame.

After short circuit impact, local spherical formations (beads), indicating fast crystallization of once melted parts of the copper wire, are found out in the SEM image. Such beads along with pits were discovered on surfaces of both crosswise and lengthwise microsections. It should be noted that due to a short circuit, these formations are localized in places where an electric arc was formed, which caused copper to boil.

When exposed to an open flame, the fine-grained microstructure of the original copper wire turns into coarse-grained. In this case, the linear sizes of the grain increase by about 10 times. Apparently, grain growth results from the diffusion phenomena which accelerate with an increase in temperature. This applies equally to the crosswise and to the lengthwise microsections.

It is very interesting to see the microstructure of copper wires, which, before these were in an open flame, were affected to a short circuit. In this case, the fine-grained microstructure with local spherical inclusions (beads and pits) turns into a special coarse-grained microstructure in which the boundaries of oxidized grains are clearly observed.

Although the linear sizes of the grains formed in the second and third fire scenarios are almost identical, nevertheless the flame produced with the third fire scenario mode is able to more effectively oxidize the grains on their boundaries.

The copper wire samples that were exposed to short circuits and different temperature modes of the flame, were explored by a scanning electron microscope equipped with an EDX spectrometer. This allowed to study the effect of various external factors on the change in the microstructure of copper wires. It was found that when exposed to open flames, the fine-grained microstructure inherent in the original copper wire turns into coarse-grained. During the short circuit, local spherical formations (beads and pits) appear on the surface of the copper wire, resulting from the instant boiling of copper caused by the electric arc. The effect of an open flame on copper wires that have previously been undergone short circuit impact results in the fact that their fine-grained microstructure containing local spherical inclusions turns into a kind of coarse-grained microstructure with oxidized grains on their boundaries.

The information obtained from studying the microstructure of copper wires taken from a burned-out object can be very useful in solving problems related to determining the true causes of fires.

### **References**

1. Zhang J, Huang L, Chen T, Su G. Simulation based analysis of electrical fire risks caused by poor electric contact between plug and receptacle. *Fire Safety Journal* 2021; 126: 103434.
2. Gudym V., Yurkiv B., Nazarovets O. Mathematical modeling of heating processes in conductors of internal electrical networks in housing and public building. *Fire Safety* 2015; 26: 59-64.
3. Gudym V., Karbonichek M., Nazarovets O. Analysis of microstructure of copper cable-conductor wires of electric networks which were in fire environment. *Fire Safety* 2012; 20: 144-149.
4. Gudym V., Mychalichko B., Nazarovets O., Gavryliuk A. The effect of short circuits and flame temperature modes on the change in the microstructure of copper in automotive wiring. *Engineering Failure Analysis* 136 (2022) 106198.

УДК 614.84; 621.31

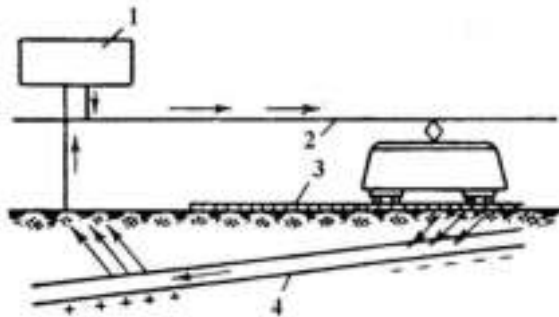
## **АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ БЛУКАЮЧИХ СТРУМІВ**

**Назаровець О. Б.,** кандидат технічних наук, доцент,  
**Сніжко Д. Р.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Озираючись навколо ми бачимо, що електрика є скрізь – вдома, школах, лікарнях, офісах, магазинах, тощо. Наше життя неможливо зараз уявити без електрифікованих об'єктів. Земля є провідником, а всі об'єкти, які знаходяться на її поверхні або під нею, володіють певним видом зв'язку. Щоб виник електричний струм потрібна різниця потенціалів між двома точками провідника. Для блукаючих струмів провідником є також Земля.

Блукаючі струми – це вид направленого руху заряджених частинок, виникнення яких відбувається в землі, коли вона виступає в якості провідника або виникають струми витікання в землю із заземлених електричних пристроїв. Основною небезпекою цього явища є розвиток корозії тих металевих приладів, які знаходяться під землею або хоча б частково з нею стикаються [1, 2]. Блукаючі струми виникають в результаті неякісної електроізоляції при прокладанні рейок електричних залізничних і трамвайних колій, неправильному встановленні акумуляторних батарей, несправності силових і освітлювальних кабелів. На рисунку 1 наведена схема корозії блукаючими струмами підземного трубопроводу. Як бачимо, корозія відбувається на анодній ділянці, тобто у місця виходу струму з труби у ґрунт. Швидкість корозії пропорційна густині струму, який проникає у ґрунт. В середньому струм силою 1 А розчиняє протягом року до 7 кг металу [3].



**Рисунок 1** – Схема корозії струмами витікання:

1- тягова підстанція; 2- контактний провід; 3- рейки; 4- підземна споруда.

Блукаючі струми, що виникають при роботі електричних залізничних доріг і трамвая поширюються на великі відстані. Чим менший питомий опір землі, тим легше і в більшій кількості блукаючі струми розтікаються з місць, де неможливо створити повноцінний електроізолюючий насип між землею і колією, або там, де пошкоджено електричний контакт між рейками колії. Найчастіше виникають із-за різних аномалій ґрунтів з низьким питомим опором, що залягають нижче. В місті поширенню блукаючих струмів сприяє густа мережа підземних металевих комунікацій різного призначення (газопроводів, теплопроводів, кабелів зв'язку та енергетики), оскільки такі металеві споруди завдяки своєму низькому опору, порівняно з ґрунтом, відіграють роль колекторів струму, провокуючи вихід струмів у землю. Ділянка рейкового шляху, на якому знаходиться електровоз, має позитивний потенціал по відношенню до навколишньої землі, а ділянку в районі підключення витягаючої лінії тягової підстанції – негативний. Так як на ділянці між двома тяговими підстанціями може перебувати кілька електровозів, то в залежності від їх розташування та величини тягового струму потенціали окремих ділянок рейкової колії будуть змінюватися як за величиною, так і за знаком. Тому з вищенаведеного можна зробити висновок, що, в моменти, коли рейки мають позитивний потенціал щодо землі, в результаті витіку струмів відбувається корозія, яка призводить до передчасного зносу рейок і елементів їх кріплення. Якщо ще врахувати, що майже завжди біля рейкових шляхів перетинається велика кількість підземних металевих комунікацій різного призначення, то можливо, що частина блукаючих струмів на окремих ділянках (катодних зонах) затікає в ці комунікації, а потім витікає з них на інших ділянках (анодних зонах). Це призводить до руйнування підземної комунікації внаслідок виходу з неї іонів металу [4].

Що стосується багатоквартирного будинку, то блукаючий струм виникає в несучих будівельних конструкціях через те, що між заземлюючими елементами в різних частинах будівлі утворюється різниця потенціалів, яка призводить до корозії будівельних конструкцій будинку [1, 2]. Внаслідок цього збільшується пожежна безпека житлового будинку. Характеристикою вогнестійкості конструкції є межа вогнестійкості, це час від початку вогневого випробування за стандартним та/або додатковими, альтернативними температурними режимами до настання для даної конструкції одного з граничних станів з вогнестійкості: несуча здатність; цілісність; тепло ізолювальна здатність. Внаслідок корозії несуча здатність та стійкість несучих будівельних конструкцій будинку під час пожежі не забезпечить: безпеку людей на час їх перебування всередині будівлі, врахування безпеки пожежно-рятувальних підрозділів, опір руйнуванню будинку, здатність будівельної продукції, яка має відношення до пожежної безпеки, виконувати свої функції упродовж

необхідного проміжку часу. Також дуже багато газопроводів в Україні знаходяться в небезпечних зонах впливу блукаючих струмів та активних корозійних зон при перетині металевими трубами будівельних конструкцій будівель. Це обумовлено появою малих витоків газів з трубопроводів, що призводить до утворення газоповітряної суміші та вибуху, в результаті якого є небезпека для людського життя та розвиток пожежі.

Заходи для запобігання корозії металу блукаючими струмами: зменшення кількості точок, які створюють можливість витікання струму в ґрунт; зменшення струмів витікання, тобто збільшення перехідного опору між струмопровідними пристроями і землею; покращення якості електроізоляційного захисту підземної споруди; влаштування дренажного захисту і використання установок катодного захисту.

Таким чином, блукаючі струми дуже поширені в повсякденному житті людини. Щоб уникати їх неприємного впливу, необхідно дуже ретельно підходити до заземлення всіх металевих конструкцій в будинку, особливо з урахуванням того, що частина труб зараз замінюється на металопластикові.

### **Література**

1. The leading information and knowledge resource on fire, electrical and related hazards // NFPA.org. URL:

<https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools/US-Fire-Problem>

2. Блукаючі струми: характеристика, сутність, захист. URL:

<https://gazette.com.ua/edu/blukayuchi-strumi-kharakteristika-sutnist-zakhist.html>.

3. Ференц Н.О., Павлюк Ю.Е. Пожежна профілактика технологічних процесів. Львів: ЛДУБЖД, 2019. 330 с.

4. Бик М.В. Букет О.І., Васильєв Г.С. Методи захисту обладнання від корозії та захист на стадії проектування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. ст.98-100.

УДК 614.842.47

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ

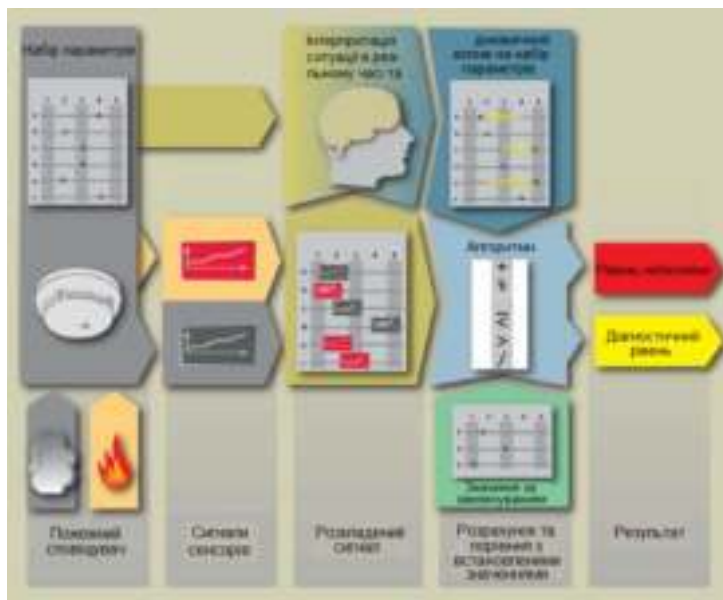
**Кушнір А.П.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Гаврилюк А.Ф.**, кандидат технічних наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Найефективнішим способом підвищення надійності та зменшення часу виявлення загорання є використання в системах пожежної сигналізації (СПС) високоінтелектуальних пожежних сповіщувачів (ПС), які здатні розрізнити реальні пожежі від оманливих явищ, які не пов'язані з реальною пожежею. Особливо важливу роль в цьому відіграють розроблені алгоритми роботи ПС, зокрема алгоритми обробки та інтерпретації вихідних сигналів з сенсорів.

В загальному можна виділити наступні технології побудови ПС: технологія порогового значення; технологія інтегральних мікросхем; алгоритмічна технологія; технологія розширеного аналізу сигналів (ASAtехнологія) [1]. Сучасні інтелектуальні ПС будуються за двома останніми технологіями. Їх алгоритми роботи увесь час вдосконалюються.

ПС, засновані на алгоритмічній технології, виконують складний аналіз сигналів через короткі проміжки часу та обробляють великі об'єми даних. Сигнали з сенсорів розкладаються на математичні компоненти, які обробляються згідно запрограмованих алгоритмів. Однак, ПС побудовані даною технологією не забезпечують відмінного виявлення загорання, на що впливає спосіб розкладання сигналів з сенсорів, складені та використані математичні правила, доступні набори параметрів і порівняння їх з вибраними та встановленими значеннями, які зберігаються в енергонезалежній пам'яті ПС. Тут основну роль відіграє набутий досвід розробника. Набутий досвід розробника дозволяє реалізувати технологія розширеного аналізу сигналів на основі нечіткої логіки, нейронної мережі та нейро-фаззі системи. Це розвинута технологія алгоритмів, позбавлена вище перерахованих недоліків. Поведінку ПС під час виявлення ним загорання можна адаптувати до відповідної програми, завдяки відповідним наборам параметрів. Основна відмінність між цією технологією і технологією алгоритмів полягає в інтерпретації ситуації в реальному часі і, виходячи з цього, в динамічному впливі на вибір набору параметрів. На рис. 1 показано як здійснюється обробка сигналів у мультисенсорному ПС, побудованому на основі ASAtехнологія.





**Рисунок 1** – Обробка сигналів у мультисенсорному ПК, побудованому на основі ASAtechnology

Для раннього виявлення загоряння при побудові ПК беруться до уваги всі види ознак пожежі. Односенсорні ПК часто не можуть точно виявити загоряння. Різні матеріали в різному середовищі під час горіння утворюють різні продукти. Отже, при виявленні за одною ознакою пожежі виникнуть проблеми непродуманого судження та дезінформації. Такі ПК часто спрацьовують помилково або із значною затримкою. Мультисенсорні ПК аналізують і роблять висновок про наявність або відсутність пожежі за декількома ознаками пожежі. Вони можуть зменшити час виявлення загоряння та підвищити точність. Мультисенсорні ПК побудовані за технологією ASAtechnology володіють потужною комплексністю та інтелектом, знижують рівень помилкових спрацювань СПС і при цьому забезпечують високу чутливість до реальних пожеж. Такі ПК дають можливість виявляти горіння широкого класу речовин та матеріалів. Об'єднання даних отриманих з кількох сенсорів дозволяє більшою точно виявити загоряння на ранній стадії, ніж використання одного сенсора.

Виявлення загоряння на ранній стадії з використанням способів об'єднання даних отриманих із кількох сенсорів можна розділити на три типи підходів. Один тип базується на умовній ймовірності, статистиці та висновку. Наприклад, використовуючи: байєсівські мережі; фільтр Калмана, який може

об'єднувати різноманітні дані про пожежу та ефективно видаляти шум; нечітку логіку для охоплення складних сценаріїв пожежі [2, 3]. Щоб побудувати ПС на основі нечіткої логіки необхідно знати як змінюються ознаки пожежі у часі в залежності від типу пожежі, тобто необхідно мати набутий досвід, щоб формувати функції належності та базу правил.

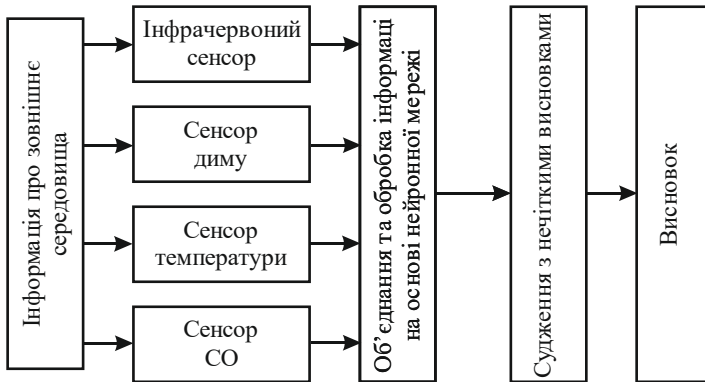
Другий тип – це використання штучного інтелекту, який використовує нейронну мережу для об'єднання даних отриманих з декількох сенсорів та прийняття рішення. Результати показують, що ПС побудовані на основі використання нейронної мережі має кращу продуктивність у реальному часі, забезпечуючи точність виявлення пожежі.

Складність використання нейронної мережі для об'єднання даних отриманих з декількох сенсорів полягає в проектуванні кількості вузлів у прихованому шарі. Наразі не існує методу вибору кількості вузлів у прихованому шарі. Однак вибір кількості вузла пов'язаний з нормальною роботою всієї мережі. Тому вибір прихованих вузлів шару є вирішальним. При виборі прихованих вузлів шару слід керуватися принципом “відповідної кількості”. Якщо вибрано занадто багато вузлів прихованого шару, нейронна мережа витратить занадто багато часу на навчання. В результаті вона може так і не досягти найкращих результатів навчання. Якщо вибрано занадто мало вузлів прихованих шарів, структура нейронної мережі буде надто простою, щоб задовольнити вимоги кращого надійності та протизавадної здатності мережі.

Також значною задачею є вибір методу навчання. Існують рекомендації по вибору того, чи іншого методу навчання нейронної мережі, однак остаточний вибір робиться після проведених досліджень. Чим менше значення середньоквадратичної помилки, тим вище точність нейронної мережі.

Третій тип поєднує переваги двох попередніх типів і використовує нечітку нейронну мережу для об'єднання даних отриманих з декількох сенсорів та прийняття рішення. Розподілене представлення знань зазвичай унеможливає приведення коректного пояснення структури нейронної мережі зрозумілими людині поняттями, такими як лінгвістичні вирази “якщо-тоді”. Таким чином, нейронні мережі наділені можливостями навчання, проте не забезпечують чіткої схеми представлення знань, в той час як у нечітких системах ситуація є цілком протилежною. Поєднання згаданих підходів у нечіткій нейронній мережі дозволило компенсувати недоліки кожного з них. Загальною перевагою таких систем є автоматична і достатньо швидка ідентифікація бази правил, встановлення параметрів та типу функцій належності. На відміну від традиційних нейронних мереж, параметри в таких системах мають чітке фізичне пояснення. Одна із запропонованих блок-схем мультисенсорних ПС з об'єднанням інформації на основі нечіткої нейронної мережі показана на рис. 2. Як видно з рис. 2, для формування висновку про пожежу нейронна

мережа і нечіткий контроль працюють послідовно. Вихідні сигнали з сенсорів поступають на вхід нейронної мережі, а вихідний сигнал нейронної мережі поступає на вхід нечіткого керування. Цей спосіб об'єднання інформації отриманих з декількох сенсорів значно підвищує стабільність роботи ПС.



**Рисунок 1** – Структурна схема мультисенсорного ПС з об'єднанням інформації на основі нечіткої нейронної мережі

Перший шар є вхідним шаром і він має стільки вузлів скільки ознак горіння контролюється. Наприклад, якщо контролюється три ознаки горіння (концентрація диму, температура та концентрація CO) маємо тришарову нейронну мережу з трьома вузлами. Другий шар є нечітким шаром, у якому вхідна величина нечітка. Відповідно до функції належності вхідні дані масштабуються за ступенем належності від 0 до 1. Для кожної вхідної змінної використовуйте певна кількість терм. Якщо контролюється три ознаки горіння і кожна функція належності має три терми, то модель виявлення пожежі має тришарову нейронну мережу і три вхідних вузла. У середньому шарі тоді двадцять сім вузлів і один вузол у вихідному шарі. Експериментальні дані про пожежу використовують як навчальні дані для нейронної мережі. Результатом моделювання є очікувана ймовірність пожежі. Нечітка логіка володіє здатністю сильного всебічного судження і підходить для виявлення пожеж.

Отже, система об'єднання інформації на основі нейронної мережі може зробити найпростіше судження про пожежу на об'єкті. Однак вихідне значення ймовірності пожежі не може досягти поставленої мети, точно зробити висновок про те чи відбулася пожежа, чи ні. Тому нечіткий контроль необхідний, щоб отримати більш точне судження чи відбулася пожежа, чи ні. Нечітка нейронна мережа поєднує переваги нейронної мережі у пошуку оптимального рішення з високою швидкістю та нечіткої системи з нечіткою інформацією з використанням наявних знань і досвіду.

Дослідження та випробування проведені в роботах [4-6] показують, що розроблені мультисенсорні система виявлення загорання на основі нечіткої нейронної мережі є ефективними та високоточними.

### Література

1. Кушнір А.П., Чалий Д.О. Системи пожежної та охоронної сигналізації. Навчальний посібник. – Львів : СПОЛІОМ, 2022. – 300 с.
2. Кушнір А.П., Копчак Б.Л. Розробка та реалізація блоку нечіткої логіки максимального теплового пожежного сповіщувача з використанням плати ARDUINO. *Пожежна безпека*. 2021. №39. С. 32-42.
3. Uduak Umoh, Udoinyang G. Inyang, and Emmanuel E. Nyoho. Interval Type-2 Fuzzy Logic for Fire Outbreak Detection. *International Journal on Soft Computing, Artificial Intelligence and Applications (IJSCAI)*. August 2019. Vol.8. No.3. pp. 27–46.
4. JunJie Zhang, ZiYang Ye, and KaiFeng Li. Multi-sensor information fusion detection system for fire robot through back propagation neural network. *PLoS ONE*. Jul. 2020. Vol. 15. No. 7, Art. no. e0236482.
5. Yang Feng, Qu Na, and Li Chao. Compound Fire Detection Algorithm Based on Fuzzy Neural Network. Proceedings of the 2017 2nd International Conference on Machinery, Electronics and Control Simulation (MECS 2017), Taiyuan, China, 24-25 June, 2017.
6. Osman S. da Penha, and Eduardo Freire Nakamura. Fusing light and temperature data for fire detection. *The IEEE Symposium on Computers and Communications*, Riccione, Italy, 22-25 June 2010. Riccione, 2010. pp. 107-112.

УДК 004.056

## **ВИКОРИСТАННЯ ДАТЧИКІВ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ПРИ РОБОТІ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ**

**Ткачук Р.Л.**, доктор технічних наук, професор,

**Полотай О.І.**, кандидат технічних наук,

**Івануса А.І.**, кандидат технічних наук, доцент

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Відповідно до чинного законодавства України і вимог окремих нормативних документів Закону України "Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах" та Закону України "Про захист персональних даних" обов'язковому захисту інформації підлягає: інформація, що є власністю держави, або інформація з обмеженим доступом, вимоги по захисту якої встановлені законом, в т.ч. персональні дані громадян. У зв'язку з цим, в таких випадках виникає необхідність створення комплексної системи захисту інформації (КСЗІ).

КСЗІ – сукупність організаційних і інженерно-технічних заходів, які спрямовані на забезпечення захисту інформації від розголошення, витоку і несанкціонованого доступу [5]. Організаційні заходи є обов'язковою складовою побудови будь-якої КСЗІ. Інженерно-технічні заходи здійснюються в міру необхідності [1].

Організаційні заходи це певні правила, яких потрібно дотримуватись при роботі з КСЗІ, а інженерно-технічні заходи включають в себе використання технічних засобів та пристроїв, які служать для захисту інформації [4].

Інженерно-технічні заходи – сукупність спеціальних технічних засобів та їх використання для захисту інформації. Вибір інженерно-технічних заходів залежить від рівня захищеності інформації, який необхідно забезпечити.

Інженерно-технічні заходи, що проводяться для захисту інформаційної інфраструктури організації, можуть включати використання захищених підключень, міжмережевих екранів, розмежування потоків інформації між сегментами мережі, використання засобів шифрування і захисту від несанкціонованого доступу.

У разі необхідності, в рамках проведення інженерно-технічних заходів, може здійснюватися установка в приміщеннях систем охоронно-пожежної сигналізації.

Пожежні датчики – пристрої для виявлення джерела пожежної небезпеки і запобігання загоряння. Принцип роботи датчиків полягає у фіксуванні теплового, димового або газового впливу і подальшого оповіщення.

Розробка проекту пожежної сигналізації повинна проводитись спеціалізованою організацією, що володіє ліцензією і необхідними

допусками. Особливості проектування комплексних систем можна звести до кількох визначальних нюансів. В першу чергу це вибір:

- ємність системи;
- кількість і види сповіщувачів;
- характеристики ліній передачі даних;
- контрольного обладнання;
- характеристики програмного забезпечення;
- параметрів суміщення обладнання в єдину систему.

На етапі проектування фахівці рекомендують закладати в систему деякий резерв для можливого розширення в майбутньому. Оптимальний розмір резерву становить 25% від загальної потужності системи.



**Рисунок 1** – план-схема розташування датчиків пожежної сигналізації

Під час монтажу слід врахувати кілька факторів - загальну площу об'єкта, поверховість, кількість входів і виходів, наявність ізольованих кімнат і технічних приміщень, довжину коридорів, переходів і сходів, а також будівельні та оздоблювальні матеріали, із застосуванням яких було зведено будівлю і виконана обробка приміщень. Саме тому установка нашими фахівцями забезпечить оптимальну конфігурацію охоронного комплексу, закупівлю необхідного обладнання за найнижчими цінами, правильну перевірку і запуск системи.

Існують різні датчики пожежної сигналізації, що відрізняється за своїм функціоналом і цільовою спрямованості [2]:

Датчики диму виявляють джерела диму на самому ранньому етапі і запобігають можливість послідуєчого горіння. Усередині корпусу

таких датчиків знаходиться камера з оптичною парою і блок обробки електросигналу. Інфрачервоні промені відбиваються від диму і потрапляють на фотоприймач, а лічильник вимірює імпульс і порівнює його з допустимим рівнем. У разі збільшення кількості диму датчик подає сигнал про пожежу.

Датчики газу можуть фіксувати і запобігати витoku газу. Дані датчики бувають декількох типів: інфрачервоні, електрохімічні і напівпровідникові. Напівпровідникові датчики виявляють витoku газу за допомогою напівпровідникового елемента в окису металу, він приймає газ на свою поверхню і визначає його значення. Електрохімічні обчислюють концентрацію наявності газу в повітрі. Інфрачервоні датчики обробляють повітря в інфрачервоному діапазоні, потім проводиться порівняння допустимих значень, у разі підвищеної кількості газу подається сигнал тривоги. Датчики газу можуть використовуватися в житлових і нежитлових приміщеннях, мають високу чутливість і вкрай надійні.

Датчики тепла реагують на зміну температури навколишнього середовища. Для кращої роботи пожежної безпеки рекомендується спільна установка з датчиками диму, при комбінованій роботі ймовірність виявлення і запобігання пожежі зростає в кілька разів. Найчастіше датчики тепла розміщуються на стелі і знаходяться далеко від нагрівального обладнання для мінімізації помилкових спрацьовувань.

Зараз на ринку існують системи пожежної сигналізації та датчики різної цінової категорії та складності.

Варто пам'ятати, що при роботі КСЗІ системи пожежної сигналізації повинні працювати в комплексі з іншими технічними засобами та відповідати всім організаційним вимогам [3]. В протилежному випадку складно буде досягти максимального захисту інформації.

### **Література**

1. Веб сайт компанії Altersign. [Електронний ресурс]. Режим доступу з <http://altersign.com.ua/korysna-informacija/pobudova-kszi/shcho-take-kompleksna-systema-zahystu-informaciji-kszi>.

2. Веб сайт «Лабораторія безпеки». URL: <https://securitylab.com.ua/ua/okhrannaya-signalizatsiya/datchiki/pozharnye/>.

3. Полотай О.І., Л. Ігнатюк Л.О. Проектування комплексної системи захисту інформації львівської філії ПрАТ «Київстар». Зб. тез доп. І Міжнар. наук.-техн. конф. «Інформаційна безпека в сучасному суспільстві» (м. Львів, 21–22 листопада 2014 р.). Львів : ЛДУБЖД, 2014. С. 26–27.

4. Полотай О.І., Рожко Д.С. Організаційно-технічні методи захисту інформації від несанкціонованого доступу. Зб. тез доп. III Міжнар. наук.-техн. конф. «Інформаційна безпека в сучасному суспільстві» (м. Львів, 29–30 листопада 2018 р.). Львів : ЛДУБЖД, 2018. С. 52–53.

5. Полотай О.І., Бойко К.О. Програмно-технічний захист інформації за допомогою охоронної системи. 36. тез. III Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених, студентів і курсантів “Захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах” (м. Львів, 28 листопада 2019 р.). Львів : ЛДУБЖД, 2019. С. 76–78.

6. Полотай О.І., Мороз Ю., Великий В. Методи технічного захисту інформації у сфері інформаційної безпеки. 36. тез доп. IV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених, студентів і курсантів “Інформаційна безпека інформаційні технології” (м. Львів, 27 листопада 2020 р.). Львів : ЛДУБЖД, 2020. С. 40–41.

7. Полотай О.І. Дацків Н. Загрози конфіденційності, цілісності та доступності інформації ІТ-системи “розумного будинку”. Матер. Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті : стан, досягнення, перспективи розвитку” (м. Черкаси, 11–21 березня 2021 р.). Черкаси, 2021. С. 49–50.



УДК 614. 841.2

## **ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДО ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ**

**Кравець І.П.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Ми живемо у середовищі із значним техногенним навантаженням. Пожежна безпека електричних мереж в сільській місцевості значною мірою залежить від їх технічного стану. Часто причиною загоряння мереж є струми короткого замикання (к.з.).

Коротке замикання відбувається через порушення ізоляції між фазами або між фазою і землею. До порушень ізоляції приводить ряд причин. Насамперед - це звичайне старіння ізоляції, в процесі якого під впливом багатьох факторів (температури, агресивного середовища і т. д.) ізоляція поступово втрачає свої властивості. Старіння ізоляції може відбуватися швидкими темпами, якщо вона перебуває в умовах, на які не розрахована. Наприклад, якщо перетин ізольованого провідника вибрано заниженим від норми, то під впливом зависоких для нього струмових навантажень він перегріватиметься до максимальної для даної ізоляції температури, і, в результаті, ізоляція цього провідника швидко втрачає свої початкові якості.

Найбільш часто відбуваються однофазні к.з. Вони складають приблизно 65% від загального числа замикань. Режим однофазного к.з. створюється, якщо порушується ізоляція між будь-якою фазою і землею або нульовим проводом. У мережі з глухим заземленням нейтралі можливий ще один вид к.з. – двофазне на землю. Від загальної кількості це замикання складає 20%. Є ще трифазні, які складають 5%. [1].

Внутрішні електричні мережі напругою 380/220 В багатьох сільськогосподарських приміщеннях (ферми, кормоцехи) знаходяться в умовах агресивного для ізоляції провідників середовища. Врахування умов навколишнього середовища особливо важливе при виборі електродвигунів. Наша електропромисловість виготовляє кілька видів електродвигунів за кліматичним виконанням і категорією розміщення, у тому числі і для умов сільськогосподарської промисловості .

Неправильна експлуатація, неправильний вибір електродвигунів, при якому не враховується кліматичне виконання і категорія їхнього розміщення, приводять до швидкого старіння ізоляції електродвигуна, її псуванню і можливому к.з., тобто електродвигун передчасно виходить з ладу, тоді як при нормальній експлуатації середній термін його служби складає приблизно 15 років .

Однією з основних причин виникнення к.з. у мережі напругою 380/220 В є перенапруги грозового характеру. Ці перенапруги наводяться на проводах повітряних ліній (ПЛ) при грозі. Значення перенапруг, які виникають, можуть досягати десятків, а іноді і сотень кіловольт. Це небезпечно для людей, тварин, ряду електро побутових приладів і ізоляції внутрішніх електропроводок. Під впливом такої перенапруги, ослаблена, наприклад, звичайним старінням, ізоляція внутрішніх електропроводок може пробиватися, що приводить до виникнення к.з.

У сільській місцевості часто гілки дерев торкаються проводів ПЛ напругою 380 В або знаходяться від них у безпосередній близькості. При сильному вітрі від поштовхів цих гілок проводи можуть скручуватись, що спричиняє к.з. Можливі й інші причини, що викликають к.з. у мережі напругою 380/220 В (обриви проводів з наступним торканням землі, помилки персоналу і т. д.) [2].

Наслідки к.з можуть бути різноманітними. Різке зростання в короткозамкнутому колі струму приводить до зростання в квадратичній залежності термічної і динамічної його дії. Так, наприклад, якщо струм к.з. у порівнянні з нормальним режимом зріс у 10 разів, то електродинамічні зусилля між струмоведучими частинами і виділення тепла в них збільшилось в 100 раз. У зв'язку з тим, що в мережах напругою 380/220 В сільськогосподарського призначення кратність струмів к.з. порівняно невелика, всі електричні апарати за умовою їх динамічної стійкості до дії струмів к.з. мають досить великий запас. По-іншому виглядає справа з термічною стійкістю цих апаратів.

З точки зору електробезпеки особливо небезпечні обриви нульового проводу, тому що вони можуть привести до появи небезпечного для людей і тварин потенціалу на заземлених елементах електрообладнання, тобто до електротравматизму. Якщо, нарешті, врахувати, що к.з. приводить до ряду небажаних наслідків, у тому числі до пожеж та до масового враження електричним струмом людей і тварин, то стане очевидним, наскільки це питання є актуальним і наскільки важливі профілактичні заходи щодо запобігання к.з.

Умови безаварійної роботи мережі напругою 380/220 В створюють вже у ході її проєктування, монтажу і експлуатації. До заходів, що значною мірою забезпечують нормальну експлуатацію мережі, відноситься, насамперед, правильний вибір площі поперечного перетину провідника. При цьому враховують кілька факторів, у тому числі і нагрів провідників струмами навантаження. За умовою допустимого нагріву необхідно вибирати таку площу перетину провідника, щоб струм навантаження провідника з врахуванням можливих тривалих перевантажень не перевищував норму струмового навантаження, що допускається довгостроково для даної площі перетину протипожежними нормами. Не менш важлива й інша вимога цих нормативних документів: марка, вид електропроводки і спосіб її прокладання

повинні відповідати характеру навколишнього середовища. Крім того, в залежності від умов навколишнього середовища, приєднані до мережі електричні апарати, електроустаткування й електродвигуни повинні мати відповідне кліматичне виконання і категорію розміщення. При проектуванні електромережі повинні бути передбачені також відповідні захисні пристрої від к.з. і перевантажень та розраховані параметри їхнього спрацьовування [3].

Перед введенням в експлуатацію, нові ділянки мережі 380/220 В і електроустаткування, що приєднуються до неї, потрібно піддавати прийнятно-здавальним випробуванням. Основний вид цих випробувань у мережах 380/220 В – вимір опору ізоляції мегомметром на 1000 В при знятих плавких вставках і відімкнених електроспоживачах. Опір ізоляції мережі на ділянці між двома суміжними запобіжниками або за останніми запобіжниками між будь-яким фазним проводом і землею, а також між будь-якими фазними проводами, повинні бути не нижче 0,5 МОм. При цьому тривалість випробування кабельних ділянок лінії встановлена рівною 1 хв. Опір ізоляції електродвигунів і електричних апаратів вимірюють також мегомметром на 1000 В, причому окремо для кожного елемента, що перевіряється. Опір ізоляції котушок, магнітних пускачів, автоматів, статорних обмоток нових чи капітально відремонтованих асинхронних двигунів повинен бути також не нижчим 0,5 МОм [4].

Експлуатацію мережі напругою 380/220 В і електроустаткування, приєданого до неї, варто проводити відповідно до Системи планово-попереджувального ремонту і технічного обслуговування електроустаткування, що використовується в сільському господарстві [5]. Систематичне проведення технічних оглядів і своєчасних поточних ремонтів дозволяє правильно налагодити експлуатацію і попередити появу багатьох к.з.

Встановлення пристроїв захисного вимкнення (наприклад, типу ЗОУП-25) у рекомендованих, з точки зору техніки безпеки, місцях – ефективний захід щодо попередження к.з. Такі пристрої відмикають ділянку мережі і під'єднане до неї електроустаткування не тільки у випадках дотику до струмоведучих частин людей чи тварин, але і коли опір ізоляції істотно знизився в порівнянні з нормованим рівнем. Для забезпечення надійної дії захисних пристроїв, необхідно періодично вимірювати навантаження й опір петлі "фаза - нуль". Навантаження рекомендується вимірювати струмовимірними кліщами 2 рази в рік у години передбачуваного максимуму навантаження на контрольованій ділянці мережі. Отримане значення струму використовують для вирішення питання про відповідність площі поперечного перетину провідника на даній ділянці до виміряного навантаження. Якщо навантаження на контрольованій ділянці мережі перевищило допустимі протипожежні норми, то необхідно вжити заходи для розвантаження цієї ділянки (якщо це можливо) чи збільшити площу поперечного перетину провідників на ньому.

При цьому перевіряють також відповідність струмів плавких вставок або вставок розчіплювачів виміряному навантаженню.

По різних причинах (окислення контактів, ослаблення натиску в контактному з'єднанні, вигорання контактних поверхонь) опір петлі "фаза - нуль" може істотно збільшитися. Це приведе до значного зниження струмів при однофазних к.з., неспрацьованні апаратів захисту від к.з., виносу небезпечного потенціалу на заземлені корпуси електроустановок, до електротравматизму. Для запобігання цьому небезпечному явищу один раз у рік рекомендується вимірювати опір петлі "фаза - нуль" на окремих ділянках мережі напругою 380/220 В. Опір вимірюють без відмикання джерела живлення. Результати вимірювань дозволяють обчислити необхідне значення струму однофазного к. з. і, тим самим, перевірити, чи буде спрацьовувати розташований в даному місці захисний пристрій від к. з.

Оскільки пристрої захисту не можуть запобігти появі к.з., а лише можуть своєчасно від'єднати електромережу при його виникненні, ми робимо висновок, що запобігання к.з. забезпечується правильним проектуванням, якісним монтажем і технічно грамотною експлуатацією електроустановок.

### Література

1. Кравець І. П., Кобко В.А. Протипожежний захист сільських електричних мереж від струмів короткого замикання / І. П. Кравець, В.А. Кобко//Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2004. – №4. – С.127–131.
2. Рудик Ю. І., Шунькін В. М. Визначення обсягу горючого матеріалу кабельних виробів при випробуванні за показниками пожежної безпеки Ю. І. Рудик, В. М. Шунькін//Збірник наукових праць «Пожежна безпека» 2019. – № 34. – С. 78–83.
3. Правила улаштування електроустановок. Харків: Видавництво «Індустрія», 2017. 624 с.
4. ДНАОП 0.00-1.21-13. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, 2013.
5. Наказ Міністерства палива та енергетики України № 258 від 25.07.2006 р. «Про затвердження Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів».

УДК 614. 841.3

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ПРИСТРОЇВ**

**Кравець І.П.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Рівень технічного розвитку будь-якої країни в наш час визначається, в основному, станом її енергетики, потужністю електростанцій і виробництвом енергії. Високий розвиток енергетики дає змогу переозброювати всі галузі народного господарства, широко впроваджувати електричну енергію в її провідні галузі. В той же час електрична енергія залишається самою доступною і зручною для перетворення її в інші види енергії і передачі на великі відстані без значних втрат. В даний час практично немає іншого виду енергії, який конкурував би з електричною енергією по зручності і доступності її використання. Високий рівень електрифікації на роботі та в побуті людей супроводжується насиченістю електроустановками та електрообладнанням різного виконання та конструкції. Широке застосування в промисловості, об'єктах агропромислового комплексу і в побуті мають електротермічні пристрої, так як вони прості за будовою, надійні в роботі, більш економні, знижують витрати ручної праці та природно-паливних ресурсів і не забруднюють оточуюче середовище. До електротермічного відносять те обладнання, яке ґрунтується на нагріванні матеріалів шляхом перетворення електричної енергії в теплову.

В електротермічних установках використовують декілька способів перетворення електричної енергії в теплову [1]:

- нагрівання провідників, які мають активний опір, шляхом прямої та непрямої дії;
- нагрівання провідників, які знаходяться в змінному магнітному полі, завдяки індукованим в цих провідниках електричних струмів;
- нагрівання діелектриків, які знаходяться в змінному електричному полі;
- нагрівання безпосередньо електричною дугою;
- електронно- та іонно-променеве нагрівання;
- плазмове нагрівання;
- лазерне нагрівання.

Вибір матеріалу і конструкції нагрівального елемента визначається особливостями технологічного процесу і конструкцією установки. Матеріали, які використовуються для виготовлення нагрівачів, повинні відповідати певним специфічним властивостям: високим електричним опором; малим температурним коефіцієнтом відносного опору; постійним

електричним опором елемента, який нагрівають в процесі тривалої експлуатації; відсутність старіння [2].

Електротермічне обладнання проектується і виготовляється на основі технічних умов, які передбачають виконання низки вимог, в тому числі і протипожежних [3]. Таким чином, всі ці електроустановки, які використовуються за призначенням і відповідають умовам експлуатації, не несуть жодної загрози з погляду пожежної небезпеки. Крім того, дане обладнання повинне підлягати періодичним оглядам та технічному обслуговуванню. Періодичні вимірювання та контроль технічного стану є невід'ємною частиною процесу експлуатації термічного електрообладнання, так як з часом відбувається зношування окремих його деталей і тому дане обладнання повинно перебувати під контролем обслуговуючого персоналу. Таким чином, дотримання відповідних нормативних вимог щодо планових ремонтів, технічної профілактики з використання необхідної контрольно-вимірювальної апаратури, методів вимірювання та вчасної заміни зношених або ушкоджених частин електрообладнання під час експлуатації є тим фактором, який визначає надійність функціонування даного пристрою та його пожежну безпеку. При низькій культурі обслуговування та експлуатації вищезгадані процедури виконуються частково, а то й зовсім не виконуються, тому електрообладнання дуже швидко зношується і виходить з ладу. Внаслідок цього порушується ізоляція і, як наслідок, збільшується нагрівання електрообладнання. Таким чином, при наявності в електрообладнанні охолоджуючої оливи, нагріті частини даного пристрою стають джерелом її запалювання, що призводить до пожежі.

Якщо розглядати побутові електроприлади, то тут стан пожежної небезпеки значно вищий, ніж у промисловості, оскільки часто недбало відремонтовані електроприлади і їх подальша непрофесійна експлуатація призводять до запалювання і пожеж. Це підтверджує офіційна статистика як в Україні, так і в інших країнах світу.

Слід зауважити, що заходи профілактики пожеж є на порядок дешевшими, ніж засоби пожежогасіння та наслідки пожеж разом взяті. Легше запобігти пожежам, ніж витратити ресурси на засоби та розробку технологій гасіння пожеж в електроустановках. У зв'язку з цим слід звернути особливу увагу на дотримання техніки безпеки, на вдосконалення та розвиток системи профілактики при експлуатації термічних електропристроїв. Для нормального режиму роботи електричних пристроїв необхідно забезпечити надійну роботу ізоляції термічного електропристрою та електричних мереж, до якого він під'єднаний. Перш за все слід виключити механічні пошкодження, зволоження, хімічний вплив, запилення корпусу пристрою та мережі. Але навіть за нормальних умов ізоляція постійно втрачає свої початкові властивості і старіє. З плином часу виникають місцеві дефекти, в зв'язку з чим опір ізоляції починає різко знижуватись, а струм

втрата – зростати. В місці дефекту з'являються часткові розряди, ізоляція вигорає. Відбувається, так званий, пробій ізоляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, котре може призвести до пожежі або до ураження електричним струмом. З метою запобігання цього здійснюється періодичний і безперервний контроль ізоляції. Періодичний контроль ізоляції передбачає вимірювання активного опору ізоляції у встановлені терміни (1 раз на 3 роки), а також при виявленні дефектів [4]. Вимірювання опору ізоляції здійснюється на вимкненій електроустановці за допомогою мегометра.

Необхідно брати до уваги виділення тепла, непрозорість, токсичність і корозію диму, що утворюються під час горіння виробу, а також належну здатність його функціонувати в умовах пожежі [5]. Такі небезпеки проявляються під час займання виробу і розвитку пожежі. За деяких обставин виділення газу може створити, навіть, ризик вибуху.

Тому електромережа в будинках та спорудах, до якої під'єднані термічні електропристрої, повинна мати надійну систему протипожежного захисту та захисту людей і тварин від ураження електричним струмом. Вирішенням цього питання є встановлення спеціальних захисних пристроїв, а саме: пристрою захисного вимкнення (ПЗВ) та диференційного автоматичного вимикача [6].

З вище сказаного робимо висновок, що завдяки правильному проектуванню, якісному монтажу і технічно грамотною експлуатацією термічних електроустановок набагато зменшується ймовірність виникнення пожеж на виробництві та в побуті.

### **Література**

1. Кравець І. П., Башинський О. І., Кушнір А. П., Шаповалов О. В. Чинники пожежної небезпеки електрообладнання та електроустановок І. П. Кравець, О. І. Башинський, А. П. Кушнір, О. В. Шаповалов // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2019. – № 34. – С. 43–46.
2. Василега П.О. Електротехнологічні установки: навчальний посібник П.О. Василега. – Суми: Видавництво СумДУ, 2010. – 548 с.
3. ДНАОП 0.00-1.21-13. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, 2013.
4. Правила улаштування електроустановок. Харків: Видавництво «Індустрія», 2017. 624 с.
5. Гудим В.І., Юрків Б.М., Назаровець О.Б. Математичне моделювання процесів нагрівання провідників внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будівель / В. І. Гудим, Б.М. Юрків, О.Б. Назаровець // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2015. – № 26. – С. 59–64.
6. Кравець І.П. Протипожежний захист електрообладнання та електричних мереж: навчальний посібник / І.П. Кравець. – Львів: ЛДУБЖД, 2010. – 216 с.

УДК 621.311.61

**ЗМЕНШЕННЯ ЧАСУ ПРИВЕДЕННЯ В ДІЮ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЧНОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ  
ПРИ ВІДСУТНОСТІ ОСНОВНОГО ЖИВЛЕННЯ****Шаповалов О.В., кандидат технічних наук  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Забезпечення безпеки людей та збереження майна на об'єктах різного призначення залежить від надійності роботи автоматичних систем протипожежного захисту. В свою чергу на надійність роботи систем протипожежного захисту впливає надійність електричних мереж. Нажаль, на теперішній час, електричні мережі є недосконалими з причини їх перевантаження та зношення. В результаті відмови електричних мереж стає неможливим застосування вказаних систем.

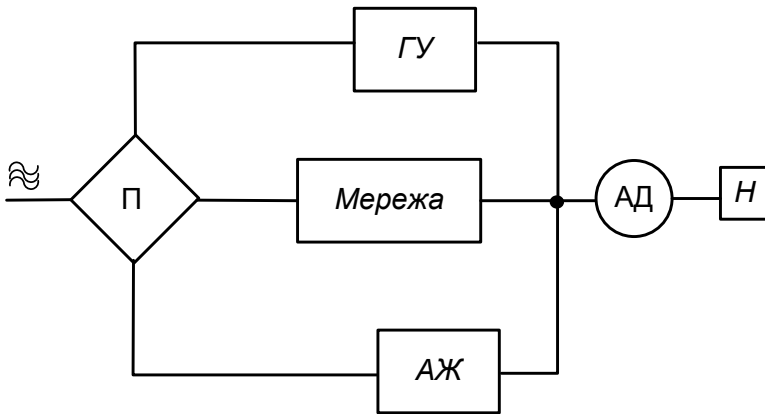
Для забезпечення резервного електроживлення в разі відмови основного, багато користувачів систем використовують генераторні установки з двигунами внутрішнього згорання, які забезпечують роботу автоматичних систем протипожежного захисту протягом нормативного часу. Поряд з перевагами використання генераторних установок, є ряд недоліків, зокрема тривалий час виходу на оптимальні режими роботи для подання резервного живлення. Особливо це стосується зовнішніх генераторних установок (ГУ), які експлуатуються при низьких температурах.

Як вирішення вказаної проблеми забезпечення електроживленням автоматичних систем протипожежного захисту пропонуємо рішення, яке ґрунтується на використанні автономних джерел з обмеженим запасом енергії.

В системах автоматичного протипожежного захисту, підвищеним енергоспоживанням відзначаються системи пожежогасіння, протидимного захисту та внутрішнього протипожежного водопостачання, до основних споживачів електроенергії яких можна віднести асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором (АД) які приводять в дію насоси-підвищувачі тиску води та повітряні насоси. До складу основних структурних складових вказаних систем також можна віднести електричну мережу, джерела живлення і схему керування.

Логічна схема з'єднань елементів при активному резервуванні має вигляд (рис. 1)





**Рисунок 1** – Логічна схема резервування електроживлення з використанням автономного джерела

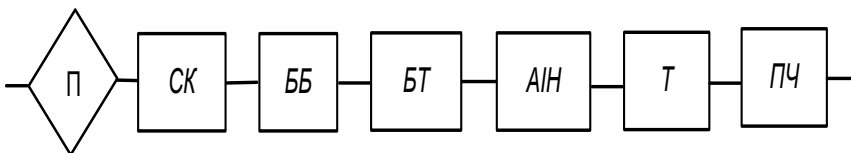
Використання релейної схеми керування, яку використовують для пуску приводних електродвигунів, в залежності від потужності самих двигунів та навантаження на них, струми що споживатимуть електродвигуни можуть становити 6-10 струмів номінальних.

Зменшити пускові струми, що призведе до зменшення навантаження на електромережу і зменшення втрат запасу електроенергії, можна шляхом включення в схему керування приводними електродвигунами частотних перетворювачів, які використовуючи закон частотного регулювання  $U/f = \text{const}$ .

Пропонована схема резервування електроживлення з використанням автономного джерела містить: П- автоматичний перемикач; ГУ генераторна установка; МЕРЕЖА – основна мережа живлення АБ; АЖ – джерело автономного живлення; АД – асинхронних двигун; Н – водяний насос; 8

Схема автономного джерела містить: П- пристрої комутації; ББ – блок АБ; БТ – блок тиристорів; СК – система керування; АІН – автономний інвертор напруги; Т – трифазний, трансформатор; ПЧ- перетворювач частоти.

Логічна схема з'єднань елементів автономного джерела електроенергії показана на рис. 2.



**Рисунок 2** – Логічна схема з'єднань елементів автономного джерела електроенергії

Автономне джерело електроенергії починає функціонувати в момент зникнення електроенергії основного джерела і перемиканні пристрою комутації паралельно з пуском генераторної установки. Робота автономного джерела електроенергії продовжується протягом часу необхідного для забезпечення оптимального режиму роботи генераторної установки і припиняється по команді пристрою комутації при перемиканні електроживлення АД від генераторної установки.

**Висновки.** Використання запропонованої схеми забезпечення резервним електроживленням тих автоматичних систем протипожежного захисту в яких для резервування електроживлення використовуються зовнішні генераторні установки з двигунами внутрішнього згорання, застосування автономного джерела електричної енергії з використанням акумуляторних батарей та автономних інверторів напруги надає можливість зменшити інерційність вказаних систем протипожежного захисту тим самим зменшити вплив шкідливих чинників пожежі, зменшити час вільного розвитку, як наслідок надати можливість проведення безпечної евакуації людей та зменшення наслідків завданих можливою пожежею.

### Література

1. Шаповалов О.В. Зависимость надежности функционирования систем противопожарной защиты от состава их электроэнергетической системы Журнал «Вестник Кокшетауского технического института» № 3 (35), 2019 г.
2. Боднар Г.Й. Выбор вида и обоснование параметров источника питания системы противопожарной защиты объектов туристической отрасли / Г.Й.Боднар, О.В.Шаповалов // Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej Vol. 33 Issue 1, 2014.
3. Надежность ЭРИ: Справочник // С.Ф. Прытков, В.М. Горбачева, А.А. Борисов и др./Науч. Рук. С.Ф. Прытков. – М.: 22 ЦНИИИ МО РФ, 2002. – 574с.
4. Боднар Г. Й., Шаповалов О. В. Розробка автономного джерела живлення для протипожежних систем внутрішнього водопостачання / Г. Й.Боднар, О. В.Шаповалов // Збірник наукових праць «Пожежна безпека», №20.- 2012. С.180-186.

**УДК 81.92.86**

## **ДО ПИТАНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ**

**Савченко О.В.,  
Ніжник В.В. д-р тех. н.,  
Добряк Д.О.,  
Кравченко Н.В.**

**Інститут державного управління та наукових досліджень  
з цивільного захисту**

Основним завданням під час проектування будь-якої технічної системи є підвищення ефективності та якості, а отже, поліпшення таких характеристик технічної системи, як надійність, міцність, швидкодія тощо. На системи протипожежного захисту, як і на інші технічні системи, поширюються вимоги щодо їх ефективності. При цьому, ефективність їх функціонування повинна оцінюватися за допомогою детерміністичних методів [1, 2].

За результатами аналізування літературних джерел [1, 3, 4] зроблено висновок, що для визначення ефективності спроектованих технічних систем, в тому числі систем протипожежного захисту, використовують апроксимаційні моделі, побудовані на основі спеціальних розділів теорії ймовірності та статистики. Ці моделі розробляють у припущенні, що процес експлуатації визначається зовнішніми причинами та залежить від так званого внутрішнього стану самої системи. При цьому розглядається умова потенційної можливості відмови у будь-якому компоненті системи, що веде в кінцевому рахунку до зниження надійності системи в цілому, що зумовлює процес її експлуатації та рівень якості її функціонування.

Використання такого підходу дозволяє обґрунтовано (за кількісним критерієм) вибрати раціональну структуру системи протипожежного захисту об'єкта. При цьому забезпечення пожежної безпеки об'єкту здійснюється шляхом розгляду та послідовної оцінки різних альтернативних варіантів систем протипожежного захисту та їх комбінацій. Таким чином, враховуються вимоги, що визначають рівень пожежної безпеки об'єкта, показники якості функціонування та економічності даної системи. Створюється можливість розглянути ефективність впливу як окремої системи протипожежного захисту, так і їх комбінацій із урахуванням синергізму їх спільної дії [3]. Під час оцінювання ефективності функціонування систем протипожежного захисту в основу закладається критерії щодо забезпечення виконання заданих функцій відповідною системою протипожежного захисту [5-6].

Отже методи статичної теорії базуються на встановленні впливу функціонування відповідної системи протипожежного захисту на наслідки від

пожежі для відповідних об'єктів на підставі статистичних даних. Тобто реалізація такого підходу здійснюється за схемою: «система протипожежного захисту – наслідок від пожежі у порівнянні наслідку для аналогічного об'єкту без системи протипожежного захисту».

Процедура дослідження надійності технічної системи наведена у роботах [5-6], схема процедури дослідження ефективності технічної системи наведена на рисунку 1. Використовуючи зазначену процедуру можливо проводити оцінювання, в тому числі ефективності функціонування систем протипожежного захисту.

Апробація теоретичних даних щодо ефективності функціонування систем протипожежного захисту отриманих із використанням ймовірно-статистичних методів, можливе шляхом експериментального експлуатування відповідної системи протипожежного захисту, підконтрольного експлуатування [5-7] або шляхом проведення експериментальних досліджень (випробувань).

Встановлено, що оцінювання ефективності функціонування систем протипожежного захисту можна здійснювати на основі детерміністичних методів оснований на теорії ймовірності, зокрема ймовірно-статистичних методів із подальшою апробацією отриманих результатів шляхом проведення експерименту або підконтрольного експлуатування.

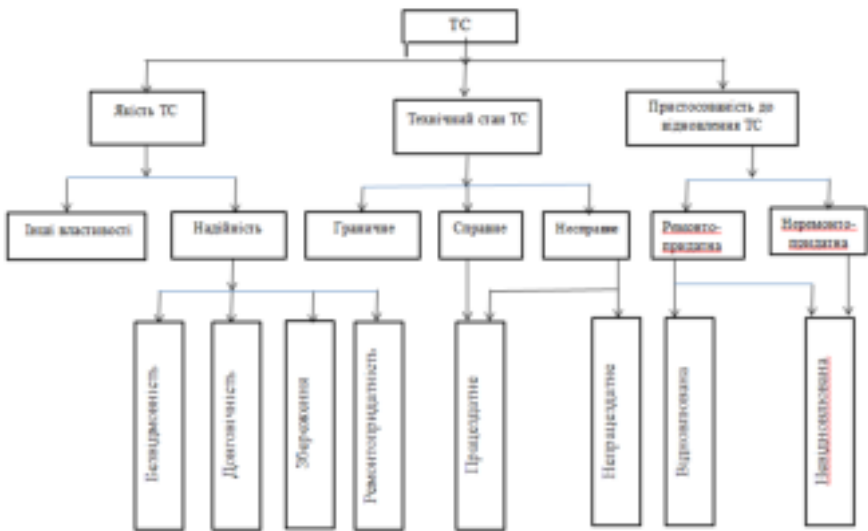


Рисунок 1 – Схема процедури дослідження ефективності технічної системи

Оцінка ефективності функціонування систем протипожежного захисту може здійснюватися шляхом оцінювання як окремої системи протипожежного захисту, так і їх комбінацією із урахуванням синергізму ефективності від їх спільної дії.

Під час оцінювання ефективності функціонування систем протипожежного захисту доцільно використовувати такий критерій оцінювання як забезпечення виконання заданих функцій системою або їх комбінацією, або інші відповідні показники надійності системи протипожежного захисту об'єкта.

Використовуючи зазначені підходи в подальшому планується дослідити коефіцієнти впливу систем протипожежного захисту на рівень індивідуального пожежного ризику.

### **Література**

1. Stephen G. Badger, Thomas Johnson. 1999 Large Loss Fires and Explosions. NFA Journal. November / December 2000. - p.79-82.

2. Vadim Nizhnyk, Olesya Savchenko, Yaroslav Ballo, Valeriia Nekora Theoretical Approaches to Justify the Coefficients of Influence of Fire Protection Systems on Individual Fire Risk., International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering EcoComfort 2022: Proceedings of EcoComfort 2022 pp 299–306.

3. INTERPRETATIVE DOCUMENT Essential Requirement No 2 "SAFETY IN CASE OF FIRE".

4. Sun Lun. Getting to grips with China's fire problems. // Fire International, January 2000, N 172.-p.p. 15-16.

5. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення.

6. Оценка надежности технических систем: учеб. пособие / А.С.Ширшиков, В.В. Лянденбургский, А.М.Белоковьяльский. Пенза: ПГУАС, 2015. 240 с.

7. ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги.

УДК 614.84

**НЕБЕЗПЕЧНІ ПРОЯВИ МЕХАНІЧНОЇ ВТОМИ ІЗОЛЯЦІЙНИХ  
МАТЕРІАЛІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОВІДНИКІВ****Назаровець О. Б.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Соломон І. І.****Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Як правило, щоб виникло коротке замикання два провідника повинні між собою доторкнутися. Для запобігання таким ситуаціям провідники захищають шаром ізоляції (діелектрика). Його питомий опір дуже високий, як правило, в діапазоні від  $10^9$  до  $10^{22}$  Ом·м. Основне завдання діелектрика полягає в забезпеченні ізоляційної функції. Однією з головних характеристик діелектриків є поверхневий опір. Наступною за значимістю характеристикою можна назвати діелектричну проникність. І окремої уваги заслуговують фізико-хімічні характеристики у їх числі відзначають водопоглинення, в'язкість і кислотність. Чим вище це значення водопоглинення, тим вища ефективність матеріалу, як діелектрика. Механічна міцність ізоляційного матеріалу включає розтягування, стиснення, згинання, зсув, удар, втому тощо. Механічна міцність матеріалу відноситься до максимального навантаження, яке матеріал може витримати, коли він піддається зовнішній силі.

Електроізоляційні матеріали створюють бар'єр для проходження електричного струму незалежно від виду. На даний момент найбільш розповсюдженим матеріалом ізоляції кабелів та проводів використовують: – Полівінілхлоридний пластикат (ПВХ) є найпоширенішим для ізоляції кабелів та проводів, що прокладаються всередині приміщень. Має гарні фізичні характеристики – гнучкість, зносостійкість і хороші захисні властивості. Матеріал стійкий до дії агресивних хімічних сполук.

– Поліетилен має своє місце застосування, виділяється стійкістю до агресивних середовищ проте має високі діелектричні втрати, що обмежує його використання для кабелів, які прокладаються на великій відстані.

– Гума - це матеріал підвищеної еластичності який часто використовується в побутових електромережах проте сильний вплив процесу старіння на еластичність та захисні властивості є основним недоліком.

– Кабельний папір досить рідко застосовується на сьогоднішній день, так як має ряд недоліків.

– Ізоляція з волокнистих матеріалів може застосовуватися в побуті, але має недолік низької теплопровідності, тому для кабелів в яких може бути серйозний нагрів їх не використовують.

Існують випадки коли ізоляція з певних причин не може виконати свою функцію і мережа переходить в аварійний режим. До таких ситуації відносять порушення електричної міцності ізоляції з причин:

- механічного або корозійного пошкодження захисних оболонок (свинцевої, алюмінієвої, пластмасової), що призводить до порушення герметичності і потрапляння вологи в ізоляцію;

- заводського дефекту (тріщини або наскрізні отвори в захисних оболонках);

- дефекту монтажу сполучних і кінцевих муфт кабелів (не пропаяні шийки муфт, надломи ізоляції, неповна заливка мастикою тощо);

- осушення ізоляції внаслідок місцевих перегрівів кабелю;

- старіння ізоляції [1, 6].

Для побутових приладів можна виділити ще один випадок – **механічна втома ізоляційного матеріалу**. Так у побуті часто зустрічається ситуація коли провідники які часто міняють своє положення перегинаються і в наслідок цього з часом на ізоляції цих провідників утворюється пошкодження. В першу чергу від цього явища зазнає пошкодженя оболонка провідника. Особливо часто це можна спостерігати на побутових електроприладах та подовжувачах. Немалу роль для цієї ситуації відіграють слабкі місця в яких таке згинання виникає у зв'язку з конструкцією виробу. Як правило таке слабке місце знаходиться на виході провідника з корпусу або коло вилки. Також у слабкому місці самі провідники зазнають пошкодженя що може призводити або до повної втрати контакту та цілісності електричного кола, і як наслідок вихід з ладу електрообладнання, зменшення площі перерізу провідника, що в свою чергу стане місцем великих перехідних опорів або ураження електричним струмом користувача.

Під час роботи електротехнічних виробів (ЕТВ) навіть із номінальними значеннями струмів на цих з'єднаннях відбуваються локальні підвищення температури, від яких пришвидшуються процеси окислення контактних площ та старіння ізоляції [2].

Однією з негативних особливостей ізоляції ПВХ є те, що під впливом ультрафіолетового світла процес старіння в них пришвидшується.

Якщо ізоляція не має технологічних дефектів, то під дією температури, вібрації, зволоження, зовнішнього середовища та інших факторів протягом часу відбувається поступове старіння ізоляції, що виражається в її усиханні, випаровуванні летких компонентів, втрати еластичності, виникнення пор і тріщин [3-5]. Такі зміни у характеристиках матеріалу значно зменшує зусилля, які необхідно прикласти щоб утворилось пошкодження.

Для захисту від механічного втоми на приладах, експлуатація яких передбачає що провідник має часто міняти свою позицію повинні використовуватися шнури зі спеціальними оболонками, які передбачають часте згинання і розгинання. Також на вводах проводів у корпус приладу

часто встановлюють захисні втулки, які запобігають різкому перегину провідника, що збільшує термін служби приладу та змінює вплив слабого місця. Проте дуже часто виробники приладів нехтують даними правилами і додаткових заходів конструктивно непередбачено.

Щоб запобігти виникненню аварійних ситуацій в наслідок механічної втоми ізоляції необхідно дотримуватися вимог та регулярно проводити огляд кабельно-провідникової продукції в приладах, які доводиться часто переносити чи робота яких часто призводить до перегину провідників.

### **Література**

1. Гудим В. І., Столярчук П. Г., Ванько В. М., Рудик Ю. І. Технічне забезпечення нормативного рівня безпеки побутових електромереж. Пожежна безпека № 14, 2009 С. 40-44.

2. Gudym V., Yurkiv B., Nazarovets O. Mathematical modeling of heating processes in conductors of internal electrical networks in housing and public building. Fire Safety 2015; 26: 59-64.

3. Gudym V., Karbonicheck M., Nazarovets O. Analysis of microstructure of copper cable-conductor wares of electric networks which were in fire environment. Fire Safety 2012; 20: 144-149.

4. Mykyjchuk, Rudyk Yu. Material test and results estimation by safety indexes. Вимірювальна техніка та метрологія. 2021. Вип. 82, № 2. С. 38–45.

5. Рудик Ю. І., Шунькін В. М. Визначення обсягу горючого матеріалу кабельних виробів при випробуванні за показниками пожежної безпеки. Пожежна безпека : зб. наук. пр. Львів, 2019. № 34. С. 78–83

6. Рудик Ю. І. Вимірювання експлуатаційних параметрів безпеки електроінсталяцій Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. Нові рішення в сучасних технологіях. 2010. № 46. С. 166–170.



УДК 614.8

## **ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЖЕЖ ВНАСЛІДОК КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

**Вовк С.Я.**, кандидат технічних наук, доцент,

**Петровський В.Л.**,

**Кушнір А.П.**, кандидат технічних наук, доцент

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

У 2021 році в населених пунктах та на об'єктах суб'єктів господарювання зафіксовано – 79 тис. 457 пожеж. Внаслідок пожеж загинуло – 1 тис. 853 людини (у тому числі 35 дітей), 1 тис. 383 людини отримали травми (з них 90 дітей). Матеріальні втрати від пожеж становили 13 млрд 363 млн 545 тис. грн, у тому числі прямі збитки становили – 3 млрд 181 млн 197 тис. грн., побічні – 10 млрд 182 млн 348 тис. гривень. У будівлях і спорудах житлового сектору виникло 28 тис. 350 пожеж (- 4,5 %), внаслідок яких загинула 1 тис. 729 людей (+ 8,5 %). На об'єктах, на яких здійснюється державний нагляд (контроль), виникло 2 тис. 246 пожеж (- 8,9 %), із них 55 пожеж – у житлових будинках (-3,5 %). На підприємствах, в організаціях, закладах: приватної власності виникло – 1 тис. 484 пожежі; колективної власності – 323 пожежі; комунальної (муніципальної) власності – 287 пожеж; загальнодержавної власності – 139 пожеж.

Порівнюючи із 2019 та 2020 роками в Україні зареєстровано 95 тис. 915 порівняно із 2020 роком 101279 пожеж. Унаслідок пожеж загинуло – 1 тис. 902 людини (у тому числі 58 дітей) у 2020 році загинуло – 1728 людей, у тому числі 46 дітей; 452 людини отримали травми, у тому числі – 107 дітей. Матеріальні втрати від пожеж склали 10 млрд 622 млн 337 тис. грн, у тому числі прямі збитки становили 2 млрд 223 млн 326 тис. грн, побічні – 8 млрд 399 млн 11 тис. гривень порівняно із 2020 роком 12 млрд 606 млн 904 тис. грн (із них прямі збитки становлять – 2 млрд 631 млн 982 тис. грн; побічні – 9 млрд 974 млн 922 тис. грн). Щодня в Україні, в середньому, виникало 277 пожеж, матеріальні втрати від яких склали 34 млн 445 тис. гривень.

Статистичні показники стану з пожежами в Україні із 2019 по 2021 рік вказують на те, що найбільше пожеж виникало, на об'єктах яких здійснюється державний нагляд (контроль), у 2019 році – 2 тис. 495 пожеж, з них 36 пожеж - у житлових будинках, у 2020 році виникло – 2 тис. 466 пожеж, з них – 57 пожеж – у житлових будинках, у 2021 році – 2 тис. 246 пожеж, із них – 55 пожеж – у житлових будинках.

В період із 2019 по 2021 рік основними причинами виникнення пожеж були: у 2019 році необережне поводження з вогнем – 70 тис. 61 випадок; порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок – 11 тис. 75 випадків; у 2020 році

необережне поводження з вогнем – 74 тис. 204 випадки; порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок – 10 тис. 839 випадків; у 2021 році необережне поводження з вогнем – 52 тис. 805 випадків; порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок – 11 тис. 708 випадків [1,2,3].

Статистичні дані свідчать про те, що друге місце серед основних причин виникнення пожеж із загибеллю людей займає порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок.

Основними причинами пожеж від теплових проявів електричної енергії є:

- короткі замикання (КЗ);
- струмові перенавантаження;
- створення великих перехідних опорів (ВПО);
- інші причини.

Коротким замиканням (КЗ) називають будь-яке непередбачене нормальними умовами роботи замикання між фазами, а у системі з заземленою нейтраллю (або чотирьохпровідних) - також замикання однієї або декількох фаз на землю (або нульовий провід). Під час КЗ струм значно перевищує величини струму нормального режиму.

Таким чином, питання пожежної безпеки в електроустановках, а також встановлення та виявлення достовірних причин пожеж є важливим і актуальним. Фахівцям з дослідження пожеж на місці пожежі візуальним оглядом важко встановити достовірну причину пожежі від короткого замикання. Всі зазначені причини виникнення пожеж мають різні умови, серед яких варто відзначити первинність і вторинність короткого замикання, що являється важливим при встановленні причини пожежі. Під первинним коротким замиканням (ПКЗ) розуміють коротке замикання, яке відбувається без впливу на кабельно-провідникову продукцію небезпечних факторів пожежі, коротке замикання відбувається за нормальної (кімнатної) температури навколишнього середовища.

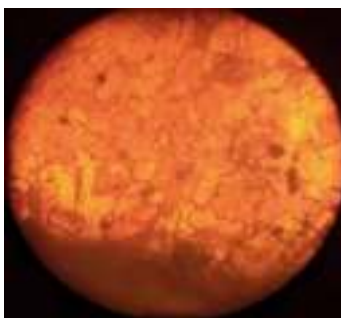
Під вторинним коротким замиканням (ВКЗ) розуміють коротке замикання, яке відбувається в процесі розвитку пожежі при підвищеній температурі навколишнього середовища (200°C та більше), достатній для початку інтенсивного термічного розпаду кабельно-провідникової ізоляції. У зв'язку з цим необхідно застосовувати для встановлення достовірної причини відповідні металографічні методи дослідження в лабораторних умовах, які дають точну оцінку передпожежної ситуації та самої причини виникнення пожежі. У таких випадках для більш певних висновків щодо питання про первинність чи вторинність аварійних режимів та причини виникнення пожежі застосовують інструментальний метод аналізу із вивчення мікроструктури провідника в місці оплавлення, що можливе лише в лабораторних умовах за допомогою металографічного мікроскопу [4,5].

З метою дослідження відмінностей мікроструктури мідного дроту із ознаками короткого замикання за різних температурних умов було проведено експериментальні металографічні дослідження із визначення відмінностей мікроструктури мідних дротів кабельно-провідникової продукції, а саме мідний дріт перерізом  $2,5 \text{ мм}^2$  після коротких замикань в різних температурних умовах. Металографічні дослідження мікроструктури кристалітів міді проводили на шліфах, які були виготовленні за спрощеною методикою. Взірці дроту із ознаками короткого замикання розміщали в алюмінієві круглі форми і заливали розплавленою сіркою (S), після затвердіння зразки шліфували на абразивному папері різної зернистості та полірували за допомогою алмазної пасту, а також поверхню шліфа протравлювали нанесенням на поверхню різних травників з метою виявлення структури (рис.1).



**Рисунок 1** – Шліф протравлений

Результати подальших металографічних досліджень мікроструктури мідних дротів представлені на рисунках 2-3.



**Рисунок 2** – Мікроструктура мідного дроту з ознаками короткого замикання нагрітого відкритим полум'ям температурою  $600^{\circ}\text{C}$  до та після КЗ протягом 10 хв.



**Рисунок 3** – Мікроструктура мідного провідника з ознаками короткого замикання в звичайних умовах.

### **Висновки**

1. Коротке замикання кабельно-провідникової продукції в умовах нагрівання до та після дії відкритого полум'я призводить до утворення в мідних дротах округлої форми кристалітів міді.

2. Коротке замикання кабельно-провідникової продукції в звичайних умовах інтенсифікує процеси оплавлення дротів і сприяє формуванню витягнутої структури кристалів міді так званої дендритної.

3. Достовірну причину первинного короткого замикання без проведення металографічного аналізу структури мідного дроту без спеціального обладнання встановити вкрай важко.

### **Література**

1. ЗВІТ про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2019 році.

2. ЗВІТ про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2020 році.

3. ЗВІТ про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2021 році.

4. Гудим В.І., Назаровець О.Б., Кузін О.А.. Особливості мікроструктури мідних дротів, нагрітих електричним струмом і відкритим полум'ям Пожежна безпека: Зб. Наук. праць. - ЛДУБЖД, 2013, - № 22. - С. 55-61.

5. Методика дослідження електричних провідників з ознаками короткого замикання, ЕС МВС України, Київ-2014.

УДК 004.932.4, 004.627, 004.514

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У ЛІСОВИХ МАСИВАХ**

**Ковівчак Я.В.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Дубук В.І.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Дмитришин А.Я.**, магістр  
**Національний університет «Львівська політехніка»**

Інтенсивний промисловий розвиток багатьох країн супроводжується у багатьох випадках високою інтенсивністю викидів вуглецю та інш. парникових газів, що призводить до глобальних змін клімату. Зміни у кліматі також можуть бути спричинені значною кількістю надзвичайних ситуацій у лісових масивах, зокрема пожеж [1, с.547]. Вченими досліджено [2, с.290], що зміни клімату впливають на ключові параметри лісових екосистем та їх пожежний стан. Наслідки пожеж впливають на параметри лісових екосистем [3, с. 1179], у переважній більшості відповідні впливи є негативними.

В Україні ліси займають площу близько 10 мільйона га [4], при цьому важливим питанням обліку, підтримки, розвитку, використання і захисту лісового фонду приділяється належна увага держави [5]. Для більш ефективної реалізації відповідних завдань розробляються та використовуються інформаційні системи обліку об'єктів лісопаркового господарства [6, с.25-35].

Складність розв'язання проблеми запобігання надзвичайним ситуаціям у лісових масивах полягає у тому, що у більшості випадків території лісових масивів є великими за роз-мірами, віддаленими і недостатньо контрольованими. Це ускладнює задачі раннього виявлення можливих надзвичайних ситуацій, зокрема – пожеж, і затримує їх ліквідацію.

З інтенсивним розвитком інформаційних систем і технологій відкриваються нові можливості для запобігання надзвичайним ситуаціям у лісових масивах.

Для реалізації ефективного запобігання надзвичайним ситуаціям у лісових масивах необхідно здійснювати швидке їх виявлення і повідомлення не тільки про наявність, але й про потенційну можливість виникнення лісових пожеж.

На сьогодні застосовують широкий спектр різних засобів виявлення та моніторингу надзвичайних ситуацій у лісових масивах: візуальне спостереження з контрольних веж; засоби аеро- та супутникового спостереження; автоматизовані системи моніторингу.

До основних засобів супутникового спостереження можна віднести полярні орбітальні комплекси та геостационарні платформи. Полярні

орбітальні комплекси розміщено на супутниках Terra, Aqua та NASA-NOAA Suomi NPP. Вони дають змогу отримати детальне зображення всієї земної поверхні до двох разів на день. До найбільш відомих геостационарних платформ можна віднести систему “Copernicus” [7], яка розроблена країнами Європейської спільноти для здійснення постійних спостережень за земною поверхнею. Перевагами даного методу є те, що спостереження одночасно здійснюються на великих територіях, а отримані дані є достатньо точними. Недоліком є висока вартість таких супутникових систем.

Одним із прикладів вітчизняних засобів відеомоніторингу надзвичайних ситуацій у лісових екосистемах є автоматизований апаратно-програмний комплекс “Азимут” [8, с. 59-60]. Принцип роботи даного комплексу полягає у тому, що у режимі реального часу відео-зображення з камер передається за допомогою мереж Wi-Fi на диспетчерський пункт. При виникненні пожежі здійснюється визначення координат місця займання. Отримані дані передаються диспетчеру. Відповідний комплекс дає змогу прокласти та оптимізувати маршрути до місця виникнення надзвичайних ситуацій.

До переваг комплексу можна віднести: отримання зображення в режимі реального часу; можливість визначення місця виникнення пожежі; формування оптимальних маршрутів для пожежних підрозділів; можливість зворотнього зв'язку та спостереження за діями пожежної бригади; охоронні функції. Недоліки комплексу: висока вартість комплексу та обслуговування; вимога наявності покриття мережами Wi-Fi великих за площею лісових територій.

У даній науковій праці розглянуто особливості розробки автоматизованої системи моніторингу надзвичайних ситуацій у лісових масивах. Відповідна система в режимі квазіреального часу уможливить виявлення і вивід повідомлення про лісові пожежі, а також оперативного отримати інформацію про передумови їх можливого виникнення.

У відповідності до приведеної концептуальної моделі, передбачено використання наступних зовнішніх сутностей: давачів температури та вологості повітря, давача звуку, давача наявності вогню та давача газу. За допомогою вказаного набору давачів у реальному часі здійснюється моніторинг стану навколишнього середовища. Користувач системи має можливість здійснювати перегляд отриманих даних. В основу моделі системи покладено клієнт-серверну архітектуру [9, 10, 11]. При цьому вся отримана інформація обробляється та зберігається на сервері. На рис. 1 приведено розроблену концептуальну модель системи моніторингу надзвичайних ситуацій у лісових екосистемах.



Рисунок 1 – концептуальна модель системи

Дані про біжучий стан навколишнього середовища лісового масиву відбираються сенсорами та передаються в систему за допомогою модуля збору та надсилання даних (рис. 2).

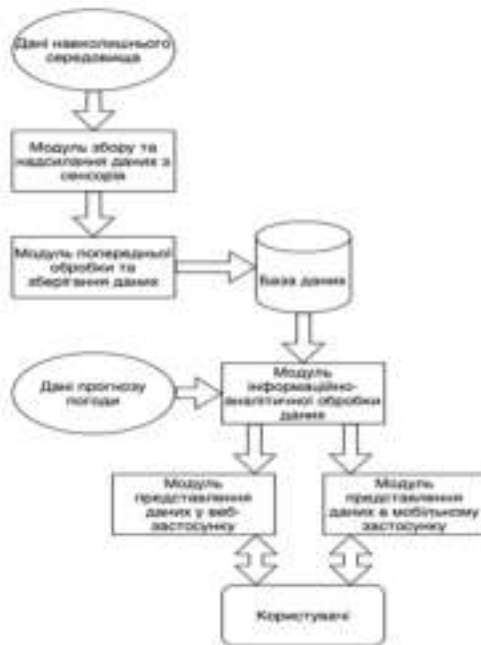


Рисунок 2 – схема структурна системи

Далі здійснюється попереднє опрацювання даних відповідним модулем, після чого оброблені дані завантажуються у базу даних. Отримані дані аналізуються з використанням модуля інформаційно-аналітичної обробки даних.

У випадку необхідності цей модуль формує повідомлення про виявлені надзвичайні ситуації та прогноз можливих надзвичайних ситуацій у навколишньому середовищі.

Отримані та опрацьовані дані, сформовані повідомлення та звіти з прогнозами виводяться користувачу за допомогою інтерфейсних модулів представлення даних у версіях веб- або мобільного застосунку.

Активізація мікроконтролера здійснюється автоматично при першому його включенні або при його виході зі стану “сну”. Якщо ініціалізація є успішною, тоді відбувається опитування та збір даних від сенсорів [12-15], якщо ні - алгоритм завершується. Користувачами системи можуть бути диспетчер державної лісової охорони України або працівник лісового господарства.

Автоматизована система надає їм наступні можливості: отримати біжучі дані та дані за попередні періоди часу про стан навколишнього середовища (значення температури, вологості та задимленості повітря у відсотках), які можуть бути представлені у вигляді графічної інформації; здійснити аналіз отриманих даних і визначити біжучий стан пожежної небезпеки; автоматично отримувати повідомлення про виявлені надзвичайні ситуації; здійснювати перегляд та аналіз отриманих повідомлень; отримувати звіти, що містять прогноз погоди і очікуваний рівень пожежної небезпеки; здійснювати додавання, видалення та перегляд інформації про планові вирубки дерев. Вхідними даними для системи є дані про стан навколишнього середовища лісової екосистеми. Після їх опрацювання, система візуально відображає отриману інформацію та щоденні прогнози про рівень пожежної небезпеки.

**Висновок.** У результаті виконання роботи було розроблено концепцію автоматизованої системи моніторингу надзвичайних ситуацій у лісових екосистемах. Запропонована система дасть змогу підвищити рівень ефективності та своєчасності виявлення надзвичайних ситуацій при лісових пожежах. Вона може використовуватись окремо для виявлення локальних надзвичайних ситуацій, так і у якості елемента більш глобальних систем моніторингу надзвичайних ситуацій у лісових екосистемах.

### Література

1. Martin, D.A. Linking fire and the United Nations Sustainable Development Goals. *Sci Total Environ.* 2019 Apr 20;662:547-558. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.393. Epub 2018 Dec 28. PMID: 30699375.
2. Rocca, M.E., Brown, P.M., MacDonald, L.H., Carrico, Ch. M. Climate change impacts on fire regimes and key ecosystem services in Rocky Mountain forests. *Forest Ecol. Manage.* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2014.04.005>



3. Vukomanovic, J., Steelman, T. A Systematic Review of Relationships Between Mountain Wildfire and Ecosystem Services. *Landscape Ecol* 34, 1179–1194 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00832-9>

4. Рослинність лісів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvita.ua/vnz/ reports/biolog/27023/>

5. Починається активна фаза пожежонебезпечного періоду: ліквідовано 86 лісових пожеж. Державне агентство лісових ресурсів України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://forest.gov.ua/news/pochinayetsya-aktivna-faza-pozhezhonebezpechnogo-periodu-likvidovano-86-lisovih-pozhez> (дата звернення: 22.08.2022).

6. Дубук, В.І., Ковівчак, Я.В., Кусяк, А.М. (2021). Розробка інформаційної системи обліку об'єктів лісопаркового господарства. Комп'ютерні технології друкарства, 2 (46), 25 – 35. <https://doi.org/10.32403/2411-9210-2021-2-46-25-35>

7. Thépaut, J.-N. Copernicus Climate Change Service (C3S). European Contribution to the Monitoring of Essential Climate Variables from Space. URL: <https://www.ecmwf.int/sites/default/files/elibrary/2017/17860-european-contribution-monitoring-essential-climate-variables-space.pdf>.

8. Зібцев С.В., Сошенський О.М. Підвищення пожежної безпеки української частини Транскордонної Рамсарської території «Ольмани–Переброди» та розробка рекомендацій для транскордонного плану управління пожежами. Звіт.- Київ-Сарни – 2019. – 71 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u184/zvit\\_olmani-perebr\\_ohor\\_vid\\_pozhez\\_h\\_zibcev\\_s.soshenskiyo.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u184/zvit_olmani-perebr_ohor_vid_pozhez_h_zibcev_s.soshenskiyo.pdf) (дата звернення: 22.08.2022)

9. Berson, A. (1996). Client-server architecture. New York. McGraw-Hill, 569 p.

10. Firebase helps you build and run successful apps. URL: <https://firebase.google.com/> (Data of Access: 05.09.2022).

11. MongoDB Documentation. URL: <https://www.mongodb.com/docs/> (Data of Access: 05.09.2022).

12. MQ-2 Smoke Sensor. URL: <https://www.winsen-sensor.com/sensors/combustible-sensor/mq2.html> (Data of Access: 05.09.2022).

13. Sound Sensor Waveshare. URL: <https://www.waveshare.com/sound-sensor.htm> (Data of Access: 05.09.2022).

14. DHT22 Humidity and Temperature Sensor. URL: <https://www.apogeeweb.net/circuitry/dht22-datasheet-pdf-pinout-arduino.html> (Data of Access: 12.04.2022).

15. SunFounder Flame Sensor Module. URL: <https://www.sunfounder.com/products/flame-sensor-module> (Data of Access: 05.09.2022).

УДК 614.8

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ НЕОБХІДНОГО ОБ'ЄМУ  
ПОЖЕЖНИХ ВОДОЙМИЩ****Петухова О.А.**, кандидат технічних наук, доцент,**Черехаха Р.Е.**,**Добринська В.Є.**,**Кулеш Д.П.****Національний університет цивільного захисту України**

Питання пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення є актуальними. Труднощі в подачі води на ліквідацію пожеж та інших надзвичайних ситуацій є по всій Україні та пов'язані з недостатністю водозабезпечення деяких її регіонів, а також з веденням бойових дій. Одним з напрямків вирішення цього питання є влаштування та підтримування у робочому стані ємнісних споруд, які призначені для збереження запасів води, пристосовані для її забору в будь-яку пору року за відповідним призначенням та мають відповідні покажчики. Такими спорудами можуть бути пожежні водоймища (ПВ), які одночасно (за умовою відповідності сучасним вимогам) обслуговують декількох різних за призначенням водоспоживачів. Реалізація такого підходу забезпечує необхідність фактичного підтримування у працездатному стані ПВ, що значно підвищує ефективність їх використання для гасіння пожеж.

Ємнісні споруди, що зберігають запас води на пожежогасіння, умовно можливо розділити на дві групи. До першої групи відносяться ПВ, які призначені лише для збереження запасів пожежних витрат води. До другої групи відносяться ПВ загальний об'єм яких розділюється на дві частини: недоторканий запас води (на пожежогасіння) та регулюючий об'єм (містить необхідну кількість води для забезпечення водою споживачів не пожежного призначення, що підключені до цього ПВ, в будь-яку годину доби та пору року) [1-3].

Аналіз надійності роботи ПВ, що відносяться до кожної умовної групи, показав, що ПВ, які одночасно обслуговують різних за призначенням споживачів, фактично постійно знаходяться в працездатному стані, а також за умовою передбачення конструктивного способу збереження недоторканого запасу води [2], надійно забезпечують збереження та можливість подачі необхідної кількості води для здійснення успішного гасіння пожежі. Таким чином, залишається лише питання визначення величини регулюючого об'єму для забезпечення надійної подачі води з ПВ водоспоживачам непожежного призначення.

Розрахунок регулюючого об'єму ПВ здійснюється різними способами. Найбільш точні та при цьому мінімальні значення одержуються при виконанні розрахунку табличним способом [2], який у відмінності від аналітичного [1] враховує фактичний режим роботи споруд, які забезпечують подачу води до ПВ та забір води з нього. Але такий спосіб можливий для використання лише при наявності відповідних даних. При недостатності даних щодо режимів роботи споруд до та після ПВ, розрахунок регулюючого об'єму здійснюється за формулою (1), що наведена в [1], та при одержанні дуже великих значень, приймається в межах 20 % від добового водоспоживання, що робить процес розрахунку простим, але одержаний результат – необґрунтованим. Таким чином, доцільно визначити фактори, що впливають на процедуру розрахунку та його результати.

$$W_{\text{рег}} = Q_{\text{розрах}} \left[ 1 - K_n + (K_{\text{год}} - 1) \left( \frac{K_n}{K_{\text{год}}} \right)^{(K_{\text{год}} - 1)} \right], \text{ м}^3, \quad (1)$$

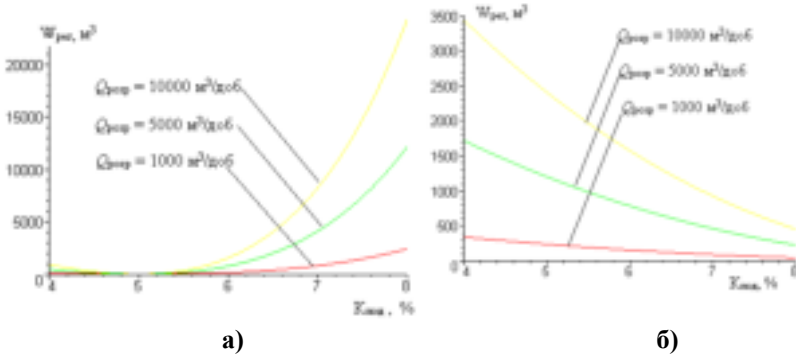
де:  $Q_{\text{розрах}}$  – розрахункові витрати води за добу максимального водоспоживання, м<sup>3</sup>/доб;

$K_n$  – відношення максимального годинного наповнення ПВ до середньої годинної витрати у добу максимального водоспоживання;

$K_{\text{год}}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності відбору води з ПВ, який визначається як відношення максимального годинного відбору води з ПВ до середньої годинної витрати у добу максимального водоспоживання.

Аналіз (1) показав, що величина регулюючого об'єму ПВ в значній мірі залежить від коефіцієнтів  $K_n$  та  $K_{\text{год}}$ , які в свою чергу залежать від нерівномірності подачі (характеризується коефіцієнтом нерівномірності  $K_{\text{под}}$ ) та забору (характеризується коефіцієнтом нерівномірності  $K_{\text{заб}}$ ) води з ПВ.

Було виконано дослідження впливу кожного коефіцієнта на регулюючий об'єм ПВ для значень розрахункових витрат  $Q_{\text{розрах}} = 1000 \text{ м}^3/\text{доб}$ ,  $5000 \text{ м}^3/\text{доб}$  та  $10000 \text{ м}^3/\text{доб}$ . Дослідження показало, що регулюючий об'єм ПВ при мінімальних значеннях коефіцієнту нерівномірності забору води (5 %) може змінюватися в межах від 100 до  $25000 \text{ м}^3$  (рис.1 а), а при максимальних (10,4 %) – в межах 200 –  $3500 \text{ м}^3$  (рис.1 б).



**Рисунок 1** – Залежність регулюючого об'єму ПВ  $W_{\text{рег}}$  від коефіцієнту максимальної годинної подачі води до ПВ  $K_{\text{под}}$  (4 – 8 %) для значень розрахункових витрат  $Q_{\text{розра}} = 1000 \text{ м}^3/\text{доб}$ ,  $5000 \text{ м}^3/\text{доб}$  та  $10000 \text{ м}^3/\text{доб}$  при значенні коефіцієнта максимального годинного забору води з ПВ: **а)**  $K_{\text{заб}} = 5 \%$ ; **б)**  $K_{\text{заб}} = 10,4 \%$

Таким чином, ПВ є елементом системи водопровідного або безводопровідного водопостачання, що фактично може забезпечити умови успішного гасіння пожежі. Для підвищення надійності роботи ПВ доцільно орієнтувати його на одночасне обслуговування різних за призначенням водоспоживачів, обґрунтовано розраховуючи його об'єм, а саме величину недоторканого та регулюючого запасу води в ньому.

### Література

1. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 01-01-14]. – Київ: Мінрегіон України, 2013. 172 с. (Державні будівельні норми України).
2. Петухова О.А., Горносталь С.А., Уваров Ю.В. Спеціальне водопостачання: підручник. Харків: НУЦЗУ, 2015. 256 с.
3. Петухова О.А., Добринська В.С. Влаштування пожежних водоймищ та їх вплив на екологічну та техногенну безпеку територій. Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій-2022: 2022 рік: матеріали І Міжнародної наук.-практ. конф., 26–27 травня 2022 р. Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. С. 472-474

УДК 621.318

## **ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

**Кравець І.П.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Високий рівень електрифікації в суспільстві супроводжується насиченістю різноманітним електрообладнанням. Кабельно-провідникова продукція є невід’ємною частиною цього електрообладнання, адже по ній відбувається передача та розподіл електричної енергії, сигналів або інформації. Кабельна продукція значно спростила будні: завдяки різноманітності існуючих марок кабелів і проводів можна підібрати продукцію для будь-яких потреб і призначень (від пристроїв радіозв’язку та телебачення до екскаваторів і літальних апаратів) [1]. До кабельно-провідникової продукції входять кабелі, шнури та проводи (рис.1).



**Рисунок 1** – Види кабельно-провідникової продукції: кабелі, шнури та проводи

Головним її призначенням є передача електроенергії на відстані та підключення до: мережі побутового та промислового обладнання, технологічних установок, розподільних щитів; живлення мобільних робочих машин (екскаваторів та торфодобувних машин), електрообладнання кораблів, літаків тощо. Проте є один великий недолік – загоряння кабелів та проводів, що часто виникає внаслідок аварійних режимів роботи та спричиняє велику кількість пожеж щороку.

Будь-які електромережі повинні відповідати технічним умовам, які передбачають виконання низки вимог, в тому числі і протипожежних. Всі ці мережі, які використовуються за призначенням і відповідають умовам експлуатації, не несуть жодної загрози з погляду пожежної небезпеки.

Нехтування цими вимогами призводить до короткого замикання, перевантаження та інших аварійних режимів роботи електромереж, які, в кінцевому результаті, призводять до пожеж [2].

Електричний струм при проходженні у провідниках проявляє себе тепловою дією, коли електрична енергія перетворюється в теплову. Функціонування обладнання супроводжується надмірним нагріванням елементів електроустановок, виділенням і розсіюванням тепла, утворенням іскор або дуг в міжконтактному просторі. Все це призводить з часом до загоряння кабелів та проводів. Також необхідно брати до уваги виділення диму, його токсичність і корозію, що утворюються під час горіння кабельної продукції, а також належну здатність його функціонувати в умовах пожежі.

Причиною надмірного нагрівання та займання кабелів може бути неправильне (скручене) з'єднання проводів, слабка герметичність або сильне окислення контактних поверхонь і місць з'єднання проводів. Негерметичний контакт штепсельної вилки в розетці може призвести до інтенсивного нагрівання розетки і згодом займання перегородок і стін, в яких розміщена розетка. Це пов'язано з великим локальним перехідним опором. У цих випадках запобіжники не запобігають пожежі, оскільки струм в електричному колі не збільшується, і лише, за рахунок збільшення опору в деяких місцях (зазвичай на довгих ділянках), нагрівання ділянок з поганим з'єднанням проводів досягає небезпечних меж. Іскри утворюються при поганому з'єднанні проводів або контактів, які з часом нагрівають навколишній простір до 150 - 160°C, що є ідеальною умовою для самозаймання [4]. Якщо навколо поганого електричного контакту є горючі матеріали (пил, тирса, горючі пластмаси), то це призводить до самозагоряння.

Щоб зменшити ймовірність виникнення пожежі через проводку, слід якомога більше уваги приділяти якості контактів, з'єднань проводів, розеток, розподільних коробок, автоматичних вимикачів, тощо. Необхідно перевіряти їх стан відразу після встановлення та робити регулярний огляд електромережі в будинку після її експлуатації. Контакти повинні бути щільними і не мати ознак горіння та іскроутворення (затемнення та пробую ізоляції). Ці місця є джерелом майбутніх пожеж. Самозаймання відбувається, коли продукти піролізу змішуються з повітрям і температура досягає значення, достатнього для займання [3]. Займання супроводжувалося вибуховим спалахом.

Для збереження проводки в хорошому стані слід застосовувати різні заходи захисту, наприклад, прокладати її під штукатуркою, а не під легкозаймистими будматеріалами. Що стосується електрощитів, то їх краще вибирати з металу або негорючого пластика – це буде служити захистом від поширення пожежі. Також важливо хоча б раз на рік робити ревізію електропроводки: переглядати всі з'єднання проводів в розетках, вимикачах, розподільних коробках і в самому електрощиті. Навіть за нормальних умов ізоляція постійно втрачає свої початкові властивості та старіє. З плином часу

виникають місцеві дефекти, в зв'язку з чим опір ізоляції починає різко знижуватись, а струм втрат – зростати. В місці дефекту з'являються часткові розряди, ізоляція вигорає. Відбувається, так званий, пробій ізоляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, котре може призвести до пожежі [4].

З метою запобігання цього здійснюється періодичний і безперервний контроль ізоляції, який передбачає вимірювання активного опору ізоляції у встановлені правилами терміни (1 раз на 3 роки), а також при виявленні дефектів [5]. Своєчасне виявлення дефектів, поганого контакту і оплавлених проводів є одним з ефективних способів захисту електромережі від пожежі. Якщо проводка стара, обов'язково необхідно замінити її на нову при найближчому ремонті. Потріскана ізоляція, старі розетки, розраховані на менше струмове навантаження, – все це може привести до пожежі в будь-який момент.

Електромережа в будинках та спорудах повинна мати надійну систему протипожежного захисту та захисту людей і тварин від ураження електричним струмом. В електрощитках приміщень необхідно обов'язково встановити спеціальні захисні пристрої, а саме: автоматичні вимикачі, які би захищали від короткого замикання і перевантаження, та пристрої захисного вимкнення.

Таким чином, завдяки правильному проектуванню, якісному монтажу і технічно грамотною експлуатацією із дотриманням відповідних протипожежних нормативних вимог визначається надійність функціонування електричних мереж та її пожежна безпека.

### **Література**

1. ДСТУ EN 50086-1:2004 Системи кабелепроводів для електричних установок. Частина 1. Загальні технічні вимоги (EN 50086-1:1993, IDT).
2. Кравець І.П., Коваль М.С. Аналіз пожежонебезпечних проявів електричного струму / І.П. Кравець, М.С Коваль // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2007. – № 10. – С. 75–81.
3. Рудик Ю. І., Шунькін В. М. Визначення обсягу горючого матеріалу кабельних виробів при випробуванні за показниками пожежної безпеки / Ю. І. Рудик, В. М. Шунькін // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2019. – № 34. – С. 78–83.
4. Гудим В.І., Юрків Б.М., Назаровець О.Б. Математичне моделювання процесів нагрівання провідників внутрішніх електричних мереж житлових та громадських будівель / В. І. Гудим, Б.М. Юрків, О.Б. Назаровець // Збірник наукових праць «Пожежна безпека». – 2015. – № 26. – С. 59–64.
5. Правила улаштування електроустановок. Харків: Видавництво «Індустрія», 2017. 624 с.

УДК 621.313.36

**РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ОДНОФАЗНОГО  
КОЛЕКТОРНОГО ДВИГУНА ЗМІННОГО СТРУМУ ДЛЯ ПОМП  
СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ****Копчак Б.Л.**, доктор технічних наук,**Корольчук Є.О.**, студент**Національний університет «Львівська політехніка»**

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Останнім часом при синтезі та моделюванні електромеханічних систем (ЕМС) інтерес до однофазних колекторних двигунів змінного струму (ОКД ЗС), як різновиду універсальних електродвигунів, значний. Проте на відміну від універсальних двигунів, ОКД ЗС не проєктується на роботу від мережі постійного струму. ОКД ЗС – це двигуни, які за конструкцією схожі до двигунів постійного струму послідовного збудження, але працюють від мережі змінного струму. Такі двигуни розвивають значні обертові моменти та мають невеликі габарити і масу, а також забезпечують високі швидкості обертання, які можуть досягати кількох десятків тисяч обертів за хвилину. Широке застосування ОКД ЗС отримали завдяки можливості отримання різних швидкостей обертання, які можна досить просто, плавно та економно змінювати в широкому діапазоні, а також відносно високому коефіцієнту корисної дії, хорошему пусковому моменту за невеликих пускових струмів і відносно низькій вартості. Наприклад, для побутової техніки та ручного електроінструменту випускаються однофазні двигуни з швидкостями обертання від 5000 до 30000 об/хв, що живляться від мереж з промисловими частотами 50 – 60 Гц і стандартною напругою 220 В. Різні приклади застосування таких двигунів потужністю від долі Ваг до декількох кВаг розглянуті в [1]. Їх можна застосовувати для pomp систем водяного та пінного пожежогасіння, ручного аварійно-рятувального електроінструменту. Аналіз літературних джерел показав, що питання моделювання режимів роботи такого типу двигунів досліджене досить мало через проблему відсутності параметрів таких двигунів. Звичайно деякі дані можна отримати з паспортних даних – номінальну напругу живлення, потужність, швидкість обертання, проте цього явно не достатньо. Так в дослідженнях [2] розглядається створення математичної моделі для універсального двигуна, проте більшою частиною параметрів автори просто задалися наближено. В [3] розглядається ОКД ЗС, що живиться від інвертора і для неї відомі основні параметри на основі паспортних даних. В останніх версіях пакету MATLAB Simulink з'явилася модель універсального двигуна [4], яку можна використати для дослідження ОКД ЗС, проте з опису не зрозуміло, яка математична модель там використана,



а параметри які там є стосуються американського стандарту напруги живлення.

Метою даної роботи є розробити та дослідити модель ОКД ЗС в середовищі MATLAB Simulink на основі даних, отриманих при використанні проектного розрахунку.

### МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Система диференціальних рівнянь, що описує ОКД ЗС, виводиться з еквівалентної схеми двигуна [2] показаної на рис. 1, де  $u(t)$  – миттєве значення напруги живлення,  $e(t)$  – ЕРС самоіндукції,  $i(t)$  – миттєве значення струму якоря,  $J$  – момент інерції машини і навантаження,  $D$  – коефіцієнт в'язкого тертя,  $T(t)$  – електромагнітний момент,  $T_l(t)$  – момент навантаження,  $\omega(t)$  – кутова швидкість. Використовуючи другий закон Кірхгофа, схема на рис. 1 може бути описана наступним диференціальним рівнянням

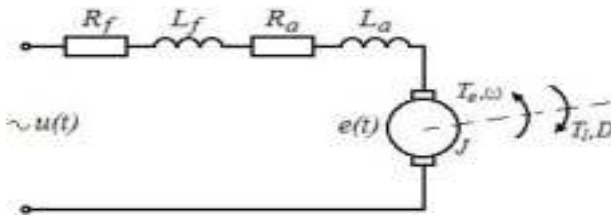


Рисунок 1 – Еквівалентна електрична та механічна схема двигуна

$$u(t) - (L_a + L_f) \frac{di(t)}{dt} - e(t) = (R_a + R_f)i(t), \quad (1)$$

Диференціальне рівняння, що описує механічну поведінку електродвигуна:

$$T_e(t) = T_l + D\omega(t) + J \frac{d\omega(t)}{dt}, \quad (2)$$

Загальна індукована ЕРС в обмотці ротора  $e = N/2a \cdot p/\pi \cdot \omega \Phi_\delta = k_a \omega \Phi_\delta$

де:  $k_a = N/2a \cdot p/\pi$  називається константою якоря.

Припускаючи, що ОКД ЗС працює в ненасиченому стані, потік прямо пропорційний струму в обмотці збудження, а оскільки обмотка збудження з'єднана послідовно з обмоткою якоря, то потік пропорційний струму ротора  $\Phi_\delta = k_\Phi I_a$ ,

де:  $k_\Phi$  - постійна потоку. Тоді:

$$e = k_a k_\Phi \omega I_a, \quad (3)$$

Далі розглянемо вираз для отримання електромагнітного крутного моменту  $T_e = N/2a \cdot p/\pi \cdot I_a \Phi_\delta = k_a I_a \Phi_\delta$ . Знову ж таки, згідно допущення, потік прямо пропорційний струму машини, тому рівняння рівняння може бути написано як [5]

$$T_e = k_a k_\Phi I_a^2, \quad (4)$$

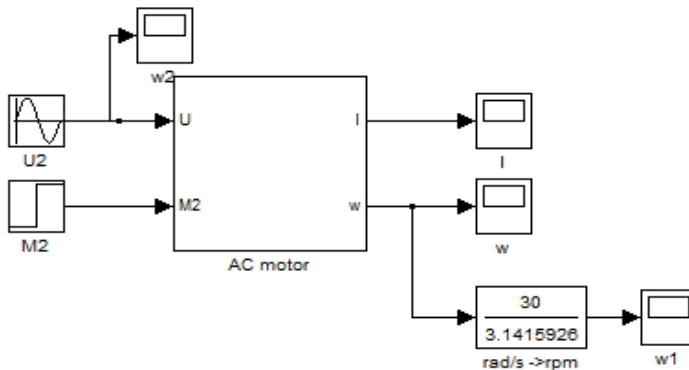
Тепер електромеханічна система ОКД ЗС описується наступною системою диференціальних рівнянь, що утворюють за рівняннями

$$u(t) - (L_a + L_f) \frac{di(t)}{dt} - k_a k_\Phi \omega(t) i(t) = (R_a + R_f) i(t), \quad (5)$$

$$k_a k_\psi i^2(t) = T_l + D \omega(t) + J \frac{d\omega(t)}{dt},$$

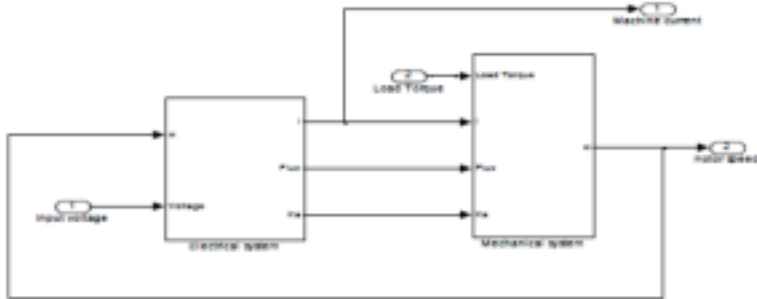
де: зворотна ЕРС і крутний момент були замінені виразами, отриманими в (3) та (4), відповідно.

Модель ОКД ЗС, побудована на основі системи диференціальних рівнянь (5), реалізована в Simulink, як блок-схема. Напряга живлення ОКД ЗС  $u(t)$  і момент навантаження на валу  $T_l$  є вхідними сигналами, а струм  $I_a$  і швидкість ротора  $\omega$  є вихідними. Розроблена лінійна модель ОКД ЗС в Simulink представлено на рис. 2.



**Рисунок 2** – Загальний вигляд моделі ОКД ЗС в середовищі MATLAB SIMULINK

Модель ОКД ЗС, показана на рис.2, складається з блока, що представляє електричну частину системи, побудовану на основі першого рівняння (5), та іншого блока, що представляє механічну частину систему, побудовану на основі другого рівняння (5), як показано на рис. 3. Для того, щоб використати розроблену модель ОКД ЗС та дослідити її необхідні параметри досліджуваного двигуна.



**Рисунок 3** – Електрична і механічна частина моделі ОКД ЗС в середовищі MATLAB SIMULINK

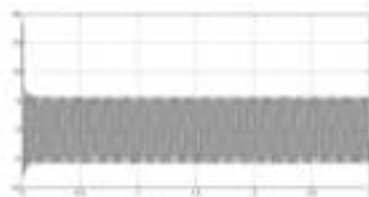
Розглянемо приклад, якщо завдання на розрахунок ОКД ЗС містить такі дані:  $P_n = 600$  Вт,  $U_n = 220$  В,  $f_n = 50$  Гц,  $n_n = 7000$  об/хв., режим роботи тривалий. Проведемо проектний розрахунок ОКД ЗС на основі методики [5]. Однозначно привести тут всі результати проектного розрахунку не можна, через їх значний об'єм, проте наведемо основні результати, які будуть використані при створенні математичної моделі:  $R_a = 0,97$  Ом,  $L_a = 0,01338$  Гн,  $R_f = 0,208$  Ом,  $L_f = 0,0133$  Гн,  $k_a = 484,076$ ,  $k_\phi = 0,0002159$  розраховані для номінального струму  $I_a$ .

Крім того, було проведено розрахунок магнітного кола двигуна, в результаті якого було отримано характеристику намагнічування двигуна, а також розраховано робочі характеристики двигуна, зокрема  $P_1 = f(P_2)$ ,  $I_a = f(P_2)$ ,  $M = f(P_2)$ ,  $\cos \varphi = f(P_2)$ ,  $\eta = f(P_2)$ ,  $n = f(P_2)$ . Останнім етапом проектного розрахунку є креслення двигуна та його основних складових елементів. Розглянута тут модель ОКД ЗС не враховує насичення, проте в результаті проектного розрахунку отримується характеристика намагнічування двигуна.

Поведемо дослідження розробленої моделі ОКД ЗС в різних режимах роботи. На рис. 4 показано перехідний процес швидкості обертання ротора ОКД ЗС при запуску з номінальним моментом  $M_n = 0,818$  Нм, а на рис. 5 перехідний процес струму.



**Рисунок 4** – Перехідний процес швидкості ОКД ЗС при запуску з  $M_n = 0,818$  Нм



**Рисунок 5** – Перехідний процес струму ОКД ЗС при запуску з  $M_n = 0,818$  Нм

На рис. 6 показано перехідний процес швидкості обертання ротора ОКД ЗС в режимі неробочого ходу при запуску з моментом близьким до неробочого ходу  $M_H=0,2$  Нм, а на рис. 7 перехідний процес струму

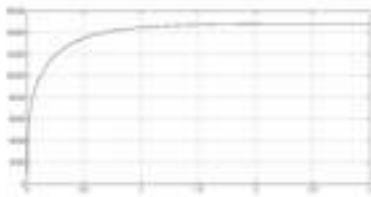


Рисунок 6 – Перехідний процес швидкості ОКД ЗС при запуску з  $M_H=0,2$ Нм

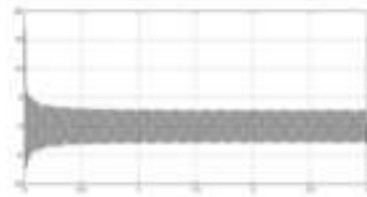


Рисунок 7 – Перехідний процес струму ОКД ЗС при запуску з  $M_H=0,2$ Нм

**Висновки.** Розглянуті теоретичні основи та розроблена і досліджена модель ОКД ЗС в середовищі MATLAB Simulink на основі даних, отриманих при використанні проектного розрахунку, під час якого було отримано всі необхідні для математичної моделі параметри двигуна, продемонстрували перспективи застосування ОКД ЗС для водяних pomp.

### Література

1. M. Jufer, Electric Drives: Design Methodology. John Wiley & Sons, 2013.
2. H. Grop, “Modelling of a universal motor with speed control,” Master Thesis, Royal Institute of Technology. Stockholm, 2006.
3. D. Spirov, and M. Dochev, “Soft-switching inverter-fed single-phase collector motor drive,” The International Conference on Technologies and Materials for Renewable Energy, Environment and Sustainability, TMREES14. Energy Procedia, vol. 50, pp. 744 – 750, 2014.
4. W. Bolton, Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering, 3rd ed., Pearson Education, 2004.
5. I. Biliakovskiy, and V. Hladkyi, Calculation of Single-phase Collector Motors of Low Power. Lviv: NU Lviv Polytechnic, 2008.

УДК 614.84; 620.91

## **СИСТЕМНИЙ БЛИСКАВКОЗАХИСТ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ**

**Соляник Н. Ю.,**

**Назаровець О. Б.,** кандидат технічних наук, доцент

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Все частіше власники будинків та підприємці-інвестори вкладають кошти в альтернативні системи енергетики як перспективну, економічно та екологічно вигідну галузь. Більшість власників нехтують критеріями пожежної безпеки, тим самим завдають шкоди собі. Оскільки, удар блискавки, прямий чи непрямий, може призвести як до простою, так і до витрат на виявлення та заміну пошкоджених деталей. Прямі удари, хоча і рідкісні, руйнували б (розплавили) панелі, інвертори тощо. Непрямі удари, які є більш імовірними, призведуть до високої напруги в систему, що руйнує провідники, фотоелектричні панелі та компоненти, а також призведе до небезпечного іскроутворення, яке може запалити горючий матеріал.

За даними, опублікованими Міжнародним агентством з відновлюваних джерел енергії (The International Renewable Energy Agency — IRENA), у 2020 р. у світі додалося 260 гігават (ГВт) потужностей відновлювальної електроенергії, що майже на 50 % перевищило зростання у 2019 р. Україна також стрімко будує станції сонячної енергії (на даний час працюють близько 200 промислових і більше 2000 приватних). Електроенергія, що генерується самостійно, як правило дешевша і забезпечує високий ступінь електричної незалежності від мережі, тому очевидно що фотоелектричні системи (ФЕС) стануть невід'ємною частиною електроустановок у майбутньому.

Поруч з великою кількістю переваг існує один момент, який потребує особливої уваги: обладнання дуже чутливе до перенапруг. Перенапруги не лише пошкоджують фотоелектричні модулі, інвертори та контрольну електроніку, але й пристрої в будівлі. Що ще важливіше, виробничі потужності промислових будівель, що живляться від фотоелементів, також можуть бути легко пошкоджені і виробництво може зупинитися.

Удар, насправді, може статися за кілька кілометрів і бути абсолютно непомітним, так звані, вторинні появи, а саме електромагнітні та електростатичні імпульси. Залишкові імпульси можуть поширюватись в радіусі до 2 км від місця влучання блискавки і вивести з ладу чутливе електронне обладнання при відсутності відповідного захисту.

У захисті фотоелектричних систем від пошкоджень блискавки є два найважливіші елементи: належне заземлення та встановлення пристроїв захисту від перенапруги. Без належного заземлення та захисту пошкодження

можуть бути спричинені практично в будь-якій точці ланцюга обладнання, починаючи від фотоелектричної панелі і далі. Без заземлення, встановлення пристроїв захисту від імпульсних перенапруг недоцільне, оскільки цей імпульс повинен розсіятися в землі, інакше він буде "блукати" мережею, впливати на електрообладнання, поки не знайде шлях до землі.

Для запобігання влучання блискавок у модулі фотоелектричних установок рекомендується використовувати блискавкоприймачі.

Головне завдання на етапі проектування системи — розрахувати мінімально необхідне число перехоплювачів, яке б забезпечувало надійне перекриття зоною захисту панелей, нормовану кількість доземних провідників, а також правильно розраховане та спроектоване заземлення. Та попри те, що заземлення є найпоширенішим аспектом захисту, який пов'язаний з електричними системами, додаткове встановлення пристроїв захисту від перенапруги – єдиний спосіб повністю захистити своє обладнання від пошкодження в разі удару блискавки. На превеликий жаль класичні апарати захисту (плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі, ПЗВ та ін.), що встановлюються у ввідних щитах не захищають від імпульсних перенапруг. Небезпека імпульсних перенапруг полягає у тому, що вони поступово або миттєво призводять до пробоя ізоляції електрообладнання. Сучасний системний блискавкозахист повинен виконуватись у комплексі, що включає зовнішню (блискавкоприймач, струмовідвід та заземлення) та внутрішню системи захисту від блискавки.

Пристрої захисту від перенапруги є ключовими елементами відведення електричного потоку перед обладнанням, яке може бути пошкоджене підвищеною напругою, і можуть бути стратегічно розташовані на лініях та на розподільних коробках, щоб забезпечити допустиму напругу. Відсутність відповідного захисту приведе до виходу з ладу електроприладів, інформаційних та контрольних мереж, що приведе до значних матеріальних збитків, а також може завдати шкоди здоров'ю або навіть життю людини.

Система заземлення є основою для ефективного захисту від перенапруг та блискавок на фотоелектричних станціях. Тому проектування та встановлення правильно спроектованої системи заземлення має вирішальне значення для забезпечення ефективного захисту від блискавки та індукованих імпульсних струмів. В Україні поки не розроблені нормативні документи, які встановлюють конкретні вимоги до заземлювального пристрою для ФЕС. Відповідно система заземлення має бути влаштована з урахуванням вимог ДСТУ EN 62305-3 та ПУЕ 2017 р. Для ФЕС допустиме влаштування заземлення типу А (точковий) та В (кільцевий). Збиток від прямого і непрямого удару блискавки по масивах сонячних панелей може варіюватися від вибухового руйнування до менш очевидного, але накопичувального впливу на чутливу електроніку.

Правильне влаштування системного блискавкозахисту на об'єктах ФЕС є складовою пожежної безпеки. Серед багатьох плюсів дана система має мінуси. Один з них це те, що вартість таких систем є високою і потребує певних вагомих інвестицій. Проте в процесі експлуатації ця система захистить електронне та електричне обладнання, технологічний процес та сам об'єкт, дозволяють легко запобігти стрибкам напруги, що руйнують фотоелектричну систему. Провівши аналіз ризиків на конкретній установці, є можливість визначити необхідний рівень захисту, для підтримки оптимальної функціональності і запобігання дорогого ремонту та заміни обладнання. Аналіз ризиків може бути проведений на основі таких факторів, як розмір системи, розташування та конфігурація. Цей крок дозволить заощадити час та витрати на ремонт обладнання, а загалом інвестиції вкладені у фотоелектричну енергію.

### **Література**

1. Рудик Ю. І., Назаровець О. Б., Головатчук І. С. Сучасні підходи до влаштування системного блискавкозахисту споруд з урахуванням пожежної безпеки та особистого ризику. Пожежна безпека. Зб. наук. праць. 2018. № 33. С. 88–94.
2. Rudyk Y., Kuts V., Nazarovets O. Means for measuring control of impulsive overvoltage caused by thunderstorms. 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 – Proceedings this link is disabled, 2019, p. 694–697, 9061219
3. Рудик Ю. І., Назаровець О. Б., Головатчук І. С., Безнос Н. І. Валідація показників ризику при оцінюванні безпеки котельного електрообладнання в умовах грози/ Пожежна безпека. Зб. наук. праць. 2021. № 38. С. 24–31.
4. ДСТУ EN 62305 2012 «Блискавкозахист».
5. Правила улаштування електроустановок. – Х. : Видавництво «ІНДУСТРІЯ», 2017.
6. [Електронний ресурс]. – URL: <https://fs-lps.com/blyskavkozahyst-sonyachnyh-panelej/>
7. [Електронний ресурс]. – URL: Lightning protection for solar installations - Electrical connection

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИНИКНЕННЯ, РОЗВИТКУ ТА ПРИПИНЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ

UDC 614.841.42

### TO THE ISSUE OF RESEARCH OF PHLEGMATIZING FIRE EXTINGUISHING SUBSTANCES

**Nuianzin V.M.**, PhD in Technology sciences, docent, head of chair,  
**Maiboroda A.O.**, PhD in Pedagogy sciences, docent, docent,  
**Kropyva M.O.**, PhD in Technology sciences, lecturer  
**Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of  
National University of Civil Defense of Ukraine**  
**Androshchuk O.V.**, lecturer  
**Higher Professional School of Lviv State University of Life Safety**

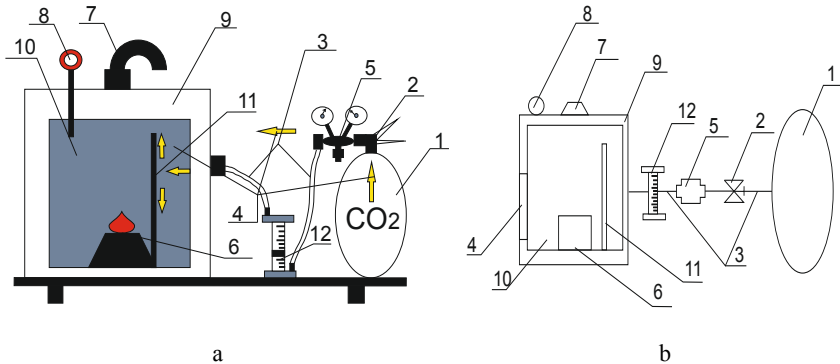
In Ukraine, as always, the problem of fighting fires and their consequences is acute. According to the results of the analysis of fires and their consequences in Ukraine in 2021 trends that indicate an increase in the number of fires and material losses from them, people injured in fires compared to 2018 are revealed. Substances, which are conventionally called fire extinguishers are used to fight fires.

The basics of the theory of diffusion flame extinguishing are presented in particular in the work [1]. It is proved that the cessation of combustion in a gas diffusion flare occurs when at the moment of supply of extinguishing agent the rate of chemical reaction in the flame front localized in the stoichiometric composition circuit becomes insufficient for chemical conversion at given fuel and oxidant velocities. The phlegmatizer can be supplied with both oxidizer and fuel.

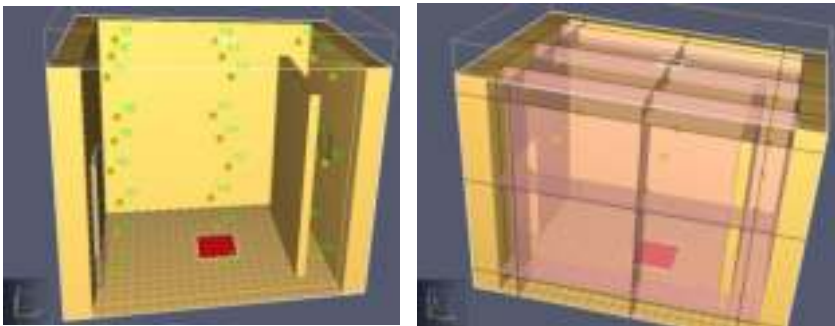
There are many works devoted to the determination of the minimum fire-extinguishing concentration [2] the effect of synergism when applied to the oxidant zone by phlegmatizers of different chemical nature (for example, chemically inert and those with inhibitory action) was revealed. Based on the use of synergistic effects, new highly effective fire extinguishing compositions have been proposed [3]. The influence of agents of different chemical nature on the extinguishing of the diffusion flame during their supply together with the oxidant was studied in [3]. Thus chemical mechanisms of suppression of combustion of hydrocarbons by means of fluorinated agents are revealed.



To study the effect of gas exchange on the efficiency and rate of combustion cessation, an installation was developed (Fig. 1), the chamber of which simulates a real room and a computer model (Fig. 2) of the same room for simulation.



**Fig. 1** – Installation for the study of cessation of combustion by phlegmatization (a); constructive scheme of installation (b): 1 - container with phlegmatizer under pressure; 2 - the valve; 3 - flexible pipeline; 4 - an opening for air inflow with a latch, 5 - a reducer; 6 - combustible substance; 7 - hole for removal of combustion products; 8 - temperature sensor; 9 - isolated camera; 10 - heat-resistant glass; 11 - screen; 12 - rotameter.



**Fig. 2** – The view of the model of the simulation room, which was used for the computational experiment (yellow dots show the places of calculation of temperatures).

The installation (Fig. 1) works according to the following scheme. From the pressurized tank the phlegmatizer comes to the combustion chamber (simulation room), equipped with two (working) holes: the first to remove combustion products from the chamber, the second to enter the phlegmatizer and two holes that simulate ventilation and inlet and allow to change gas exchange in the chamber. The amount

of phlegmatizer supplied to the combustion chamber is regulated by a reducer. A thermocouple is built into the chamber to control the temperature in the combustion zone.

When introducing a neutral gas into the combustion zone, in addition to reducing the concentration of the components of the combustible mixture, there is also a loss of heat for heating this diluent from the initial temperature to the temperature of the combustion zone. The installation allows to use as a phlegmatizer - carbon dioxide, nitrogen, argon, etc..

This work investigates the effect of gas exchange on the efficiency of extinguishing fires with carbon dioxin by conducting experimental studies on a specially designed installation and by computational experiment using the software package CFD Fire Dynamics Simulator 6.2. The efficiency of modeling of thermal processes for further research of the influence of gas exchange on the rate of extinguishing fires in closed volumes is proved. To achieve this goal, the following tasks were performed:

1. A mathematical model of the model room, similar to the full-scale experiment was created. A computational experiment was performed. A full-scale experiment was conducted.

2. The relative deviation of the results of mathematical modeling from the experimental data, which is 5.6%, is calculated.

3. The results of the study show the effectiveness of modeling of thermal processes for further studies of the effect of gas exchange on the rate of fire extinguishing in closed volumes.

### **References**

1. Duniushkin V.O., Ohurtsov S.Iu., Antonov A.V., Pyvovar P.V. (2011) Vplyv neodnoshasnosti spratsovuvan moduliv systemy poroshkovoho pozhezhohasinnia na efektyvnist hasinnia horiuchykh ridyn [Influence of non-simultaneity of operation of modules of the powder fire extinguishing system on the efficiency of extinguishing flammable liquids]. Kyiv: Naukovyi visnyk UkrNDIPB, 2 (24), 185-190 (in Ukrainian).
2. Cai Y. et al. (2015) Ehperimental study of an aircraft fuel tank inerting system. Chinese J. Aeronaut. Chinese Society of Aeronautics and Astronautics, 2(28), 394-402 (in English).
3. Trevits M. et al. (2010) Use Of CFD Modeling To Study Inert Gas Injection Into A Sealed Mine Area. SME Annu. Meet. 1-8 (in English).

УДК 614. 841. 345

## АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАСАД ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ

**Трусевич О.М.**, кандидат фізико–математичних наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Про небезпеку та загрози від пожеж та їх наслідків відомо людству віддавна. Одним із перших хімічних явищ, з яким людство познайомилося, було горіння. Як відомо, вогонь використовувався для обігріву, приготування їжі, а далі людина навчилася використовувати його для перетворення хімічної енергії палива в механічну, електричну та інші форми енергії. Близько 90 % всієї енергії, яку використовує людина утворюється в результаті горіння.

Відомі прояви горіння - це утилізація горючих відходів, швидке згорання горючих парів та газів у двигунах внутрішнього згорання, спалювання палива в теплоенергетичних установках тощо. Розглянемо процес горіння відносно тих явищ, що пов'язані із виникненням пожеж, їх розвитком та розповсюдженням, а також попередженням небезпеки та загрози, що є наслідком пожежної небезпеки.

Відомо, що пожежа супроводжується знищенням матеріальних цінностей, створенням загрози здоров'ю та життю людей, флори та фауни, негативним впливом на навколишнє середовище.

Знання закономірностей виникнення пожежі, її розвитку та розповсюдження дозволить мінімізувати людські та матеріальні втрати внаслідок пожежної небезпеки. Тим паче, враховуючи ті фактори, що швидкість вигорання є надвисокою, можлива наявність умов, що можуть призвести до вибухів, наявність димоутворень, що шкідливі для здоров'я та життя всього живого тощо, тому теорія щодо попередження негативних наслідків пожежі має бути досконало вивчена.

Розглянемо деяку площу горіння, як деяке скалярне поле, тобто функцію двох змінних та позначимо це скалярне поле функцією  $u=u(M)$ , де  $M(x, y)$  точка цього поля. Як відомо, для характеристики швидкості зміни поля  $u=u(M)$  у заданому напрямку можна обчислити похідну за напрямком деякого вектора  $\vec{l}$ . Візьмемо в цьому полі точку  $M(x, y)$  і вибравши з цієї точки вектор  $\vec{l}$ , напрямні косинуси якого  $\cos\alpha, \cos\beta$ , де  $\alpha, \beta$  кути, що утворює вектор  $\vec{l}$  з осями координат  $Ox$  та  $Oy$ , обчислимо похідну поля  $u=u(M)$  за напрямком деякого вектора  $\vec{l}$  за відомою формулою [1] - [5], [7]:

$$\frac{\partial u}{\partial l} = \frac{\partial u}{\partial x} \cos \alpha + \frac{\partial u}{\partial y} \cos \beta, \quad (1)$$

Це дозволить передбачити розповсюдження процесу горіння в певних напрямках. Відповідно, можна обчислити швидкість зміни функції  $u(x, y)$ , так як похідна  $\frac{\partial u}{\partial l}$  показує швидкість зміни скалярного поля в точці  $M(x, y)$  за

напрямом вектора  $\vec{l}$ . При цьому абсолютна величина похідної  $\left| \frac{\partial u}{\partial l} \right|$  відповідає

значенню швидкості зміни функції  $u(x, y)$  в напрямку вектора  $\vec{l}$ , а знак похідної вказує на характер зміни (зростання, спадання), тобто зростання чи спадання процесу горіння в тому чи іншому напрямку, що дозволить передбачити зміну руху площі пожежі, як скалярного поля.

За допомогою теорії функції двох змінних, а саме теорії похідної поля за напрямком деякого вектора можна визначити напрямок розвитку пожежі, знайти абсолютну величину похідної  $\left| \frac{\partial u}{\partial l} \right|$ , що чисельно дорівнює швидкості

зміни скалярної функції  $u(x, y)$ , тим самим визначивши напрямок зростання чи спадання горіння в даному напрямку. А це в свою чергу дозволить мінімізувати шкоду від пожежі, а особливо, якщо в цьому напрямку пожежа набирає сили, тобто зростає її швидкість.

Логічно розглянути питання про напрямок, де пожежа матиме найбільшу швидкість поширення. Адже, визначивши напрям максимального поширення пожежі, можна вчасно відповідно зреагувати. Мова йде про негайну реакцію подолання пожежі, особливо, якщо у цьому напрямку розміщені житлові райони, ліси, заповідники, вогнебезпечні об'єкти, автозаправні станції тощо.

Відповідь на це питання дає поняття градієнта. Відомо [1] - [5], [7], що похідна  $\frac{\partial u}{\partial l}$  має найбільше значення якраз в напрямку градієнта. Отже,

визначивши градієнт  $\text{grad } u$  скалярного поля  $u(x, y)$ , що описує площу поширення пожежі, можна спрогнозувати найнебезпечніший напрямок розвитку пожежі та локалізувати, особливо якщо у цьому напрямку розміщений житловий сектор, чи промислова зона, чи заклади освіти, чи лісопосадка з наявною у ній флорою та фауною, чи вогнебезпечні об'єкти, такі як АЗС, нафтопереробні заводи, деревообробні заводи т. д.

Отже, теоретичні засади вивчення виникнення, розвиток та розповсюдження процесу горіння за допомогою теорії функцій двох змінних, а саме теорії визначення похідної скалярного поля  $u(x, y)$  за напрямком деякого вектора  $\vec{l}$  та визначення абсолютного значення зміни швидкості цього скалярного поля, тобто пожежі, з метою локалізації небезпеки, мінімізації матеріальних та людських втрат мають велике теоретичне значення.

А також знаходження найнебезпечнішого напрямку розповсюдження пожежі за допомогою теорії градієнта скалярного поля, з визначенням максимального абсолютного значення зміни швидкості скалярного поля  $u(x, y)$  за відомою формулою [1] - [5], [7]:

$$\left( \frac{\partial u}{\partial l} \right)_{\max} = |\text{grand } u|, \quad (2)$$

Теоретичні засади мають, як говорилося вище, і велике практичне значення щодо мінімізації втрат, збереження життів, житлового та промислового, комунального фонду міста, країни тощо.

### **Література**

1. Васильченко І. П. Вища математика: основні означення, приклади і задачі: Навч. посібник. Ч.2. / І. П. Васильченко, В. Я. Данилов, А. І. Лобанів К.: Либідь, 1992. – 256 с.
2. Дубовик В. П. Вища математика: навч. посібник/ В. П. Дубовик, І. І. Юрик – К.: АСК., 2001. – 648 с.
3. Кузик А. Д. Вища математика: навч. посібник. Ч. 1 / А. Д. Кузик, О. О. Карабин, О. М. Трусевич – Л.: ЛДУ БЖД, 2014. – 400 с.
4. Кузик А. Д. Вища математика: навч. посібник. Ч. 2 / А. Д. Кузик, О. О. Карабин, О. М. Трусевич – Л.: ЛДУ БЖД, 2014. – 200 с.
5. Овчинников П. П. Вища математика. – Ч. 1, 2. / П. П. Овчинников, Ф. П. Яремчук, В. М. Михайленко – К.: Техніка. – 2000.
6. Овчинников П. П. Вища математика: Збірник задач. – Ч. 1, 2. П. П. Овчинников, Ф. П. Яремчук, В. М. Михайленко – К.: Техніка. – 2000.
7. Шкіль М. І. Математичний аналіз: Ч. 1, 2. / М. І. Шкіль – К.: “Вища школа”. – 1978.
8. Кузик А. Д. Визначення оцінки ризику впливу надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру на об’єкти певної території. А. Д. Кузик, О. М. Трусевич – Матер. міжн.наук.-практ. конф. «Пожеж. Безпека» 2007. Черкаси. – С 257.
9. Кузик А. Д. Аналіз зон обслуговування пожежно-рятувальних частин за допомогою діаграм Вороного/ А. Д. Кузик, О. О. Карабин, О. М. Трусевич – Пожежна безпека. - № 13, 2008. – С. 73-78.

УДК 614.84

**ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАХИСТУ ЗДОРОВ'Я ТА ПРОФІЛАКТИКИ  
ЗАХВОРЮВАНOSTI НА ПРОФЕСІЙНІ ХВОРОБИ  
ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС УКРАЇНИ****Чорномаз І.К., кандидат технічних наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
НУЦЗ України**

На сьогоднішній день в державній службі з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС) значна увага приділяється оснащенню пожежно-рятувальних, рятувальних підрозділів пожежно-рятувальним та рятувальним обладнанням, спорядженням й технікою. Також це стосується і спеціального одягу пожежних-рятувальників. Останнім часом забезпечення практичного кожного вогнеборця стало можливим за активної допомоги європейських країн.

Впевнено можна сказати, що практично весь особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів отримав змогу виконувати завдання за призначенням в більш сучаснішому, якіснішому та безпечнішому спеціальному одязі. Але весь цей одяг виготовлено з різних видів тканин та має різні захисні властивості.

Проте слід зауважити, що більшість пожежних-рятувальників досі наражають себе на небезпеку через вплив небезпечних чинників пожежі, які продовжують впливати на їх організм і після ліквідації пожежі.

Мова йде про те, що пожежні під час гасіння пожеж перебувають у задимленому середовищі. В цей час, в ході гасіння пожеж чи рятувальних робіт, спеціальний одяг пожежного-рятувальника здатен накопичувати небезпечні летючі речовини, їх сполуки та пари на тривалий час на своїй поверхні. Після ліквідації пожежі та виключення із захисного дихального апарату, пожежні подекуди проводять ще цілий ряд робіт (огляд місця пожежі, розбір конструкцій, перевірка на наявність прихованих джерел горіння, тощо) на місці гасіння пожеж, не знімаючи спеціального одягу. Весь цей час ті небезпечні летючі речовини, що накопичилися на поверхні тканини спеціального одягу здатні через органи дихання та слизову оболонку очей потрапляти всередину організму пожежного-рятувальника, накопичуватися там з роками та спричинити важкі захворювання.

Також, під час повернення в підрозділ до місця постійного розташування, перебуваючи в пожежно-рятувальному транспортному засобі все відділення піддається впливу тих речовин, що накопичилися чи осіли на поверхні спеціального одягу пожежних-рятувальників. В такому випадку небезпечі наражаються всі пожежні і навіть ті, що не заходили до задимленого середовища та водій. Всі вони вдихають небезпечні пари речовин, що може мати миттєву дію і це позначиться на стані їх здоров'я практично одразу, або ж може мати затяжний характер і призвести в подальшому до тяжких або хронічних захворювань.

У випадку миттєвої дії небезпечних речовин (їх парів) на водія пожежно-рятувального транспортного засобу у кабіні під час руху, це може призвести до втрати ним здатності керувати транспортним засобом та мати значні негативні наслідки, як для особового складу пожежно-рятувального відділення, так і може призвести до виникнення дорожньо-транспортної пригоди чи іншої надзвичайної ситуації.

Слід також зауважити, що після повернення до постійного місця розташування пожежні-рятувальники знімають спеціальний одяг та укладають його на стелажах, або розвішують їх в пожежному депо. При цьому з поверхні спеціального одягу продовжують випаровуватися залишки речовин, що потрапили на нього під час дії небезпечних чинників у задимленому середовищі під час гасіння пожежі. В такому випадку небезпечні випари можуть накопичуватися в приміщеннях пожежного депо та нести небезпеку для всіх людей, що можуть в ньому перебувати.

Вирішенням даної проблеми може стати системний підхід, якій дозволить мінімізувати дію небезпечних парів речовин, що потрапили на спеціальний одяг пожежних-рятувальників під час перебування в задимленому середовищі.

Для зменшення дії небезпечних парів речовин на організм пожежного рекомендується після завершення роботи в задимленому середовищі і виключення із захисного дихального апарату, використовувати респіратори за необхідності продовжувати інші роботи. У випадку завершення всіх оперативних дій та готовності до повернення до місця постійної дислокації слід зняти спеціальний одяг, укласти у спеціальний чохол та покласти у відсік пожежно-рятувального транспортного засобу. Така методика використовується серед пожежних в багатьох європейських країнах.



**Рисунок 1** – Зняття спеціального одягу

Також слід провести додаткову обробку спеціального одягу пожежних по прибуттю до пожежного депо. Для цього пропонується використовувати спеціальні аерокамери, за допомогою яких можна буде здійснити продування одягу повітрям під високим тиском, або ж обробка спеціального одягу спеціальними нейтралізуючими аерозолями, що дозволить уникнути надмірного прання спеціального одягу і втрати ним своїх властивостей.

Проектування, розробка, випробування, дослідження аерошаф та спеціальних аерозолів є актуальним напрямком подальших наукових досліджень.

### **Література**

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 540.
2. Наказ МНС України від 07.05.2007 р. № 312 «Правила безпеки праці в органах і підрозділах ДСНС України».
3. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. Затверджений наказом МВС України від 26.04.2018 № 340.
4. <https://dsns.gov.ua/>.



УДК 614.841.245

## **ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІСЛЯ ПОЖЕЖІ АВАРІЙНОГО РЕЖИМУ В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ, ПОВ'ЯЗАНОВОГО З ВЕЛИКИМ ПЕРЕХІДНИМ ОПОРОМ**

**Климась Р.В.,  
Середа Д.В.**

**Інститут державного управління та наукових досліджень з  
цивільного захисту (м. Київ)**

Безпечна експлуатація промислових підприємств, об'єктів торгівлі та харчування, споруд сільського господарства, соціально-культурного й адміністративно-громадського призначення, житлових будинків багато в чому залежить від технічного стану електрообладнання, електроустановок та електроприладів.

Статистичні дані про пожежі в Україні [1] свідчать, що впродовж останніх років пожежі від електрообладнання в цілому по країні в середньому щороку становлять 11-15 %; на промислових підприємствах деяких суб'єктів господарювання питома вага пожеж, спричинених несправністю електрообладнання, досягає 40 %, у житлових будинках – 30 %, а в приватних житлових будинках, особливо розташованих у сільській місцевості, до 65 % пожеж виникає від електроустановок [2, 3].

У спеціальній літературі виокремлюють наступні основні пожежонебезпечні аварійні режими в електромережах та електроустановках, що можуть призвести до виникнення загоряння: коротке замкнення (КЗ), перенавантаження (ПН), великий перехідний опір (ВПО), вихрові струми (ВС), іскріння [4-6].

Встановлення причинно-наслідкового зв'язку між аварійними режимами в електропроводці та моментом виникнення пожежі і на сьогодні залишається актуальним науково-прикладним завданням.

Найбільш вивченим, як із пожежно-профілактичної, так і експертно-криміналістичної точок зору, пожежонебезпечним режимом є КЗ. Свого часу у Всеросійському науково-дослідному інституті протипожежної оборони МВС СРСР, під керівництвом професора Смелкова Г.І., була розроблена інструментальна методика встановлення моменту виникнення КЗ на мідних й алюмінієвих проводах, що дозволяє диференціювати дугові опалення, що виникають у результаті так званих «первинних» і «вторинних» КЗ, та в 1980 році були опубліковані «Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах» [4], в яких наведено 4 методичні вказівки по визначенню причетності до виникнення пожеж КЗ у проводах із мідними й

алюмінієвими жилами та в лампах розжарювання. Свій розвиток методи отримали в роботах експертно-криміналістичних підрозділів, зокрема в [7]. Сліди процесів в неякісних контактних з'єднаннях досліджені різними методами, викладеними в статті [8].

На теперішній час під час дослідження пожеж використовуються певні методи та методичні рекомендації, що дозволяють, як прийнято вважати, встановлювати час виникнення аварійного режиму в електропроводці та його причетність до виникнення пожежі [9]. В роботі [10] проаналізовано методичні матеріали по таким дослідженням, наведено протиріччя та недоліки, запропоновано критерії оцінювання результатів досліджень.

Основними принципами досліджень по встановленню причетності аварійних режимів електричних пристроїв до виникнення пожежі повинні бути [11]:

- науковий підхід;
- всебічність досліджень;
- використання існуючих апробованих методик;
- активне використання сучасних технічних засобів;
- наочність,
- обґрунтованість і переконливість висновків.

Великим перехідним опором називають аварійний пожежонебезпечний режим, що виникає під час переходу електричного струму з одного провідника на інший. Виділення тепла в контактних переходах електричних мереж є однією із причин виникнення аварійних режимів в електрообладнанні та технологічних установках.

Струм у мережі через виникнення ВПО не відрізняється від нормальних значень, тому правильно обрані запобіжники не здатні знеструмити мережу. Виділення тепла відбувається через погані контакти і є єдиною ознакою ВПО у процесі експлуатації [6].

ВПО (чи як його ще називають: «поганий контакт») – один із найпоширеніших пожежонебезпечних режимів в електромережах. Іноді сліди локального перегріву, що виникає внаслідок ВПО, видимі неозброєним оком, і зафіксувати їх наявність нескладно. Однак у більшості випадків виявлення та фіксація після пожежі слідів ВПО становить нелегке завдання. Експертам при пошуку слідів ВПО доводиться діяти інтуїтивно, так як не зрозуміло, що власне необхідно шукати, якими методами та технічними засобами користуватися. Незрозуміло, які виявлені сліди можуть розглядатися в якості кваліфікаційних ознак ВПО, наскільки вони здатні зберігатися та видозмінюватися під час пожежі. Це призводить до того, що на практиці сліди такого пожежонебезпечного аварійного режиму електромережі, як правило, не виявляються, його причетність до виникнення пожежі не доводиться. Але за думкою багатьох спеціалістів, ВПО – одна із найпоширеніших «електротехнічних» причин пожеж, набагато частіша, ніж інші.

ВПО мають місце за будь-яких способів з'єднання провідників один з одним, а також з контактними затискачами щитів, машин, приладів і апаратів. За умови гарного контакту і правильного з'єднання перехідні опори незначні та практично не відрізняються від опорів інших ділянок електричного ланцюга. З часом перехідний опір контактів збільшується, а у випадках їх порушення в місцях з'єднання різко зростає.

Великі перехідні опори утворюються за рахунок [6]:

- погіршення електропровідності через утворення твердих оксидних плівок, підгоряння контактних поверхонь, їх забруднення маслянистими нашаруваннями та пилом;

- ослаблення, розхитування та порушення щільності болтових контактів через вібрацію, різницю коефіцієнтів температурного розширення матеріалу болтів і шин;

- підвищення напруги в матеріалі контактів і їх пластичної деформації через переохолодження болтових з'єднань (найбільш небезпечними є болтові з'єднання алюмінієвих проводів і кабелів через їх підвищену текучість, навіть без теплового впливу).

Ділянки з ВПО сильно нагріваються, що призводить до займання ізоляції, іскріння і, навіть, до появи електричної дуги.

Зміни температури, вологості повітря, наявність у ньому пари кислот і лугів призводить до окислення поверхонь металів струмопровідних жил, через що стан контактного з'єднання, особливо алюмінієвого, суттєво погіршується. Температура плавлення плівки окису алюмінію становить біля 2000 °С. У з'єднанні з іншими металами алюміній утворює гальванічну пару й у більшості випадків поступово розпадається, що сприяє зростанню ВПО та температури нагрівання. Зрештою це призводить до займання ізоляції, іскріння й утворення дуг.

До найбільш характерних ознак утворення ВПО відносяться такі [6]:

- поява на металі в місцях з'єднань кольорів мінливості;
- роз'єднання контактних площадок унаслідок іскріння та (або) твердофазної взаємодії металів унаслідок нагрівання (наприклад, міді й алюмінію);

- крихкість і розтріскування ізоляції;
- розплавлення припою на замках;
- потріскування та поява запаху паленої гуми або інших видів ізоляції.

Для дослідження після пожежі аварійних режимів в електромережах з метою виявлення в контактних з'єднаннях ознак ВПО спеціалісти й експерти на практиці можуть застосовувати методичні рекомендації [12], в яких коротко викладено механізм виникнення та перебігу ВПО як пожежонебезпечного аварійного режиму, надані рекомендації по вилученню потенційних речових

доказів із місця пожежі, їх дослідження в лабораторних умовах; наведені приклади практичного застосування методики.

### Література

1. Про забезпечення ведення обліку пожеж та їх наслідків: наказ ДСНС від 16 серпня 2017 р. № 445. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dsns.gov.ua/ua/Nakazi/66412.html>.

2. Климась Р.В., Одинець А.В. Результати аналізу стану з пожежами та їх наслідками в Україні у 2020 році. Організаційно-управлінське та економіко-правове забезпечення діяльності Єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДРСЦЗ): Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції. Черкаси: Видавець Третяков О.М., 2021. С. 26-28.

3. Климась Р.В., Одинець А.В. Результати аналізу основних показників стану з пожежами та причинами їх виникнення в Україні у 2021 році. Організаційно-управлінське та економіко-правове забезпечення діяльності Єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДРСЦЗ): Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. С. 18-20.

4. Смелков Г.И., Александров А.А., Пехотиков В.А. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах. М.: Стройиздат, 1980. 59 с.: ил.

5. Экспертное исследование металлических изделий. Учебное пособие (по делам о пожарах) / [Граненков Н.М., Зернов С.И., Колмаков А.И., Пеньков В.В., Соколов Н.Г., Степанов Б.В., Таубкин И.С., Чешко И.Д.]; под ред. А.И. Колмакова. М.: ЭКЦ МВД России, 1993. 104 с.

6. Дослідження пожеж: Довідково-методичний посібник [Степаненко С.Г., Білкун Д.Г., Яник Я.М., Тимошук Ю.Т.]. К.: Пожінформтехніка, 1999. 224 с.

7. Струков В.М., Зернов В.М. Экспертное исследование изымаемых с мест пожаров электротехнических изделий с трубчатыми нагревательными элементами: учебное пособие. М.: ЭКЦ МВД РФ, 1996. 54 с.

8. Лебедев К.Б., Чешко И.Д. Следы больших переходных сопротивлений в электротехнических устройствах и их экспертное исследование. Пожаровзрывобезопасность. М.: № 6, 2003. С. 32-38.

9. Таубкин И.С., Саклантій А.Р. О методических материалах по установлению причинно-следственной связи между аварийными режимами в электропроводке с медными проводниками и возникновением пожара. Теория и практика судебной экспертизы. М.: Том 13, № 3, 2018. С. 38-46.

10. Климась Р.В. Аналіз методичних матеріалів по встановленню причинно-наслідкового зв'язку між аварійними режимами в електропроводці та виникненням пожеж. Актуальні питання судової експертології, криміналістики та кримінального процесу: Матеріали міжн. наук.-практ. конф.

/ за заг. ред. О.Г. Рувіна, Н.В. Нестор; уклад. О.І. Жеребко, А.О. Полтавський, О.В. Юдіна. К.: КНДІСЕ Мінюста України, 2019. С. 241-247.

11. Методи дослідження пожеж: Методичний посібник / [Климась Р.В., Кріса І.Я., Саріогло Д.П., Скоробагатько Т.М., Степаненко С.Г., Шалупін А.В., Хом'як Я.І., Якименко О.П.]. К.: ТОВ «Поліграфцентр «ТАТ», 2010. 240 с.

12. Лебедев К.Б., Мокряк А.Ю., Чешко И.Д. Экспертное исследование после пожара контактных узлов электрооборудования в целях выявления признаков больших переходных сопротивлений: методические рекомендации. СПб.: СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008. 27 с.

УДК: 614.842

**ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ  
ВСЕРЕДИНИ БЕТОННОЇ СТІНКИ В УМОВАХ РЕАЛЬНОЇ ПОЖЕЖІ.**

Лозинський Р.Я., кандидат технічних наук, доцент.

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Однією з вимог, що висувається до будівельних конструкцій, є їх пожежостійкість та міцність. При проектуванні захисних конструкцій будівель доцільно знати розподіл температур всередині захисних стін у випадку виникнення пожежі. Такий розподіл дозволяє оцінити стійкість самої конструкції та пожежну безпеку сусідніх кімнат, що межують із кімнатою, в якій сталась пожежа. Тому проведення відповідних розрахунків залишається актуальним.

Метод кінцевих різниць (метод сіток) для розв'язання задач нестационарної теплопровідності застосовується давно, однак застосування цього методу при складній теплопередачі недостатньо висвітлено. В даній роботі розглянуто застосування методу кінцевих різниць для розв'язання задачі складної нестационарної теплопередачі.

Розіб'ємо бетонну перегородку на  $n$  шарів малої товщини. В кожному шарі його фізичні параметри та температуру в заданий момент часу вважається незмінними. Також час горіння розіб'ємо на  $m$  рівних частин, в межах якого температура та фізичні властивості перегородки вважаємо незмінними.

Таким чином, температура в стінці задається двома параметрами – положенням шару перегородки (індекс  $i$ ) та моменту часу горіння (індекс  $k$ ).

1. Розглянемо процес передачі тепла для зовнішнього шару стінки, що контактує з середовищем, де відбувається пожежа.

Кількість теплоти, що передана стінці шляхом конвекції, визначається за допомогою закону Ньютона-Ріхмана:

$$Q_k = \alpha_1 (T_T - T_{0,k-1}) \Delta y \Delta z \Delta t, \quad (1)$$

Кількість теплоти, що передана тонким шаром (з індексом 0) зовнішньої бетонної стінки наступним за ним бетонним шаром (з індексом 1) шляхом теплопровідності, може бути розрахована за законом Фур'є:

$$Q_T = \lambda (T_{0,k-1}) \frac{T_{0,k-1} - T_{1,k-1}}{\Delta x} \Delta y \Delta z \Delta t, \quad (2)$$

Зміна внутрішньої енергії тонкого шару товщиною  $\Delta x$  може бути розрахована за допомогою формули:

$$\Delta U = c (T_{0,k-1}) \rho (T_{0,k} - T_{0,k-1}) \Delta x \Delta y \Delta z. \quad (3)$$

Враховуючи, що  $Q_k - Q_t = \Delta U$  отримаємо:

$$\begin{aligned} \alpha_1(T_f - T_{0,k-1})\Delta y\Delta z\Delta \tau - \lambda(T_{0,k-1})\frac{T_{0,k-1} - T_{1,k-1}}{\Delta x}\Delta y\Delta z\Delta \tau = \\ = C(T_{0,k-1})\rho(T_{0,k} - T_{0,k-1})\Delta x\Delta y\Delta z, \end{aligned} \quad (4)$$

Скоротимо рівняння (4) на  $\Delta y\Delta z$  та розв'язуючи його відносно  $T_{0,k}$ , отримаємо:

$$T_{0,k} = T_{0,k-1} + \frac{\alpha_1}{C(T_{0,k-1})} \left(\frac{\Delta \tau}{\Delta x}\right) (T_f - T_{0,k-1}) - \frac{\lambda(T_{0,k-1})}{C(T_{0,k-1})\rho} \frac{\Delta \tau}{(\Delta x)^2} (T_{0,k-1} - T_{1,k-1}), \quad (5)$$

Використовуючи диференціальне рівняння нестационарної теплопровідності, розглянемо процес передачі тепла всередині стінки між її шарами, і отримаємо:

$$T_{i,k} = T_{i,k-1} + \frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{\Delta \tau} = \frac{\lambda(T_{i,k})}{C(T_{i,k})\rho} \frac{1}{\Delta x^2} (T_{i+1,k-1} - 2T_{i,k-1} + T_{i-1,k-1}), \quad (6)$$

Застосовуючи формули законів Фур'є та Ньютона-Ріхмана, розглянемо передачу тепла в зовнішньому шарі стінки, що межує із зовнішнім середовищем, і отримаємо:

$$T_{n,k} = T_{n,k-1} + \frac{\lambda(T_{n,k-1})}{C(T_{n,k-1})\rho} \frac{\Delta \tau}{(\Delta x)^2} (T_{n-1,k-1} - T_{n,k-1}) - \frac{\alpha_2}{C(T_{0,k-1})} \frac{\Delta \tau}{\Delta x} (T_{n,k} - T_0), \quad (7)$$

Таким чином, використовуючи метод кінцевих різниць отримано три рівняння (5), (6), (7), за допомогою яких можна розрахувати температуру у стінці в будь-який момент часу.

Розглянемо розв'язок наступної задачі: одна з поверхонь бетонної стінки товщиною  $\delta = 15$  см, в умовах пожежі обігрівается продуктами горіння, температура яких змінюється з часом за формулою  $T_f = 280 \log(8\tau/60+1)$ , де  $\tau$  - час в секундах. Температура стінки до пожежі та зовнішнього середовища  $T_0 = 15$  °C. Необхідно розрахувати температурне поле за товщиною стінки протягом однієї години. Встановити, чи досягне температура прогріву арматури допустимого значення  $T_{доп} = 520$  °C, якщо вона захищена бетоном товщиною 2 см.

Для проведення відповідного розрахунку використана відповідна програма в середовищі програмування MathCad 14, яка дозволяє швидко і з високою точністю виконати відповідний розрахунок.

Повний результат розрахунку температурного поля в стінці наведений в таблиці 1 та на відповідному графіку (рисунк 1).

Таблиця 1

Залежність температури бетонної стінки ( $t_c$ ) при пожежі від її товщини та часу.

$\tau$ , год / $\delta$ , см	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0	15	115	262	344	408	459	501	537	567	593	616
2	15	40	96	152	203	248	278	322	353	381	406
4	15	18	36	64	96	127	157	186	212	237	259
6	15	15	19	29	46	64	83	104	123	143	161
8	15	15	15	18	24	34	45	58	71	85	99
10	15	15	15	15	18	22	27	34	42	51	61
12	15	15	15	15	16	17	19	23	27	33	39
14	15	15	15	15	15	16	17	19	21	25	29
15	15	15	15	15	15	15	16	18	20	23	27

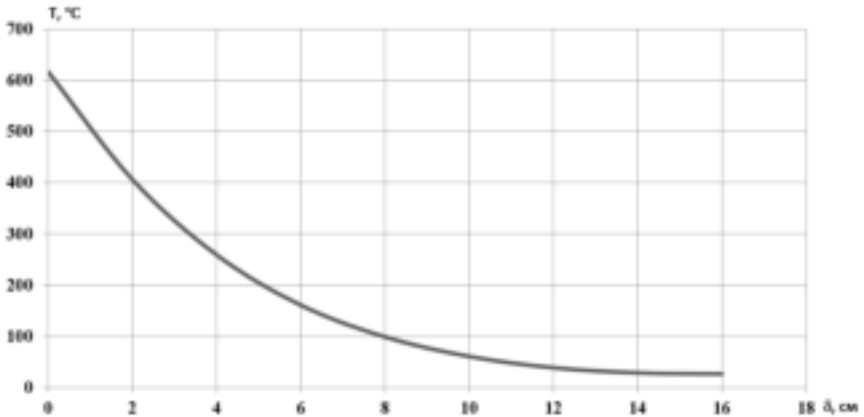


Рисунок 1 – Графік розподілу температурного поля в бетонній стінці через 1 годину після виникнення пожежі.

Виходячи з результатів проведених розрахунків (таблиця 1), а також як видно з приведеного графіка (рисунок 1) в умовах пожежі протягом однієї години температура арматури в бетонній стінці буде менше допустимої, отже можна зробити позитивний висновок щодо її стійкості.

Таким чином, бетонна стінка з вказаними параметрами відповідає вимогам пожежостійкості та міцності.

#### Література:

1. Астапенко В.М., Кошмаров Ю.А., Молчадський І.С. Термогазодинаміка пожаров в помещениях: - М.: Стройиздат, 1988. – 448с.



2. Самарський А.А., Вабишевич П.Н. Вчислительная теплопередача: М. : Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.

3. Величко Л.Д., Лозинський Р.Я., Семерак М.М. Термодинаміка та теплопередача в пожежній справі.: Львів: Видавництво «СПОЛОМ», 2011, 504с.

4. Романенко П.Н., Бубырь Н.Ф., Башкирцев М.П. Теплопередача в пожарном деле. – М.: ВШ МВД СССР, 1969. – 425 с.

5. Глущенко Л.Ф., Маторин А.С., Лисицкий Н.Ф. Теплотехника в строительстве и строительном производстве. К.: Высшая школа, 1991. – 295 с.

## УДК 619.8

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ  
ПРОСОЧЕННЯ ГОРЮЧОЇ РІДИНИ В ҐРУНТ****Басманов О.Є.**, доктор технічних наук, професор,**Олійник В.В.**, кандидат технічних наук, доцент**Національний університет цивільного захисту України**

Значна кількість надзвичайних ситуацій, що виникають в хімічній, нафтопереробній промисловості і на транспорті, починаються з аварійного розливу горючих або інших небезпечних рідин. Інфільтрація рідини в ґрунт призводить до забруднення водних ресурсів: як підземних вод, так і річкових. Але найбільшу небезпеку являє займання розливу горючої рідини, що загрожує розповсюдженням пожежі на сусідні технологічні об'єкти і природні ландшафти. Особливістю розтікання і горіння рідини на ґрунті є її просочення всередину ґрунту.

Час просочення розлитої рідини в ґрунт визначається рівнянням [1]

$$t(z) = \frac{z}{K(1-\phi)} - \frac{c_0 + h_f}{K(1-\phi)^2} \ln \left( 1 + \frac{1-\phi}{c_0 + h_f} z \right), \quad (1)$$

де:  $z$ ,  $t$  – глибина і час просочення відповідно;

$\phi$  – коефіцієнт пористості ґрунту;

$c_0$  – початковий рівень рідини на поверхні ґрунту;  $K$  – коефіцієнт гідравлічної провідності змоченого ґрунту;  $h_f$  – показник капілярності.

Коефіцієнт гідравлічної провідності і показник капілярності залежать від рідини, типу ґрунту і його стану. Це означає, що для практичного використання залежності (1) необхідно експериментальним шляхом визначити параметри просочення.

Нехай в моменти часу  $t_1, t_2, \dots, t_n$  вимірюється глибина просочення  $z_1, z_2, \dots, z_n$  і товщина шару рідини на поверхні  $h_1, h_2, \dots, h_n$ . Тоді коефіцієнт пористості може бути оцінено за формулою

$$\phi = \frac{h_1 - h_n}{z_n - z_1}$$

Для визначення гідравлічної провідності і показника капілярності запишемо функцію похибки

$$L = \sum_{i=1}^n (z_n - F(t_n))^2, \quad (2)$$

де:  $F(t)$  – розв'язок алгебраїчного рівняння (1)

Тоді оцінка параметрів  $K, h_f$  зводиться до розв'язання задачі мінімізації

$$L = \sum_{i=1}^n (z_n - F(t_n))^2 \rightarrow \min_{K, h_f}, \quad (3)$$

Значення  $K$ ,  $h_f$ , що забезпечують мінімум функції (2), і будуть оцінками відповідних параметрів.

В ході експерименту у вертикальний мірний скляний циліндр насипався пісок. Після цього наливалась сира нафта і проводилася відеофіксація процесу просочення. Шляхом обробки відеозапису визначалися глибина просочення і відповідний час.

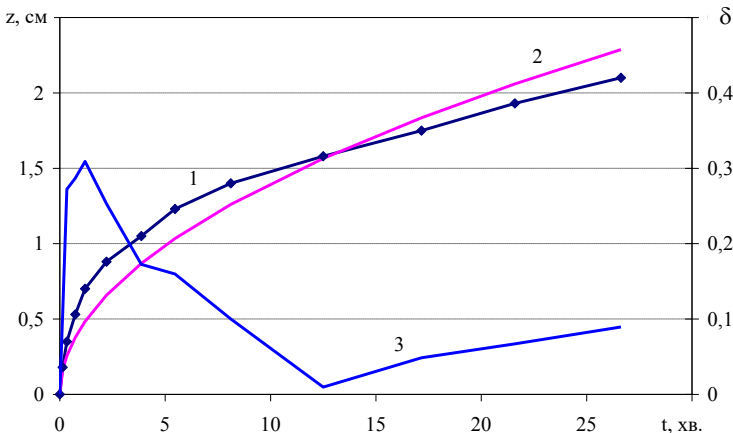
Із отриманих результатів безпосередньо впливає оцінка коефіцієнта пористості:

$$\phi = \frac{h_1 - h_n}{z_n - z_1} \approx 0,314, \quad (4)$$

Застосування методу покоординатного спуску до задачі мінімізації (3) дає оцінки параметрів просочення

$$K = 1,68 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}, \quad h_f = 0,95 \text{ м.}, \quad (5)$$

На рис. 1 наведено залежність глибини просочення сирої нафти в пісок від часу, отриману експериментально і за формулою (1), в яку підставлені значення (4), (5).



**Рисунок 1** – Залежність глибини просочення сирої нафти в пісок від часу:  
1 – експериментальні дані; 2 – результат розрахунку за формулою (1);  
3 – відносна похибка (по правій осі)

Аналіз графічних залежностей, наведених на рис. 1, свідчить, що спочатку відносна похибка між експериментальними даними і результатами розрахунків зростає, досягаючи 30%, а потім зменшується і після 8 хв. не перевищує 10%.

Наведений метод оцінки параметрів моделі просочення рідини вглиб ґрунту включає вимірювання глибини просочення в певні моменти часу і пошук таких значень, як показник капілярності, гідравлічна провідність і пористість ґрунту, які забезпечують мінімум відхилення розрахованої глибини просочення від експериментально визначеної. Відзначимо, що показник капілярності і гідравлічна провідність є характеристиками пари «ґрунт – рідина». Типові значення коефіцієнта пористості лежать в діапазоні від 0,09 (асфальт) до 0,45 (пісок), гідравлічної провідності піску, глини, чорнозему –  $(10^{-4} \div 10^{-8})$  м/с, показника капілярності –  $(10^{-2} \div 1)$  м.

### Література

1. Abramov Y., Basmanov O., Oliinik V., Khmyrov I. Justifying the experimental method for determining the parameters of liquid infiltration in bulk material. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022.4/10 (118). P. 24-29. Doi: 10.15587/1729-4061.2022.262249.

УДК 614.841.22:541.49:539.199

## **НАДМОЛЕКУЛЯРНА БУДОВА РЕЧОВИНИ ЯК ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЧИННИК ПАРАМЕТРІВ ВИБУХОПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ**

**Трегубов Д.Г.**, кандидат технічних наук, доцент,

**Трегубова Ф.Д.**, студентка

**Національний університет цивільного захисту України**

Сучасне людство використовує з різною технологічною метою багато речовин та матеріалів, значна кількість з яких має певну пожежну або вибухонебезпеку. Ступінь цієї небезпеки визначають як експериментальним, так і розрахунковим шляхом. Стосовно розрахункових методик необхідно зауважити, що для багатьох речовин вони не розроблені або не працюють. Найбільші складнощі у розрахунковому прогнозуванні параметрів пожежної небезпеки спостерігаються для речовин, що за стандартних умов ще залишаються у твердому стані. Це пов'язано з тим, що для таких речовин значний внесок у їх властивості вносять міжмолекулярні зв'язки, а більшість розрахункових методик так, чи інакше спирається на енергетичні та структурні особливості окремої молекули. Тим не менш, навіть для рідин та газів можна говорити про існування умов, за яких вони знаходяться у твердому стані, де також збільшується вплив на властивості міжмолекулярних зв'язків. Цей внесок певним чином зберігається й для рідкого та газоподібного станів, але на даний час не існує ні методик його оцінки, ні способів розрахункового врахування у параметрах речовини. Для оцінки особливостей надмолекулярної будови можна використати особливості зміни у гомологічних рядах температур плавлення ( $t_{пл}$ ) та кипіння ( $t_{кип}$ ), а також температури самоспалахування ( $t_{cc}$ ) [1].

Вибухове перетворення можна розглядати як самоспалахування внаслідок різкого самоприскорення реакції окиснення. Процес самоспалахування розглядають як тепловий вибух за найгірших теплових умов: за критичної температури виникає повільне окиснення з накопиченням тепла у всіх точках суміші зі стрибкоподібним збільшенням температури. Такий процес схожий на «кооперативний» з миттєвим налаштуванням надмолекулярної будови речовини з формуванням проміжного надмолекулярного нестійкого утворення кластерного типу, яке надалі кооперативно розкладається з виникненням більш дрібних молекулярних продуктів.

Зниження  $t_{cc}$  та збільшення теплоти згоряння  $Q_n$  у гомологічному ряду алканів від метану до пентану працюють протифазно на пожежну небезпеку: за більшої  $t_{cc}$  та меншої  $Q_n$  прогрів наступного шару перед фронтом полум'я та процес його запалювання ускладнюються, див. таблицю 1. Це проявляється як менша нормальна швидкість полум'я  $u_n$  та більша

мінімальна енергія запалювання  $E_{\min}$ , що властиво метану. Збільшення молярної маси  $M$  ускладнює згоряння, оскільки потрібна більша витрата кисню. Тому для стехіометричної метано-повітряної суміші існують найменші дифузійні ускладнення внаслідок наближеного до оптимального співвідношення між горючою речовиною та киснем повітря і, відповідно, найшвидше згоряння. Внаслідок комплексу цих факторів тиск вибуху та швидкість зростання тиску вибуху в метану більші ніж в етану, але менші ніж в пропану. Відповідно, за звичайних умов й здатність метану до прискорення фронту полум'я до детонації менша, ніж в пропану.

Таблиця 2

## Порівняння параметрів вибухопожежної небезпеки алканів

Алкан (М)	$t_{cc}$ , °C	$u_n$ , м/с	КМПП (ширина КМПП), %			ДМ, %	$P_{\max}$ , кПа	$V_{\Delta P}$ , МПа/с	$E_{\min}$ , мДж
			повітря	кисень	$K_{розшир}$				
Метан (16)	537	0,338	5–15 (10)	5,1–61 (55,9)	5,5	10–15	706	18,0	0,28
Етан (30)	515	0,476	2,9–15 (12,1)	3–66 (63)	5,2	–	675	17,2	0,24
Пропан (44)	470	0,39	2,2–9,5 (7,3)	2,3–55 (52,7)	7,2	2,5–8,5	843	24,8	0,25
Бутан (58)	405	0,45	1,8–9,1 (7,3)	1,8–49 (47,2)	6,5	-	843	-	0,25
Пентан(72)	286	0,39	1,47–7,7 (6,23)	-	-	-	850	-	0,22

Аналіз вибухонебезпечності алканів за даними таблиці дозволяє зробити висновок, про те, що важливим фактором впливу на виникнення горіння є температура самоспалахування  $t_{cc}$ . Також видно, що параметрів мають осциляційність за «парністю-непарністю» молекул. Звернемо увагу, що розрахунок  $t_{cc}$  базується на визначенні еквівалентної довжини молекули  $l_{екв}$ . [2]. Тоді й для аналізу процесів вибухового перетворення речовин можна аналізувати довжину надмолекулярних структур. Така довжина враховує усі атоми карбону у безперервному ланцюзі для молекул, що складають загальний кластер.

Дані таблиці дозволяють припустити, що за нормальної швидкості поширення полум'я хоча б у мономолекулярному шарі перед фронтом полум'я утворюються тиски достатні для переведу речовини або надмолекулярних утворень у твердий стан, про що свідчить осциляційність параметру  $u_n$  та ін. Раніше було показано [1], що осциляційність властивостей у гомологічних рядах характерна для твердого стану речовини внаслідок зміни принципу кластеризації для «парних» та «непарних» молекул. Як рідину або тверду речовину розглядають стан метану та нітрометану у хвилі стиснення при математичному моделюванні розвитку детонації [3]. Також виявлено, що термодинамічні параметри ініціювання дисоціації молекул рідкого метану близькі до параметрів гомогенної детонації в рідкому нітрометані. У нітрометані за ініціації детонації утворюється «надшвидка» детонаційна хвиля

з тиском до 25000 атм. Зона хімічної реакції у фронті такої хвилі дуже тонка та не фіксується дослідними методами.

Якщо у хвилі стиснення з газу утворюється квазірідина або квазітверда речовина, то відповідною повинна бути й надмолекулярна будова. Тоді у фронті ударної хвилі для таких речовин відбувається фазовий перехід, у якому приймає участь уся кластерна одиниця речовини, навіть якщо за нових умов вона зникне. Така пропорційність властива азеотропним сумішам.

Залежність між температурим співвідношенням фазових переходів  $\Delta t = (t_{\text{кшп}} - t_{\text{пл}})$  та кількістю атомів карбону  $n_C$  у гомологічному ряду алканів має лінійний характер, але з осциляційністю, яка властива для  $t_{\text{пл}}$  [1]. З цієї залежності випадає метан з  $\Delta t = 21$  К (для пропану  $\Delta t = 145,6$  К), оскільки  $t_{\text{пл}}$  алканів корелює з будовою димеру, а для метану працює модель гексамеру, для етану – тримеру [4]. Лінійність залежності  $\Delta t(n_C)$  свідчить про зберігання кластерної будови алканів у рідкому стані, але вже з однаковим принципом надмолекулярної будови. Відхилення від даної залежності для метану й етану свідчить про зміну надмолекулярної будови за фазового переходу на димерний принцип. Тоді маленька різниця  $(t_{\text{кшп}} - t_{\text{пл}})$  свідчить про високомолекулярність кластерів певної речовини у твердому стані та про її зникнення за фазового переходу. Тоді завищена  $t_{\text{пл}}$  для даної  $M$  визначає наявність багатомолекулярної кластерної будови, як у випадку метану в твердому стані (гексамер). Такий кластер може утворюватися в детонаційній ударній хвилі і є нестійкою речовиною. У рідкому стані  $t_{\text{кшп}}$  метану корелює з будовою димеру, який не утворює коміркової структури і детонації не виникає. Але за підвищених тисків швидше створюється можливість досягнення в ударній хвилі квазітвердого стану за принципом гексамеру, для якого вже можна змоделювати коміркову структуру.

Раніше нами було розроблено показник «легкість плавлення»  $n_M = n_{\text{Секв}} M^{0.2}$  для твердих речовин з врахуванням значення довжини кластеру до  $n_{\text{Секв}} = 15$  та еквівалентної молекулярної маси  $M$ , який корелює з  $t_{\text{пл}}$  вуглеводнів:  $t_{\text{пл}} = 101,85 \ln(n_M) - 452,37$  [4]. На підставі показника «легкість плавлення» впроваджено показник вибухонебезпеки:  $K_p = n_M/M$  або  $K_{\text{Рекв}} = n_M/M_{\text{Секв}}$  (де  $M$  та  $M_{\text{Секв}}$  – молекулярна маса мономеру і базису мономеру кластера без бокових груп). Нами прийнято, що за  $K_p > 1$  – речовина має вибухові властивості, а за  $K_p < 1$ , то – не має.

Для встановлення координаційного числа кластеру  $K$  користувалися відповідністю обраного числа ланок у кластері до  $n_{\text{Секв}}$  за розрахунком. Успішність добору  $n_{\text{Секв}}$  визначалась за алгоритмом: з формули  $t_{\text{пл}} = 101,85 \ln(n_M) - 452,37$  за відомою  $t_{\text{пл}}$  знаходимо  $n_M$ , далі за поточним варіантом  $K$  визначаємо  $M$  кластеру та з формули  $n_M = n_{\text{Секв}} M^{0.2}$  встановлюємо відповідну  $n_{\text{Секв}}$ . Якщо отримане число в межах похибки 5 % співпадає з обраним за розрахунку  $M$ , то відповідний  $K$  та  $n_{\text{Секв}}$  приймаємо для подальшого аналізу як властиві для даної речовини (якщо ні –

обираємо  $K$  більше або менше прийнятого раніше та повторюємо розрахунок). Розглянуто різні варіанти базисів молекул вибухових речовин, які певним чином схожі на нітрометан [5]. На підставі розрахунків отримано: нітрометан –  $n_{\text{Секв}} = 18$ ,  $K_p = 1,43$ ; метилнітрил –  $n_{\text{Секв}} = 21$ ,  $K_p = 1,61$ ; метилнітрат –  $n_{\text{Секв}} = 12$ ,  $K_p = 1,22$ ; тринітрометан –  $n_{\text{Секв}} = 30$ ,  $K_p = 1,53$ ; тетранітрометан –  $n_{\text{Секв}} = 25$ ,  $K_p = 1,36$ ; тетранітрат пентаеритриту –  $n_{\text{Секв}} = 72$ ,  $K_p = 2,58$ ; тетранітрат еритриту –  $n_{\text{Секв}} = 36$ ,  $K_p = 2,5$ ; піроксилін –  $n_{\text{Секв}} = 104$ ,  $K_p = 2,01$ ; метан –  $n_{\text{Секв}} = 6$ ,  $K_p = 0,15$ ; пропан –  $n_{\text{Секв}} = 6$ ,  $K_p = 0,15$ ; диметилперекис –  $n_{\text{Секв}} = 16$ ,  $K_p = 1,68$ . Якщо розглядати полімери як стійкі кластери, то мономер полімеру є такою ж базовою характеристикою речовини як молекула у кластері. Тому проведено спробу розрахувати показник вибухонебезпеки піроксиліну (нітроцелюлози) за цим принципом.

Дані таблиці також свідчать, що межі детонації пропану звужені на 18% відносно його КМПП, у той час як для метану – на 67%. Тобто пропан більш схильний до детонації. Але  $K_p$  у метану значно ближче до межі вибухонебезпечності. Відомо, що за умов дослідження газоповітряних сумішей за стандартних умов переддетонаційний розгін менший у пропану, ніж у метану. Але за умов високого тиску стійкість до детонації виявляється вищою у пропану, що може свідчити про перехід надмолекулярної будови повітряних сумішей алканів під тиском до кисневмісного нестійкого кластеру, наприклад, перекисного типу (відомо, що алкілперекиси мають більшу стійкість за більшої довжини молекули). Тобто існують різні механізми при переході від дефлаграційного до детонаційного горіння.

Відзначимо, що розроблена модель на підставі лише  $t_{\text{пл}}$  та  $M$  дозволяє прогнозувати еквівалентну довжину кластеру, а з нею і ступінь кластеризації. Так, для метилнітрату базисом кластеру прийнято частину молекули довжиною «2». Можна запропонувати, що як і для алканів [4] кластеризація відбувається по ланцюгу карбонів або базису С-О, тоді нітрогрупи виявляються боковими. Розроблений показник вибухонебезпечності можна розраховувати двома шляхами: 1) по відношенню до молекулярної маси молекули; 2) по відношенню до молекулярної маси базису кластеру як довжиноутворюючої частини молекули. Маленьке значення показника «1» за великого значення показника «2» частково свідчить про чутливість вибухової речовини; показник «2» відбиває вибухову силу речовини (швидкість детонації). Для даного дослідження більш цікавим виявилось співвідношення «2», але здатність повітряних горючих сумішей до детонації воно не відбиває.

Таким чином, вибухопожежонебезпечні властивості горючих речовин у всіх агрегатних станах певним чином пов'язані з їх властивостями у твердому стані. Для газів та рідин це пояснюється тим, що перекисна кластеризація їх молекул у полум'ї відбувається схожим шляхом до їх кластеризації у твердий стан за зменшених температур. Це передбачає утворення надмолекулярних полімероподібних структур, яким легше сконденсуватися за збільшеного тиску



у фронті полум'я. Така модель пояснює осциляційність різних параметрів вибухопожежної небезпеки, які розглянуто на прикладі гомологічного ряду алканів. Для аналізу цієї небезпеки запропоновано використовувати параметри «еквівалентна довжина кластеру» (аналогічно методиці розрахунку температури самоспалахування) та «легкість плавлення». Наведена модель дозволяє також пояснити аномалії у схильності метану до детонації за різних тисків, а також осциляційність швидкості фронту детонаційної хвилі.

### **Література**

1. Трегубов Д., Тарахно О., Соколов Д., Трегубова Ф. Осциляційність характерних температур n-алканів внаслідок кластерної будови речовини. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2020. № 32. С. 14–30. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11691>.

2. Тарахно О.В., Трегубов Д.Г., Жернокльов К.В., Коврегін В.В. Основні положення процесу горіння. Виникнення процесу горіння. Харків: НУЦЗУ, 2020. 408 с.

3. Каїм С.С., Каїм С.Д., Роск Р. Генерація «гарячих точок» у фронтах детонаційних хвиль. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. 2009. Т. 7, № 4. С. 1201–1226.

4. Трегубов Д.Г., Шаршанов А.Я. Соколов Д.Л., Трегубова Ф.Д. Прогнозування найменших надмолекулярних структур алканів нормальної та ізомерної будови. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. № 35. С. 50–71.

5. Meyer R., Köhler J., Homberg A. Explosives. Weinheim: Wiley-VCH, 2007. 421 p.

УДК 614.841

**ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНЕГАСНОЇ  
ЕФЕКТИВНОСТІ КОНЦЕНТРОВАНИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ  
НЕОРГАНІЧНИХ СОЛЕЙ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ****Карвацька М.Я.,****Михалічко Б.М.,** доктор хімічних наук, професор,**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Вкрай актуальним завданням пожежної безпеки на сьогодні – це здійснення досліджень щодо пошуку нових хімічних речовин, здатних ефективно призупиняти поширення полум'я, а також розробка сучасних технологій застосування цих речовин в пожежогасінні. Перспективними речовинами для розробки водних вогнегасних речовин (ВВР) нового покоління можуть бути використані неорганічні солі *s*- та *d*-металів.

Варто зазначити, що вогнегасна ефективність будь-якої хімічної добавки визначається не лише її хімічною природою чи тривалістю перебування в зоні горіння, а й хімічним складом продуктів термоокиснення.

З літературних джерел відомо, що у ролі розчинених у воді вогнегасних речовин, так званих інгібіторів горіння, найчастіше використовують неорганічні солі лужних металів [1], органічні солі лужних металів (калій оксалат, калій ацетат) [2], фосфоровмісні сполуки [3]. Здатність придушувати полум'я водними розчинами солей, що містять сполуки фосфору, знижується в ряду  $K_3PO_4 > NH_4H_2PO_4 > H_3PO_4$ .

Авторами [4] показано, що найефективнішою добавкою для підвищення вогнегасної дії води є калій карбонат ( $K_2CO_3$ ).

Результати досліджень наведені в роботі [5] показали, що використання 10% розчину  $KHCO_3$  скорочує середній час згасання гептанового полум'я до 96% (з 154,6 с до 5,5 с) порівняно з чистою водою. А такі добавки як  $(NH_4)_2HPO_4$ ,  $(NH_2)_2CO$  фактично збільшували час, необхідний для гасіння полум'я.

Відомі також ВВР заснованих на розплавах хлоридів *s*-металів ( $KCl$ ,  $NaCl$ ,  $MgCl_2$ ), що містять незначні домішки хлоридів *d*-металів ( $MnCl_2$ ,  $CrCl_3$ ,  $FeCl_3$ ).

Доволі перспективними речовинами, які використовуються для створення ВВР є неорганічні солі купруму(II). Серед цього класу солей особливої уваги заслуговує концентрований водний розчин купрум(II) хлориду, а саме 40% водний розчин  $CuCl_2$ , який при гасінні осередків займань класу В (дизельне пальне) проявив неабияку ефективність [6]. Вогнегасна ефективність цієї ВВР є наслідком особливої термолітичної поведінки хлориду купруму(II) в полум'ї [7]. Після потрапляння аерозолу

водного розчину  $\text{CuCl}_2$  в полум'я розпочинаються складні фізико-хімічні перетворення, які призводять до переривання цих ланцюгових реакцій, що мають місце в полум'ї.

В літературі також є відомості щодо ефективного придушення полум'я концентрованими водними розчинами калій гексаціаноферату(II) –  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  та калій гексаціаноферату(III) –  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  [8]. Зокрема, концентрований водний розчин калій гексаціаноферату(III) спроможний доволі дієво гасити лісові пожежі. Однак, використання ВВР на основі 30% водного розчину  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  як інгібітора горіння має істотний недолік. При внесення цієї ВВР в полум'я утворюються дуже токсичні продукти термічного розкладання цієї комплексної солі. Зокрема, вже при температурі 350–400°C калій гексаціаноферат(III) розкладається з виділенням вкрай токсичної сполуки  $\text{KCN}$  і газоподібного диціану  $(\text{CN})_2$ .

Однак інші нетоксичні солі феруму, зокрема ферум(III) сульфат, який при термолітичному розкладанні не дає токсичних продуктів, все ж можна було б використовувати для розробки водних вогнегасних речовин нового покоління. Очевидно, що, як і у випадку солей купруму(II), атоми перехідного металу  $\text{Fe}(\text{III})$  теж спроможні будуть проявляти схильність до інгібування активних частинок полум'я [9].

Проведені нами експериментальні дослідження [10] показали, що нетривала дія аерозолем 40% водного розчину ферум(III) сульфату безпосередньо на полум'я зумовлює його доволі ефективне придушення.

Отже, нами був проведений порівняльний аналіз вогнегасної ефективності таких ВВР, як 40% водний розчин калій тетрахлокоупрату (II), 40% водний розчин ферум(III) сульфату, 40% водний розчин купрум(II) хлориду стосовно води. Результати наведені в таблиці.

**Таблиця 1**

**Результати вогнегасних випробувань ВВР**

ВВР	$V_{\text{ВВР}}$ (л)	$\Delta t_{\text{гасіння}}$ (с)	$K_1$
Водогінна вода	0,1224	17,0	1,0
40% $\text{K}_2[\text{CuCl}_4]$	0,0091	7,2	3,2
40% $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	0,0250	5,0	4,9
40% $\text{CuCl}_2$	0,0062	2,0	19,6

Підвищення вогнегасної ефективності ВВР ( $K_1$ ) обчислювали стосовно води за формулою:

$$K_1 = V_{\text{вода}} / V_{\text{ВВР}}, (1)$$

Як видно, найефективнішою ВВР виявився 40% водний розчин  $\text{CuCl}_2$ , далі йде  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , а тоді  $\text{K}_2[\text{CuCl}_4]$ . Це можна пояснити різною продуктивністю подачі ВВР в зону горіння, зумовленою в'язкістю виготовлених розчинів.

### Література

1. Kuang K., Chow W., Ni X. *et al.* Fire suppressing performance of superfine potassium bicarbonate powder. *Fire and Materials*. 2011. V.35(6). P.353-366.
2. Ming-Hui Feng, Jun-Jun Tao, Jun Qin and Qin Fei Extinguishment of counter-flow diffusion flame by water mist derived from aqueous solutions containing chemical additive. *Journal of Fire Sciences*. 2016. V. 34(1). P. 51–68.
3. Jayaweera T., Fisher E., Fleming J.W. Flame suppression by aerosols derived from aqueous solutions containing phosphorus. *Combustion and Flame*. 2005. V. 141(3). P. 308–321.
4. Zhang Tianwei, Liu Hao, Han Zhiyue, Du Zhiming, Wang Yong Active substances study in fire extinguishing by water mist with potassium salt additives based on thermoanalysis and thermodynamics. *Applied Thermal Engineering*. 2017. V. 122. P. 429–438.
5. Joseph P., Nichols E., Novozhilov V. A comparative study of the effects of chemical additives on the suppression efficiency of water mist. *Fire Safety Journal*. 2013. V. 58. P. 221–225.
6. Mykhalichko B., Lavrenyuk H., Mykhalichko O. New water-based fire extinguishant: elaboration, bench-scale tests, and flame extinguishment efficiency determination by cupric chloride aqueous solutions. *Fire Safety Journal*. 2019. V. 105. P. 188–195.
7. Карвацька М.Я., Лавренюк О.І., Пархоменко В.-П.О., Михалічко Б.М. Квантово-хімічне моделювання інгібувального впливу водних розчинів неорганічних солей купруму(II) на горіння вулководнів. *Вісник ЛДУБЖД*. 2021. № 23. С. 33–38.
8. Korobeinichev O.P., Shmakov A.G., Chernov A.A., Bol'shova T.A., Shvartsberg V.M., Kutsenogii K.P., Makarov V.I. Fire suppression by aqueous solutions salts aerosols. *Combustion Explosion and Shock Waves*. 2010. V. 46, N 1. P. 16–20.
9. Linteris G.T., Katta V.R., Takahashi F. Experimental and numerical evaluation of metallic compounds for suppressing cup-burner flames. *Combustion and Flame*. 2004. V. 138 (1-2). P. 78-96.
10. Карвацька М.Я., Пастухов П.В., Петровський В.Л., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. Вогнегасні випробування концентрованого водного розчину ферум(III) сульфату. *Пожежна безпека*. 2022. № 40. С. 55–60.

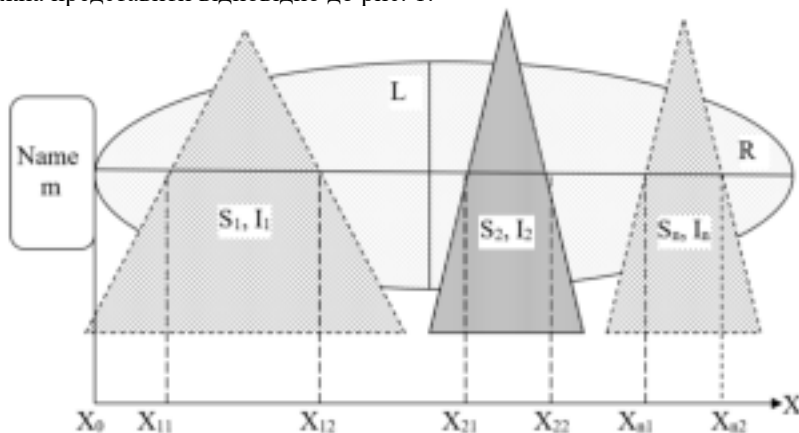
УДК 355.58

## РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

Мельниченко А.С.,

Шевчук О.Р., кандидат наук з державного управління  
Національний університет цивільного захисту України

В роботі розглядається задача точкового викиду газоподібної небезпечної хімічної речовини, що зберігається або транспортується в технологічному апараті під тиском. Хмара НХР розповсюджується за напрямком вітру. [1] По ходу розповсюдження хмари може відбуватись її осадження дрібнодисперсним водяним потоком, який подається або стаціонарними приладами забезпечення безпеки на об'єкті або пересувними приладами оперативно-рятувальних підрозділів. [2] Відповідно до цього кількість струменів для осадження, їх інтенсивність, площа покриття та розташування може бути довільним. У загальному вигляді схематично процес розповсюдження та осадження хмари НХР можна представити відповідно до рис. 1.



**Рисунок 1** – Графічна інтерпретація задачі прогнозування розмірів (R, L) зони хімічного ураження при осадженні НХР дрібнодисперсним потоком різної інтенсивності (I) та площі (S).

При будь-яких параметрах струменів для осадження хмари небезпечної речовини процес розповсюдження хмари можна розділити на окремі ділянки. По-перше відбувається довільне розповсюдження небезпечного газу з точки

викиду до зони осадження. [3] В зоні осадження відбувається осадження НХР тієї концентрації що надійшла до цієї зони. Далі відбувається довільне розповсюдження хмари з концентрацією НХР, що вийшла із зони осадження. Ці етапи можуть чередуватись, відповідно до вихідної ситуації.

Для спрощення процесу моделювання прийнято ряд припущень [4], які не вступають у протиріччя до реальних умов ліквідації аварії.

При відсутності активного осадження НХР її концентрація в повітрі буде описуватися рівнянням дифузії

$$\frac{\partial q}{\partial \tau} = D \left( \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial z^2} \right) - v_x \frac{\partial q}{\partial x} - v_y \frac{\partial q}{\partial y} - v_z \frac{\partial q}{\partial z} + E \delta(x) \delta(y) \delta(z - z_0), \quad (1)$$

де  $E$  – інтенсивність викиду речовини, кг/с, що відбувається у точці  $(0,0,z_0)$ ,  $S$  – інтенсивність осадження НХР водяними завісами;  $q(x,y,z,t)$  – концентрація НХР в повітрі, кг/м<sup>3</sup>;  $D$  – коефіцієнти дифузії в горизонтальному і вертикальному напрямках;  $v_x, v_y$  – горизонтальні складові вектору, що визначає напрямок і швидкість вітру, м/с,  $v_z$  – вертикальна складова швидкості вітру, обумовлена категорією стійкості атмосфери і густиною НХР.

На поверхні землі буде мати місце крайова умова другого роду:

$$\left. \frac{\partial q}{\partial z} \right|_{z=0} = 0, \quad (2)$$

а початкова умова:

$$q(x, y, z, 0) = 0, \quad (3)$$

Відповідає відсутності речовини у повітрі перед початком викиду. При сталій величині викиду  $E$  розв'язок задачі (1)-(3) має вигляд

$$q_1(x, y, z, \tau) = \frac{E}{8\pi^{3/2} D^{3/2}} \cdot \int_0^\tau \frac{1}{(\tau - t)^{3/2}} \times \\ \times \exp \left[ -\frac{(x - v_x(\tau - t))^2 + (y - v_y(\tau - t))^2}{4D(\tau - t)} \right] \times \\ \times \left\{ \exp \left[ -\frac{(z - v_z(\tau - t) - z_0)^2}{4D(\tau - t)} \right] + \exp \left[ -\frac{(z - v_z(\tau - t) + z_0)^2}{4D(\tau - t)} \right] \right\} dt, \quad (4)$$

Отримане рівняння дозволяє визначити межі довільного розповсюдження небезпечного газу з точки викиду до зони осадження.

### **Література**

1. Dahia A., Merrouche D., Merouani D. R. Rezoug T., Aguedal H. Numerical Study of Long-Term Radioactivity Impact on Foodstuff for Accidental Release Using Atmospheric Dispersion Model // *Arabian Journal for Science and Engineering*. 2019. V. 44. P. 5233–5244. doi.org/10.1007/s13369-018-3518-2
2. Loosmore G., Cederwall R. Precipitation scavenging of atmospheric aerosols for emergency response applications: testing an updated model with new real-time data // *Atmospheric Environment*. 2004. V. 38. P. 993–1003. doi.org/10.1016/j.atmosenv.2003.10.055
3. Shiraiwa M., Pfrang C., Koop T., Pöschl U. Kinetic multi-layer model of gas-particle interactions in aerosols and clouds (KM-GAP): linking condensation, evaporation and chemical reactions of organics, oxidants and water // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2012. V. 12. P. 2777–2794. doi.org/10.5194/acp-12-2777-2012
4. Кустов М. В., Басманов О. Є., Мельниченко А. С. Моделювання зони хімічного ураження в умовах локалізації надзвичайної ситуації // *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2020. V. 32. P. 145-157. doi.org/10.5281/zenodo.4400185

УДК 614.84

**ТЕМПЕРАТУРИ ГОРІННЯ ШВЕЙНО-ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЯНКИ ЯК  
ФАКТОР ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ**

Адольф І.І., ад'юнкт

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Підприємства швейної промисловості відносяться до промислових об'єктів, на яких не рідко формуються умови, що створюють загрози виникненню пожеж. Виробничий процес даних підприємств в основному пов'язаний із виготовленням горючої продукції, яка у випадку виникнення пожежі здатна поширювати горіння на значні площі. У зв'язку з цим актуальності набули дослідження, спрямовані на вивчення пожежної небезпеки окремих виробничих ділянок швейних підприємств з метою визначення особливостей впливу чинників, що виникають під час пожежі. Особливості технологічних процесів, спосіб розміщення горючого матеріалу, висота, площа, конфігурація виробничих ділянок, а також маса пожежного навантаження та нижча температура згорання його складових безпосередньо впливає на виникнення вище вказаних чинників [1].

Дослідженням пожежної небезпеки промислових підприємств присвячено багато наукових робіт. У дослідженнях, представлених в [2], автори виявили сукупність факторів, що впливають на ефективність проведення евакуації з приміщення швейного підприємства під час пожежі. В науковій роботі [3] авторами запропоновано статистичну модель пожежі, яка відбувається у закритому просторі з врахуванням обмеження доступу кисню.

Під час огляду наукових результатів досліджень у сфері пожежної безпеки встановлено зокрема, що досліджень, спрямованих на вивчення пожежної небезпеки окремих виробничих ділянок, проведено недостатньо. Використання програмного забезпечення для комп'ютерного моделювання процесів горіння таких відокремлених ділянок дозволить отримати значимі результати.

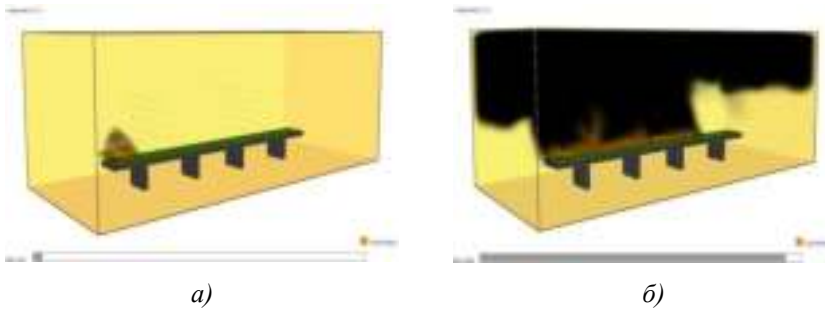
Мета роботи — отримати залежності температури в осередку пожежі від часу виникнення горіння та від висоти над осередком за результатами моделювання.

Для проведення досліджень створили модель полігону геометричними розмірами  $6 \times 2,5 \times 2,5$  м з розміщеною всередині "транспортною стрічкою" в середовищі *PyroSim*. В реальних умовах виробництва «транспортна стрічка» за умови пожежі найбільше сприяє поширенню горіння між ними, оскільки проходить біля них нерозривно. Висота експериментальної ділянки — 0,63 м, а її ширина — 0,5 м, площа ділянки —  $2,5 \text{ м}^2$ , пожежна навантага —  $35 \text{ кг/м}^2$ . Для дослідження температур в осередку горіння та над ним, розмістили



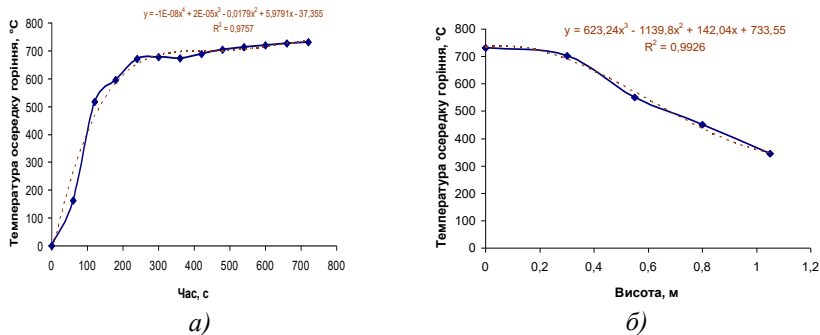
віртуальні терморпари на висотах від 0 до 1,2 м з інтервалом 0,2 м. Моделювання пожежі «транспортної стрічки» здійснювали з допомогою програми *FDS* в середовищі *PyroSim*. Для реалізації моделі також використовували фізико-хімічні властивості матеріалів горючого навантаження та інформацію щодо їх характеристик. Для побудови моделі враховувались швидкість вітру, температуру повітря та параметри джерела запалювання. Моделювання проводили на сітці розмірами  $60 \times 25 \times 25$ , геометричні розміри домену —  $6 \times 2,5 \times 2,5$  м. Хімічний склад горючого матеріалу обирали на основі бавовни та поліестеру, теплота згорання матеріалу — 19600 кДж/кг.

Під час моделювання *FDS* створює комплекс файлів з масивом даних. Для відображення цих результатів використовували додаток *Smokeview*, який дає змогу переглядати перебіг процесу горіння у просторі (рис. 1).



**Рисунок 1** – Моделювання пожежі "транспортної стрічки"  
а) на 1-й хв від початку горіння; б) на 16-й хв від початку горіння

Опрацювавши результати моделювання, отримано залежності зміни температури пожежі експериментальної ділянки від тривалості горіння (рис. 2)



**Рисунок 2** – Залежність температури над осередком горіння:  
а) від часу горіння; б) від висоти вимірювання

Отриману залежність температури над осередком горіння від часу горіння найкраще відображає поліноміальна модель 4-го степеня. А для відображення залежності температури від висоти вимірювання найбільш точно відтворює поліноміальна модель 3-го степеня. В результаті комп'ютерного моделювання зростання температури відбувалось до 12 хв, а її максимальне значення становило 731°C. Зазначимо, що температури над осередком горіння, отримані за результатами моделювання, зменшувалися зі збільшенням висоти розташування термопар, а їх значення становили в межах від 731°C в нижній точці до 344°C у верхній точці розміщення термопари.

**Висновок.** За результатами комп'ютерного моделювання спостерігалася тенденція до зниження температури горіння зі збільшенням висоти вимірювань. Зростання температури під час горіння експериментальної ділянки відбувалось до температури 731°C і припинилось на 12 хв моделювання. Отримані з допомогою комп'ютерного моделювання результати доцільно враховувати під час вибору заходів із підвищення рівня пожежної безпеки.

### **Література**

1. Товарянський В. І., Адольф І. І. (2022). Дослідження температур в середовищі горіння експериментальної швейно-виробничої ділянки. Пожежна безпека. 2022. №40. С. 92-98. DOI: 10.32447/20786662.40.2022.11.
2. Firoz A. Design of readymade garments industry for fire safety. A Dissertation for the Degree of Master in Disaster Management. Postgraduate Programs in Disaster Management (PPDM) BRAC University, 2011. 103 p.
3. Гуліда Е. М., Меньшикова О. В., Ренкас А. А. Моделювання пожежі в закритому приміщенні. Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.6. С. 307-317.

УДК 614.84

**УМОВИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВОГНЕГАСНОГО  
АЕРОЗОЛЮ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ  
ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ.**

**Баланюк В.М., Гарасим'юк О.І.,  
Копистинський Ю.О., Пастухов П.В.,  
Мірошкін В.С., Гірський О.І.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

До об'єктів підвищеної небезпеки належать підприємства нафтогазовидобувної, переробної, хімічної та енергетичної галузей промисловості. Зазначені підприємства характеризуються великим пожежним навантаженням, одночасною наявністю твердих, рідких і газоподібних горючих речовин, їх перебуванням в різноманітних температурних і фізичних умовах та наявністю значної кількості потенційних джерел запалення. З аналізу останніх пожеж в умовах війни можна зробити висновок, що пожежі на таких об'єктах поширюються як правило з максимальною швидкістю, існує можливість утворення вибухонебезпечних середовищ та інших пожежонебезпечних явищ та ситуацій. Для забезпечення швидкого, надійного та ефективного гасіння пожеж і попередження горіння та вибухів на таких об'єктах необхідний універсальний в своєму роді вогнегасний засіб, який би володів такими якостями як: висока вогнегасна ефективність як в обмежених об'ємах, так і на відкритому просторі, а також висока флегматизаційна ефективність. Найкраще цим вимогам відповідає вогнегасний аерозоль, у якого присутні всі вищеперелічені характеристики [1].

Відомо, що вогнегасний аерозоль [1,2] складається з дисперсних частинок неорганічних солей калію –  $K_2CO_3$ ,  $KOH$ ,  $KCl$ , які зависли у газовій суміші повітря з  $CO_2$ ,  $N_2$  та іншими газами. Полідисперсна фаза містить частинки з розмірами частинок від 0,01 мкм до 0,1 мкм. Це забезпечує його високу вогнегасну ефективність у замкнених об'ємах, на відкритому просторі напрямленим струменем аерозолу, комбінованим застосуванням аерозолу разом з ударними хвилями на відкритому просторі та підшаровою подачею в резервуарах з горючою рідиною. Вогнегасний аерозоль можна використовувати для ефективного гасіння зазначеними способами майже всіх класів пожеж. Так, наприклад, об'ємна вогнегасна ефективність аерозолу на основі рецептури БАГР становить від  $10 \text{ г/м}^3$  до  $33 \text{ г/м}^3$  (Табл. 1).

Таблиця 1

Вогнегасні концентрації аерозолю на основі неорганічних солей калію [1, 2, 3]

№ з/п	Клас пожежі	Вид горючої речовини	Вогнегасна концентрація аерозолю з АУС БАГР		
			Лабораторна установка, г/м <sup>3</sup>	Камера 65м <sup>3</sup> , г/м <sup>3</sup>	Направлений струмінь (вогнище), г/с
1	А Тверді горючі речовини	Деревина	10	15	-
		Поліетилен	12	16	-
		Поліметилметакрилат	15	18	-
2	В Горючі рідини	Гептан	26	33	(34в) 16,5
		Бензин А-95	21	32	(34в) 16,5
		Етанол	15	21	(5В) 15,5
3	С Горючі гази	Метан	12	16	-
		Бутан-пропан	14	19	-
4	Д Горіння металів та металоорганічних сполук	Алюмінієва стружка	Флегматизування горючого середовища при концентрації від 65 г/м <sup>3</sup>		
5	Ф Горіння олив та жирів	Соняшникова олія	20	26	(5В) 12

Як бачимо з таблиці вогнегасні концентрації для більшості горючих речовин в лабораторних умовах не перевищують 26 г/м<sup>3</sup>, а в полігонних – 33 г/м<sup>3</sup> на прикладі гептану. Для інших речовин мінімальна вогнегасна концентрація є ще меншою і становить в межах від 10 до 26 г/м<sup>3</sup> для лабораторних умов. Так, для твердих горючих речовин вогнегасні концентрації є дещо меншими зважаючи на невелику швидкість їх згорання, оскільки горючі пари, які згоратимуть, над поверхнею ТТР утворюватимуться дещо повільніше. Відповідно, для деревини вогнегасна концентрація становить 10-15 г/м<sup>3</sup> для поліетилену – 12-16 г/м<sup>3</sup>, для поліметилметакрилату – 15-18 г/м<sup>3</sup>. Для горючих рідин вогнегасні концентрації є дещо вищими і, відповідно, становлять для н-гептану 26-33г/м<sup>3</sup> та для етанолу – 15-21 г/м<sup>3</sup>. Таким чином зазначені концентрації є досить невеликими порівняно з вогнегасними концентраціями порошків та газів як основних засобів об'ємного пожежогасіння.

Іншим перспективним способом застосування вогнегасного аерозолю для гасіння пожеж на об'єктах підвищеної небезпеки є його комбіноване використання разом з ударними хвилями, зокрема їх серіями в діапазоні частот від 8 до 20 Гц. Комбіноване застосування ударних хвиль із зазначеними характеристиками призводить до значного підвищення вогнегасної ефективності вогнегасного аерозолю.

Таблиця 2

Практичні параметри вогнегасної ефективності  
комбінованих ударних систем на основі ударних хвиль [4]

№ з/п	Вогнегасні компоненти	Аерозоль, г/м <sup>3</sup>	Газ, %		P <sub>УХ</sub> , Па	Час підвищеної вогнегасної дії, с	Час згаслової вогнегасної дії, хв	Відстань ефективної дії, Л, м
			CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
1	Аерозоль	25	–	–	–	–	25	–
2	Бінарна суміш аерозолу з CO <sub>2</sub>	14	10	–	–	–	25	–
3	Бінарна суміш аерозолу з N <sub>2</sub>	24	–	10	–	–	25	–
4	Комбінована система аерозолу з УХ	20	–	–	2500	0,5	25	4
5	Комбінована тернарна система аерозолу, CO <sub>2</sub> та УХ	10	7	–	2500	0,5	25	4
6	Комбінована тернарна система аерозолу, N <sub>2</sub> та УХ	15	–	11	2500	0,5	25	4

Авторами [4] експериментально визначено, що комбіноване застосування бінарних та тернарних систем вогнегасного аерозолу, вогнегасної газової речовини та ударних хвиль з тиском у 240 Па призводить до зменшення вогнегасних концентрацій для вогнегасного аерозолу, зокрема до 4,8 г/м<sup>3</sup> та до 5,8 для CO<sub>2</sub>, або для вогнегасного аерозолу – до 6,5 г/м<sup>3</sup> та до 8,2 для N<sub>2</sub>, що є значно нижчим за їх індивідуальні значення, ймовірно, завдяки синергізму між її компонентами. Також автором встановлено, що дія серій УХ з тиском 240 Па на бінарну суміш вогнегасного аерозолу та газів призводить до ще більшого підвищення вогнегасної ефективності бінарної суміші аерозолу та газів. Вогнегасні концентрації становлять для аерозолу – 3,5 г/м<sup>3</sup> та для CO<sub>2</sub> – 2,8 %. Для бінарної суміші аерозолу та азоту ці співвідношення становлять для аерозолу до 4,1 г/м<sup>3</sup> та для N<sub>2</sub> до – 5,2 % при тиску ударної хвилі у всіх випадках в 240 Па. Значне підвищення вогнегасної ефективності можна пояснити синергізмом між компонентами комбінованих вогнегасних систем на основі ударних хвиль.

Тими ж авторами встановлено, що зазначений спосіб гасіння забезпечуватиме зменшення викиду CO<sub>2</sub> в 5 разів порівняно з індивідуальною вогнегасною концентрацією, та у комплексі з вогнегасними аерозолями – до 10 разів. Щодо часу гасіння пожежі, то він зменшується до декількох секунд з моменту подачі серій ударних хвиль та вогнегасних речовин, що забезпечить значне обмеження викидів в атмосферу продуктів горіння та побічних продуктів, які утворилися б при тривалішому процесі горіння та взаємодії з вогнегасними речовинами.

Також ефективним є спосіб застосування вогнегасного аерозолю для підшарового гасіння спиртів та інших рідин з низькою густиною. Так, в роботі [5] вказано, що при підшаровому гасінні вогнегасний аерозоль забезпечує високу ефективність та досить короткий час гасіння. Відповідно, в роботі [5] вказано, що вогнегасна ефективність для етанолу при підшаровому гасінні становить близько 2,3 г/с.

**Таблиця 3**

Витрата вогнегасного аерозолю,  
що забезпечує гасіння спиртів підшаровим способом [5]

№ з/п	Горюча рідина	Аерозоль				Час гасіння, с	
		Витрата, що забезпечує гасіння під час подавання підшаровим способом, г/с		Повна маса АУС, г			
		А	В	А	В	А	В
1	Метанол	1,8	3,3	36	33	20	10
2	Етанол	1,2	2,3	25,2	23,7	21	11
3	Бутанол	1	1,375	26.6	22	26	16
4	Ізопропанол	0,9	1,59	24	25	26	16
5	Ізоаміловий спирт	0,9	1,07	20,5	23	22,7	21,5

Таким чином при підшаровому гасінні реалізовується дія наступних чинників, які призводять до гасіння спирту після виходу аерозолу. При виході аерозолу забезпечується перемішування більш глибинних шарів рідини та зменшення температури поверхні рідини. Далі аерозоль виходить на поверхню та розбавляє зону парів та газів, де обмежує тепловий потік з зони горіння за рахунок його поглинання та розсіювання до дзеркала рідини, що відповідно, зменшує температуру її поверхні та інтенсивність її випаровування. Крім цього в зону горіння потрапляє вже зафлегматизована аерозолем горюча

суміш, яка в зоні горіння згорає з меншою швидкістю за рахунок інгібування ультрадисперсними частинками аерозолі ланцюгових реакцій окислення. Таким чином сумарна дія вищеперелічених чинників забезпечує припинення горіння за досить короткий час.

**Висновок.** Таким чином необхідно зазначити, що вогнегасний аерозоль забезпечує реалізацію майже всіх хімічних та фізичних аспектів пожежогасіння, а саме: одночасне інгібування, флегматизування та охолодження зони горіння, що забезпечує його високу вогнегасну ефективність. Також підсумовуючи розглянуті способи використання аерозолі необхідно зазначити, що технології їх виготовлення є нескладними, експлуатаційні характеристики високими, розміри вогнегасних засобів на декілька порядків менші за порошкові аналоги, термін зберігання без обслуговування становить 10-15 років, а вогнегасна ефективність – в 2-4 рази вища за аналогічні порошкові або газові засоби пожежогасіння. Таким чином зазначені характеристики вогнегасних засобів і систем на основі аерозольотворювальних сумішей забезпечуватимуть швидке, надійне та ефективне гасіння пожеж і попередження горіння та вибухів на об'єктах підвищеної небезпеки.

### **Література**

1. Charles J. Kibert Solid particulate aerosol fire suppressants. Journal Fire Technology. Air Force and University of Florida. Technical science. U.S., 1994. Vol. 30, No 4. P. 387-399.
2. Баланюк В.М., Копистинський Ю.О., Лавренюк О.І., Журбинський Д.А. Перебіг окремих внутрішніх процесів у вогнегасних аерозолях під час гасіння дифузійного полум'я. Науковий вісник УкрНДІПБ. Технічні науки. Київ, 2008. №1 (17). С. 155-159.
3. Balanyuk V. M., Kozyar N. M., Garasymuyk O. I. Study of fire-extinguishing efficiency of environmentally friendly binary aerosol-nitrogen mixtures. Eastern-european journal of enterprise technologies. Technical science. Kharkiv, 2016. No3/10 (71). С. 4-12.
4. Баланюк В.М., Наукові основи зменшення впливу на довкілля пожеж на їх початковій стадії дією ударних хвиль: автореферат дис. докт. тех. наук: 21.06.02. Львів, 2019. с 45.
5. Кравченко А.В., Підшарове гасіння спиртів вогнегасним аерозолем: дис., докт., філософії: 21.06.02. Львів, 2019. с 172.

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

УДК 351.79

### **АНАЛІЗ ДІЙ ОПЕРАТОРІВ ПРОТИМІННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПИТАННЯ З ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

**Ковальчук В.М.**, кандидат наук з державного управління,  
**Яковчук Р.С.**, доктор технічних наук, доцент,  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Від початку збройної агресії зі сторони Російської Федерації з 2014 року, а особливо після 24 лютого 2022 року значна частина території України піддалася активним бойовим діям. Як наслідок, майже половина території України забруднена вибухонебезпечними предметами [1]. Така ситуація що потребує посилення заходів з гуманітарного розмінування-комплексу заходів, які проводяться операторами протимінної діяльності з метою ліквідації небезпек, пов'язаних із вибухонебезпечними предметами, включаючи нетехнічне та технічне обстеження територій, складення карт, виявлення, знешкодження та (або) знищення вибухонебезпечних предметів, маркування, підготовку документації після розмінування, надання громадам інформації щодо протимінної діяльності та передачу очищеної території [2].

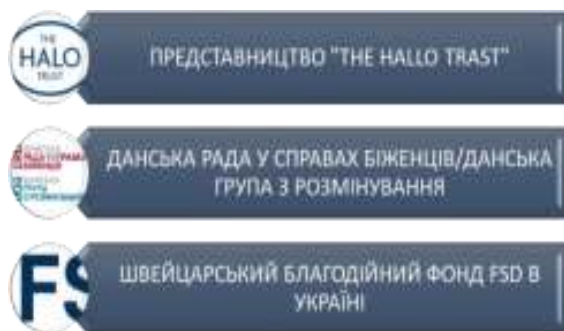
За даними Державної служби з надзвичайних ситуацій України (далі ДСНС) станом на 30 вересня 2022 року з початку року 72 598 тис га території, знешкоджено 223 160 вибухонебезпечних предметів, у тому числі 2 123 авіабомб, здійснено 28 549 залучень піротехнічних підрозділів [3]. Як видно з наведеної статистики, в Україні гостро стоїть питання протимінної діяльності, а саме залучення додаткових сил та засобів для проведення самих робіт з гуманітарного розмінування.

На сьогодні операторами протимінної діяльності в Україні є як уповноважені підрозділи центральних органів виконавчої влади, підприємства, установи, організації, так і неурядові організації, у тому числі міжнародні та іноземні[2].





**Рисунок 1** – Українські оператори протимінної діяльності в Україні (власна розробка)



**Рисунок 2** – Іноземні оператори протимінної діяльності в Україні (власна розробка)

Розглянемо окрім державних інші оператори протимінної діяльності (далі ОПД).

Українська компанія «Demining Solutions» («Рішення з розмінування»). Було створено 29 травня 2018 року для вирішення проблем гуманітарного розмінування сходу України. Компанія має всі права вирішувати питання протимінної діяльності. Тісно співпрацює з Міністерством оборони України, Державною службою України з надзвичайних ситуацій іншими державними та неурядовими органами та організаціями, на всіх рівнях взаємодії: від місцевого до міжнародного.

The HALO Trust (Hazardous Area Life-support Organization) – заснована в 1988 році неполітична, нерелігійна, неурядова британська благодійна та американська некомерційна організація, яка проводить гуманітарне розмінування – усуває загрози вибухонебезпечних залишків війни: знаходить вибухонебезпечні предмети, позначає території, складає мапи, очищає від вибухонебезпечних предметів, що не вибухнули (ВНВ) в колишніх зонах бойових дій, зокрема мін-пасток, здійснює зв'язок з громадами з питань протимінної діяльності. Організація має близько 8000 демінерів у всьому світі [4]. У HALO працюють понад 400 місцевих чоловіків і жінок з Донецької і Луганської областей, багато з яких походять із громад, території яких заміновані.

З 2016 року команди The HALO Trust вилучили сотні вибухонебезпечних предметів, від мін до касетних бомб, розкиданих на 420 гектарах землі. Також організація займається нанесенням на карти та позначенням небезпечних забруднених боєприпасами зон та почали використовувати техніку, яка допомагає очищати поля боїв та будівлі, пошкоджені під час бойових дій. Окрім того, проводять навчання ризикам, пов'язаних з небезпечними залишками війни.

Данська Рада у справах біженців (DRC) (дан. Dansk Flygtningehjælp) — приватна данська гуманітарна організація, заснована в 1956 році. Організація виступає в якості зонтичної для 33 організацій-членів. В Україні надає допомогу у питаннях біженців. Також Данська група розмінування проводить навчання населення різних вікових та професійних категорій питанням протимінної діяльності.

FSD – це гуманітарна організація, заснована в 1997 році в Женеві, Швейцарія. Напрямок роботи FSD в Україні – це гуманітарне розмінування та інформування про міну небезпеку.

### **Висновок.**

1. В Україні стоїть гостро питання проведення робіт з гуманітарного розмінування на майбутні роки.

2. Додатково до українських операторів протимінної діяльності необхідно додатково долучити іноземних фахівців.

### **Література**

1. Матеріали брифінгу ДСНС України присвяченому питанням розмінування деокупованих територій 06.09 2022р.) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cutt.ly/3V3iIbG>

2. Закон України "Про протимінну діяльність в Україні"

3. Оперативна інформація про надзвичайні ситуації техногенного, природного та іншого характерів на території України [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://cutt.us/42SFu>

4. The Halo trust. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/HALO\\_Trust](https://uk.wikipedia.org/wiki/HALO_Trust)

**УДК 614.8**

**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ  
ЗАГОРОДЖУВАЛЬНИХ СМУГ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ  
ТА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ**

**Кирилів Я.Б.**, кандидат технічних наук,  
**Ковалишин В.В.**, доктор технічних наук, професор.  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Пожежі у природних екосистемах вносять певну частку у загальну статистику пожеж, що трапляються у країні та демонструють тенденцію до щорічного зростання. До пожеж у природних екосистемах відносяться лісові, торф'яні, на відкритих територіях (ландшафтні, степові), а також пожежі на сільськогосподарських угіддях. Відповідно до статистичних даних Центру Пожежної Статистики Міжнародної Асоціації Пожежно-рятувальних служб (СТІФ) [1], який аналізує стан пожеж у 23 країнах світу, щороку приблизно 17% усіх пожеж у цих країнах виникає у природних екосистемах. Стосовно України, то слід зазначити, що у 2015 році кількість пожеж у природних екосистемах у порівнянні з 2014 роком збільшилася у 2 рази (з 12,8 тис. у 2014 році до 25,1 тис. у 2015), а їх площа на 13,8% (з 26,7 тис. га у 2014 році до 31 тис. га. у 2015) [2]. Внаслідок таких пожеж вогнем знищується унікальна флора і фауна біосферних заповідників та національних парків, господарські споруди та дачні будинки, тим самим заподіюється шкода екосистемі та завдаються матеріальні збитки державі й населенню. Світовий досвід боротьби з пожежами у природних екосистемах вказує на застосування вогнеборцями загороджувальних смуг, що створюються розпиленням водних розчинів хімічних речовин з вогнезахисними властивостями. За межі таких смуг вогонь не поширюється. В Україні наразі такий спосіб локалізації пожеж не застосовується. Натомість Правилами пожежної безпеки у лісах України [3] передбачено прокладання мінералізованих смуг із застосуванням спецтехніки для видалення наземних горючих матеріалів. Такий спосіб призначений для локалізації пожеж на об'єктах інфраструктури. Створення загороджувальних смуг з розчинів хімічних речовин може застосовуватися у місцях, де прокладання мінералізованих смуг неможливе через важкодоступність пожежі. Тобто спосіб створення загороджувальних смуг з розчинів хімічних речовин є мобільнішим у застосуванні [3, 4].

Більшість лісових пожеж є низовими. Їхня кількість у середньому становить 97 – 98 %, а площа – близько 87 – 89 % від усіх зареєстрованих. При цьому розподіл пожеж за видами суттєво залежить від регіону. У помірному кліматичному поясі низові пожежі становлять 90 – 98 %, верхові – 1 – 10 %, ґрунтові – до 1 % [5, 6].

У сучасних системах локалізації горіння лісових масивів активно використовується група методів, серед яких можна виділити як найбільш широко застосовувану облямівку пожежі захисними мінералізованими смугами у поєднанні з охороною та гасінням, охороною кромки у поєднанні з гасінням периферії пожежі або всієї її площі та охороною кромки пожежі до періоду дощів [7-9]. У будь-якому випадку застосовують так звані бар'єрні смуги, утворені із зволоженого лісового горючого матеріалу (ЛГМ) і розташовані попереду фронтів його піролізного та полум'яного горіння, рови, смуги зі згорілого або вирубаного лісу, паркани та огорожувальні структури, що перешкоджають передачі піролізованих частинок з однієї секції до іншої, а також зменшення променистого теплового потоку, що призводить до прогріву нових шарів лісового горючого матеріалу та його інтенсивного піролізу, а також бар'єрних завіс [10]. Найбільш простим та ефективним способом локалізації лісової пожежі є створення загороджувальних смуг із зволоженого лісового горючого матеріалу перед фронтами його полум'яного горіння та піролізу. Товщина таких смуг та об'єм рідини, необхідний для зволоження матеріалу, повинні бути достатніми для зниження температури перед фронтом горіння матеріалу, запобігання доступу окислювача до зони горіння та витіснення продуктів горіння матеріалу та окислювача із зони горіння парами рідини [10].

Автори роботи [10] у досліджах показали, що для локалізації горіння листя в більшості випадків (навіть в умовах поривчастого вітру) можна обмежитися застосуванням загороджувальної смуги у вигляді шару, змоченого водою. Ширину такої смуги та об'єм води, необхідний для зволоження, можна визначити за теплою, акумульованою в смузі, у порівнянні з теплою, що виділяється на фронтах горіння та піролізу лісового паливного матеріалу. Що стосується голок хвої, то потрібні спеціалізовані комбінації бар'єрних смуг, змочених рідинами різного компонентного складу. Встановлено, що найбільш ефективною (з точки зору гарантованої локалізації пожежі та мінімальної витрати рідини) є наступна комбінація смужок: розчин ОС-5 (5%), розчин бішофіту (5%). Шари хвої становлять найбільшу пожежну небезпеку, оскільки по них дуже швидко поширюються фронти піролізу та полум'яного горіння. Крім того, хвоя може переноситися повітряними потоками з однієї ділянки лісу до іншої. В результаті переважно оптимальні для хвойних лісів бар'єрні смуги та їх комбінації можуть застосовуватися і в змішаних лісах.

Найчастіше для гасіння лісових пожеж застосовуються такі методи гасіння: нахльостування або закидання ґрунтом крайки лісової пожежі; гасіння водою або розчинами хімікатів; прокладання мінералізованих смуг; відпал лісових горючих матеріалів або метод пуску зустрічного вогню; гасіння із залученням авіації; штучне викликання опадів; використання газофазних, порошкових вогнегасних речовин і пін; гасіння з використанням вибухових речовин.

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 [11].

Підвищення ефективності боротьби з лісовими пожежами пов'язують із використанням водопінних засобів пожежогасіння, використанням компресійних і твердих пін [12], застосуванням гелеутворюючих і піноутворюючих складів, які продемонстрували високі вогнезахисні характеристики відносно лісової підстилки у попередніх роботах [12].

Відомим способом є пожежогасіння швидкотвердіючою негорючою мінеральною піною. Тверді піни виявляють гарний ізолювальний і теплозахисний ефект (низька теплопровідність). Їх застосовують для вогнезахисту під час гасіння пожежі (оперативний вогнезахист), а також наносять заздалегідь. Під дією теплового випромінювання тверді піни руйнуються тільки після повного випаровування з них вологи й подальшого займання. Установлено, що час вогнезахисної дії таких пін в основному зумовлений часом випаровування з них вологи. Поширення такі вогнегасні піни не набули через складність технології їх отримання. Є суттєві труднощі в подачі піни. Крім того, такі піноутворюючі суміші містять токсичні компоненти. Значної частини недоліків, що мають раніше розроблені швидкотвердіючі піни, позбавлені швидкотвердіючі піни на основі наночастинок кремнезему [12]. Вони містять невеликі кількості малотоксичних речовин, однак технологія їх отримання доволі складна й вимагає розробки спеціальної техніки для їх генерації. Зараз цей засіб гасіння лісових пожеж знаходиться на стадії впровадження.

З вище перелічених способів гасіння пожеж в природних екосистемах ми бачимо, що всі ці способи за певних умов володіють, як певними перевагами так і мають свої недоліки. Тому актуальним залишається вдосконалення існуючих способів гасіння пожеж та розробка нових, в тому числі поєднання одного або декількох відомих способів для створення ефективних загороджувальних смуг. Створення загороджувальних смуг із стійкої піни [13] та вдосконалення і розробка обладнання для її подачі з метою захисту різноманітних природних екосистем від пожеж, причиною яких є займання лісу, торфу, степу, а також сільськогосподарських угідь. Створення таких загороджувальних смуг, на наш погляд, є одним із перспективних способів локалізації та гасіння пожеж в природних екосистемах.

### Література

1. World Fire Statistics. CTIF Report (Світова пожежна статистика. Звіт Міжнародної Асоціації Пожежнорятувальних служб), 2015. – 63 р.
2. Наказ ДСНС України від 7 квітня 2016 року №168 «Про організацію заходів з протидії пожежам у природних екосистемах у 2016 році – 6 с.
3. НАПБ А.01.002-2004 Правила пожежної безпеки у лісах України – Введ. 2005-07-24. – К: Офіційний вісник України від 06.08.2007, 2005.
4. Ліхнівський Р.В., Білошицький М.В., Боровиков В.О., Жартовський С.В., Копильний М.І., Корнієнко О.В. Загороджувальні смуги як спосіб локалізації пожеж у природних екосистемах. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека 2016. № 2(2). С. 55-59.
5. Воробьёв Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Лесные пожары на территории России: состояние и проблемы. М. : ДЭКС-ПРЕСС, 2004. 312 с.
6. Effectives Loschen. Bevelkenugshytz Magazin fur Zivil und Katastrophenchuts. 2001. № 1. S. 22.
7. A. Fuentes and J. L. Consalvi, Experimental study of the burning rate of small-scale forest fuel layers, Int. J. Therm. Sci., 74, 119–125 (2013).
8. A.M. Eritsov and V.G. Gusev, Improving the technologies of creating barrier and support strips in case of quenching forest fires in areas of forest aviation operations, Vestn. Povolzhsk. Gos. Tekhnol. Univ., 1, 42–56 (2016).
9. V. Fateev, M. Agafontsev, A. Filkov, and S. Volkov, Determination of smoldering time and thermal characteristics of firebrands under laboratory conditions, Fire Safety J., 91, 791–799 (2017).
10. A. O. Zhdanova, A. V. Zakharevich, G. V. Kuznetsov, and K. O. Ponomarev, Analysis of the efficiency of combined barrier strips for localizing the burning of needles and leafage, Journal of Engineering Physics and Thermophysics, Vol. 95, No. 4, 939–944 (2022).
11. Абдурагимов И. М. Прорывные технологии пожаротушения. Лесной комплекс Сибири. 2015. № 5. С. 80 – 85.
12. Підвищення ефективності гасіння низових лісових пожеж шляхом використання бінарних вогнегасних систем з роздільним подаванням : дис. ... канд. техн. наук : 21.06.02 / Савельєв Дмитро Ігорович; Нац. ун-т цивіль. захисту України. – Х., 2020. – 170 с.
13. Сукач Р.Ю., Ковалишин В.В., Кирилів Я.Б., Войтович Д.П. Створення загороджувальних смуг вогнегасними пінами підвищеної стійкості для запобігання поширенню трав'яних пожеж. Пожежна безпека: збірник наукових праць 2022. №40. С. 84-91.

УДК 614.841

## **АНАЛІЗ ТА ПРОБЛЕМИ ГАСІННЯ КОМБІНОВАНИХ ПОЖЕЖ ЗА НАЯВНОСТІ ЛЕГКИХ МЕТАЛІВ ЧИ ФОСФОРНИХ СПОЛУК**

**Ковалишин В.В.**, доктор технічних наук, професор,  
**Петровський В.Л., Веселівський Р.Б.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Марич В.М.**, кандидат технічних наук,  
**Ковалишин Вол.В.**, кандидат технічних наук, **Великий Н.Р.**  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Горіння металів, спричинене займанням горючого пилу, надзвичайно небезпечне через можливість вибуху. При горінні металів, температура може сягати понад 2000 °С, відповідно, вода у такому випадку розкладається на водень та кисень і може утворюватися сильно вибухонебезпечний газ оксиген (вибухонебезпечні властивості оксигену), тому вода, не повинна використовуватися для гасіння. Окрім того, вода, яка контактує з горючим металом, призведе до збільшення інтенсивності горіння. До відомих горючих металів та їх сплавів відносять: цезій, літій, калій, рубідій, натрій, натрій-калій, магній, алюміній, ніобій, титан, фосфід алюмінію, гідрид алюмінію і літію, літій амід та інші [1].

Реаліями сьогодення є застосування фосфорних бомб російськими військами на території України, які є забороненими протоколами Женевської конвенції 1977 року. Фосфорні боеприпаси – зброя, яка містить білий фосфор поширює запальну дію, температура горіння якої сягає 1000°С на значній території, площа якої може досягати кількох сотень квадратних метрів. Надзвичайно актуальною проблемою сьогодення є боротьба з пожежами, пов'язаними з горінням сполук фосфору. Небезпечні чинники фосфорних боеприпасів при детонації розповсюджуються в радіусі до кількох сотень метрів. При цьому дія сполук фосфору є подібною до напалму. Через високу температуру горіння фосфор спричиняє тяжкі та болісні каліцтва, а при вдиханні парів може випалювати легені. Також сполуки фосфорних боеприпасів здатні продовжувати горіння після вибуху [2].

Пожежі та вибухи, які виникають з причин загорання металів та сполук фосфору, що наявні у боеприпасах, є актуальною проблемою, яку потрібно вирішувати, шляхом розроблення ефективних способів та засобів гасіння пожеж таких класів з врахуванням їх особливостей.

Звичайні протипожежні засоби, такі як водні розчини, на жаль, не можна використовувати для гасіння палаючого фосфору, оскільки ця речовина має тенденцію до швидкого повторного спалахування кожного разу, коли вона отримує доступ до повітря, наприклад, після випаровування води, яка була використана для гасіння.

Є дослідження щодо гасіння з використанням розчинів солі міді, оскільки цей реагент утворює незаймисту плівку фосфіду міді та міді поверх фосфору.

Також є ряд експериментів з гасіння фосфорних сполук з використанням мідного купоросу, розчинів солей, марганцевоокислого калію, азотнокислого срібла, сірчаноокислої міді.

Для попередження займання фосфору на невеликих площах землі чи предметів використовують пісок або ґрунт.

У літературних джерелах наводяться рекомендації, що для екстреного гасіння фосфорної пожежі можна застосувати розчин мила у воді, проте коли розчин висихає, фосфор стає горючим.

Для гасіння легких металів використовуються такі вогнегасні речовини:

- вогнегасний порошок для гасіння легких металів, до складу якого входить NaCl, мелений шлак з відходів металургійного виробництва, аеросил [3];

- засипання палаючого магнію великою кількістю сухого графіту;

- універсальним засобом для гасіння палаючого магнію і його сплавів є сухий мелений флюс, що вживається при плавленні магнієвих сплавів. Запас цих флюсів повинен постійно бути на робочих місцях і зберігатися в герметичній тарі. Для гасіння пожеж магнієвих сплавів при обробці різанням застосовують патрони, заряджені флюсом;

- застосування трихлориду бору для гасіння магнієвого полум'я. Трихлорид бор взаємодіє з палаючим магнієм, утворюючи хлорид магнію, який припиняє доступ повітря до палаючої поверхні;

- засипання палаючого магнію сухим пилоподібним карналітом або піском.

Для подавання вогнегасного порошку при гасінні легких металів застосовуються насадки-заспокоювачі. Основними вимогами до насадок-заспокоювачів для подачі вогнегасного порошку є плавне висипання вогнегасного порошку з мінімальною швидкістю та проста конструкція насадки-заспокоювача, яка забезпечить надійну експлуатацію.

У методах подавання порошку здійснюється за допомогою Г-подібної насадки, відбивання порошку відбувається від дна напівциліндра. При гасінні легких металів необхідно подавати на горючу поверхню порошок з мінімальною швидкістю, щоб він накривав поверхню, але не розкидав палаючі ошурки.

У патенті [4] запропонована насадка-заспокоювач (рисунок 1), конструкція якого складається із еліптичного днища з циліндричним корпусом та параболічним дзеркалом. Така конструкція є більш ефективною, оскільки тут значно сповільнюється рух газопорошкової суміші і, як наслідок, більша її кількість потрапляє на об'єкт гасіння. Дослідний екземпляр цієї насадки виготовлений і проходить дослідно-експериментальні випробування. Розпочались випробування нової насадки комбінованої дії, яка може подавати вогнегасний порошок та піну.





**Рисунок 1** – Дослідна насадка-заспокоювач

За результатами проведеного аналізу сучасного стану питання щодо розроблення і застосування вогнегасних порошків для гасіння пожеж класу D та сполук фосфору виявлено, що шляхами підвищення ефективності порошкового пожежогасіння в Україні є створення нових рецептур таких порошків із застосуванням вітчизняної сировинної бази, а також удосконалення технічних засобів їх подавання.

Обґрунтовано параметри, розроблено схемні рішення, розроблено та виготовлено насадку-заспокоювач порошкового вогнегасника спеціального призначення і за результатами експериментальних досліджень готуються рекомендації з гасіння комбінованих пожеж за наявності легких металів.

### **Література**

1. Ковалишин. В. В., Марич В. М., Ковалишин Вол., В. Лозинський Р. Я. Проблеми гасіння магнію та його сплавів. Пожежна безпека. 2016. №28. С. 58–63;
2. Фосфорні боєприпаси - перша допомога. Медична справа. URL: [https://www.medsprava.com.ua/article/2480-fosform-bopripasi-persha-dopomoga.](https://www.medsprava.com.ua/article/2480-fosform-bopripasi-persha-dopomoga;);
3. Ковалишин В. В., Марич В. М., Ковалишин Вол. В., Гусар Б. М., Кирилів Я. В. Патент на винахід № 124876 Вогнегасний порошок для гасіння легких металів, електроустановок під напругою за наявності магнію, алюмінію та їх сплавів. Заявка а 2018 01936 26.02.2018, Опубл.: 09.12.2021 р.;
4. Ковалишин В. В., Марич В. М., Ковалишин Вол. В., Мірус О. Л., Гусар Б. М. Патент на винахід № 123702. Заспокоювач для подавання вогнегасного порошку при гасінні пожеж класу D1. Заявка а 2018 03705 06.04.2018, Опубл.: 20.05.2021 р.

УДК 614.8

**ВОДЯНІ ВОГНЕГАСНИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ  
ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ**

**Ковалишин В.В.**, доктор технічних наук, професор,  
**Ковалишин Вол.В.**, кандидат технічних наук,  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**  
**Фірман В.М.**, кандидат технічних наук  
**Львівський національний університет ім. І.Франка**

Статистика говорить, що скорочення на 1 хв. часу дії на людину продуктів горіння дозволяє зменшити кількість жертв на пожежі приблизно на 5%. Отже від правильної організації та чіткості дій підрозділів буде залежати співвідношення загиблих та врятованих на пожежах [1].

Як свідчить статистика, близько 75% пожеж на початковій стадії ліквідовують вогнегасниками. Крім порошкових, вуглекислотних вогнегасників використовують водяні і водопінні. Водяні вогнегасники дешеві в експлуатації та прості в обслуговуванні. Враховуючи світову практику та всі позитивні сторони водяних вогнегасників, вони представляють новаторську технологію пожежогасіння. Конструкція водяного сопла для отримання тонко розпиленої води або водяного туману (насадки) вогнегасника створює водяну завісу, яка зменшує вміст кисню (необхідного для горіння) навколо вогню, гасить полум'я та створює вискоєфективне охолоджуюче покриття на палаючому матеріалі, що запобігає повторному займанню. Заряди до водяних вогнегасників є двох типів:

- на деіонізованій воді;
- на воді з сольовими добавками, екологічно чистими інгібіторами горіння.

Вогнегасники водяні з насадкою для отримання водяного туману, який завдяки своїм мікроскопічним краплям відомий як «сухий» водяний туман, можуть використовувати на пожежах типу А, В, F та для гасіння електрообладнання. Струмені водних вогнегасників на електропровідність перевіряються в спец. лабораторіях під напругою до 35 000 В. Основну роль в електропровідності струменя відіграють насадки і незалежно, який заряд – на деіонізованій воді, яка не може проводити електрику, або водні сольові розчини. Насадка робить вогнегасник безпечним для гасіння електричного обладнання під напругою до 1000 В з відстані не менше 1 м.

Водяні вогнегасники, звичайно, ідеальні для використання як загально побутові вогнегасники. Це зрештою єдиний тип вогнегасників, який гасить пожежі класу «F» (горіння рослинних та тваринних олій та жирів). А при використанні насадки для отримання тонкорозпиленої води у пінних вогнегасників отримуємо такий же вогнегасний ефект в гасінні як і у водяних.

Водяні вогнегасники ідеально підходять для офісів, дитячих ясел дошкільних закладів та шкіл, церков, медичних закладів, невеликих кухонь і приміщень, де викиди вогнегасного заряду можуть бути проблемою щодо забруднення, загрози здоров'ю людей та втрати видимості у приміщенні.

Іншими, не менш важливими перевагами водяних вогнегасників є:

- гарантія для заряду 5 років;

- вогнегасники майже не залишають слідів для очищення після використання.

- краплі настільки малі, що не мають негативної реакції на легкозаймисті рідини, що дозволяє використовувати вогнегасники при пожежах класу В;

- вогнегасники водяного туману можна безпечно використовувати для гасіння паперу, дерева, м'яких меблів, електричного обладнання (зокрема комп'ютери та принтери), рідкого палива та спиртів, одягу та газового полум'я, і тому ідеально підходять для офісів, майстерень, церков, шкіл та будинків.

Вогнегасники іноземного виготовлення пройшли випробування в Німеччині, Великобританії відмінно себе зарекомендували на відповідність найвищим стандартам, що відповідають стандартам Kitemark або LPCB за стандартами BS EN3. Українські виробники НВП «Вогнеборець», «Фактор» успішно сертифікували водні вогнегасники в Україні. Тому є відео підтвердження. Лінки до відео де використовуються водяні та пінні вогнегасники [2-8]. У випробуваннях зарядів до водяних вогнегасників брали участь науково-педагогічні працівники ЛДУ БЖД. Вітчизняні вогнегасники показали, що вони 1,5 рази по кількості використаного заряду ефективніші від закордонних. Запчастини до вогнегасників використовувались ідентичні з закордонними.

Науково-дослідні інститути і лабораторії США, Норвегії, Великобританії, також провели відповідні випробування і дослідження та рекомендують для захисту об'єктів культурної спадщини водні вогнегасники, ні в якому разі не порошоків або вуглекислотні. Україна отримала гуманітарну допомогу від цих країн у вигляді водних вогнегасників для захисту від вогню дерев'яних церков, музеїв і т. п.

Водні вогнегасники ефективно використовуються у всіх країнах світу. Дуже легко та з економічної точки зору та безпечно з врахуванням безпеки праці налагодити тренування потенційних користувачів роботи з водяними вогнегасниками.

Дуже актуальним стало використання цих вогнегасників в часі війни. Відповідно до ДБН В 2.2.5.97 «Захисні споруди цивільної оборони. Будинки і споруди. Зі Змінами» у п.10.12 передбачено, що приміщення захисних споруд обладнуються водопінними вогнегасниками. На жаль навіть цей пункт ДБН не став підставою включити в норми належності водяні та водопінні вогнегасники в таблицю додатку 10 [9].

## Висновки

1. Враховуючи вище викладене вважаємо, що необхідно внести доповнення до Наказу МВС України №25 від 15.01.2018р. «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників» із змінами, внесеними згідно з Наказом МВС України №765 від 28.10.2020р., і включити до Додатку 10 цих правил до п. 1 колонки 4, перелік об'єктів, де повинні використовуватись водяні і водопінні вогнегасники, а саме: для офісів, приватних будинків, дитячих установ, шкіл, церков, медичних закладів, кухонь, музеїв, ресторанів, захисних споруд (бомбосховища, укриття т. п). Для об'єктів культурної спадщини, церков, медичних закладів (приміщення з масовим перебуванням людей), дитячих установ, шкіл ресторанів, кафе, захисних споруд повинні використовуватись лише водяні або водопінні вогнегасники. Водяні вогнегасники обов'язково використовувати там, де є наявне електрообладнання під напругою до 1000В.

2. Більш ширше застосовувати для захисту об'єктів водяні та водопінні вогнегасники та регулярно проводити навчання з використання вогнегасників.

## Література

1. Ковалишин В. В., Кусковець С. Л., Луц В. І. Основи створення та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання : навч. посіб. Львів : Сполом, 2011. 440 с.

2. Вогнеборець Львів. Гасіння олії клас F вогнегасником ВВ 3з, 2022. Youtube. URL: <https://www.youtube.com/shorts/yqvYLmmBs2I>.

3. Товариство з Обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «Вогнеборець». Засіб для дезінфекції Барс 2М, виробництва НВП «Вогнеборець». URL: <https://vogneborec.com/video/>.

4. Water mist extinguishers vs traditional extinguishers Product Video.Safelincs–FireSafetyProducts. URL: [safelincs.co.uk/video\\_player.php?vid=49](https://safelincs.co.uk/video_player.php?vid=49).

5. Water mist fire extinguisher | fully certified from jactone products. Jactone. URL: <https://www.jactone.com/fire-safety-products/fire-extinguishers/water-mist-fire-extinguishers/premium-range/>.

6. Sure Safety India Ltd. How to use water mist extinguisher, 2015. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=tln4qtB15IM>.

7. John McAleer. Water mist fire extinguisher test day, 2013. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gNFD-z4hXXQ>.

8. FireAlarmDude5967. Overview and testing of the water mist fire extinguisher (amerex B276 6 liter water mist), 2021. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Epqp3mvSkUs>.

9. Jactone1. Jactone watermist fire extinguishers, 2018. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=tt9w23kscFs>.

10. Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.

УДК 614.8.086+ 614.89

## **ВПЛИВ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

**Лоїк В.Б.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Синельников О.Д.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Гончаренко М.О.**, здобувач освіти,

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Аварії на радіаційно небезпечних об'єктах можуть супроводжуватися як зовнішнім, так і внутрішнім опроміненням людини радіоактивними речовинами.

Межі доз опромінення та граничні дози для всього населення, прийняті в Україні, відповідають рекомендованим міжнародним стандартам безпеки (МСБ) із захисту населення від іонізуючих випромінювань. Рівні впливу у випадку радіаційних аварій за МСБ [1]:

- перебування у закритому приміщенні при дозі 10 мЗв до двох днів;
- йодна профілактика при 100 МГр накопиченої дози на щитоподібну залозу;
- евакуація при 50 мЗв до 7 днів;
- тимчасове переміщення при 10-30 мЗв за місяць;
- постійне переселення при 1 Зв за життя;
- довічна допустима доза для населення за 70 років – 70 мЗв;
- допустимий рівень впливу при радіаційній аварії – 1 Зв за життя.

Джерело іонізуючих випромінювань діє на організм людини при зовнішньому або внутрішньому опромінюванні. Під дією іонізуючих випромінювань в організмі людини відбувається іонізація молекул і атомів тканини, порушується хімічна структура сполук, утворюються сполуки, не властиві живій клітині, що в свою чергу призводить до її відмирання. Зміни фізичних і біологічних процесів в організмі залежно від дози опромінювання, тобто функції окремих органів і всього організму людини можуть відновлюватись повністю або вести до функціональних порушень.

При ядерному вибуху (ядерна бомба) внаслідок ланцюгової реакції вихідна ядерна речовина майже миттєво практично повністю ділиться з мінімальним виходом ізотопів із  $\gamma$ -випромінюванням, а радіоактивне забруднення місцевості відбувається переважно через наведену радіацію в частинках піднятого вибухом ґрунту, які, осідаючи на місцевості, створюють зону забруднення. При виникненні такої надзвичайної ситуації більшість радіоізотопів коротко- і середньоживучі, тому тривалість забруднення буде значно меншою, ніж під час аварії на АЕС.

Для впровадження єдиних підходів до забезпечення радіаційної безпеки на міжнародному рівні за участю Міжнародних організацій, МАГАТЕ визначено фази аварії (схема 1).

Схема (1)



**Рання (гостра) фаза аварії** — період викидів, інтенсивна наземна міграція радіонуклідів, формування радіоактивного сліду. Усі види втручань в період даної фази аварії носять терміновий характер [2].

**Середня (фаза стабілізації)** – період стабілізації радіоактивного забруднення, час якого становить 1-2 роки після аварії. Характеризується швидким зниженням потужностей доз у повітрі та на місцевості [2].

**Пізня (фаза відновлення)** — основним джерелом зовнішнього опромінення є цезій –137 у випадках на ґрунт, а внутрішнього – цезій – 137 та стронцій – 90 в продуктах харчування, які виробляються на забруднених цими радіонуклідами територіях [2]. Тривалість фаз аварії зображено на (схемі 2).

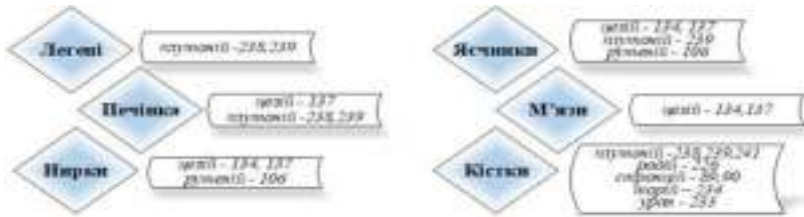
Схема (2)



До особливостей середньої фази належать: швидке зниження потужностей доз гамма-випромінювання у повітрі; наявність кореневого типу забруднення сільськогосподарської продукції – овочі, злакові, ягоди, молоко і м'ясо.

Основними джерелами внутрішнього опромінення є радіоізотопи цезію, стронцію - 89, 90, які надходять з продуктами харчування, що вироблені на

радіоактивно забруднених територіях [3]. До кінця даної фази основним джерелом зовнішнього опромінювання є цезій та стронцій (рис. 1).



**Рисунок 1** – Основні джерела опромінювання

Основним джерелом зовнішнього опромінення пізньої фази є цезій - 137 у випадках на ґрунт, а внутрішнього – цезій - 137 та стронцій - 90 в продуктах харчування, які виробляються на забруднених цими радіонуклідами територіях.

Від фази розвитку ядерної аварії залежать шляхи радіаційного впливу на конкретні категорії опромінованих осіб. Знання цих шляхів дозволяє правильно визначити адекватні контрзаходи з метою радіаційного захисту населення та персоналу.

Серйозною небезпекою для здоров'я є віддалені наслідки, які розвиваються у двох випадках:

- 1) після перенесеної гострої або хронічної променевої хвороби;
- 2) внаслідок тривалої дії (інколи протягом десятків років) незначних доз радіації, що перевищують рівень природного радіаційного фону. Вірогідність віддалених наслідків зростає зі збільшенням добової та річної дози опромінення.

Ступінь ураження радіоактивними речовинами організму людини залежить від ряду чинників: виду випромінювання (альфа-, бета-, гамма-промені і т. ін.); кількості ізотопу (активності); його властивостей (енергії частинок в період піврозпаду та ін.); шляхів попадання в організм людини та його індивідуальної чутливості.

Рекомендації з протидії джерелам іонізуючого опромінення зображені на схемі 3.

**Схема (3)**



**Висновок:** для попередження шкідливої дії іонізуючих випромінювань на організм людини необхідно усунути будь-яку можливість опромінювання дозами, які перевищують гранично допустимі. При дотриманні рекомендацій з протидії можливого іонізуючого випромінювання, в залежності від фаз впливу, ми зможемо протидіяти небезпекам впливу радіоактивного забруднення на організм людини.

### **Література**

1. Радіаційний, хімічний та біологічний захист Частина 2. Радіаційний захист: / В.Б. Лоїк, Р.Т. Ратушний, О.Д. Синельников, М.О. Довгановський, Р.С. Яковчук, А.Б. Тарнаський Навчальний посібник – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2022. – 589с.
2. Довідник «Реагування на радіаційні загрози», Київ: Ваїте, 2021. 84 с.
3. Довідник рятувальника: Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи з ліквідації наслідків радіаційних аварій. Київ: УкрНДПЦЗ, 2013. – 186.



УДК 614.841

## **ГІДРАВЛІЧНА ВЕНТИЛЯЦІЯ НА ПОЖЕЖІ**

**Луш В.І.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

В роботі [1] проаналізовано закордонні та деякі вітчизняні роботи [2-7] де розглядаються основні принципи та способи реалізації пожежної вентиляції під час гасіння пожеж в будівлях і спорудах різного призначення. На основі проведеної роботи обґрунтовано термін “тактична вентиляція” та наведено блок-схема тактичної вентиляції на пожежі в огороженні. Також, у вітчизняних джерелах, не має повної інформації про два способи проведення оперативних дій для створення вентиляції на пожежі в огороженні, а саме гідравлічної вентиляції та антивентиляції.

Гідровентиляція – це спосіб вентилявання задимлених та загазованих приміщень за допомогою розпилених струменів води. Це явище виникає внаслідок того, що краплі води, під час руху крізь гази, що мають значно нижчу густину, посувають їх зі шляху свого руху. Самі вони втрачають при цьому імпульс, але зумовлюють рух газів, які знаходяться на шляху переміщення і поблизу них через наявну різницю тиску. Перед краплею виникає надлишковий тиск, а за нею від’ємний тиск і це призводить до руху повітря, газів та диму [8, 9].

Застосування гідравлічної вентиляції передбачає використання водяних стволів з подачею води під високим тиском. Ефект переміщення повітря може бути досягнутий як для нагнітання (надлишковим тиском) так і для вилучення (від’ємним тиском) продуктів згорання. Відповідно, гідравлічна вентиляція може застосовуватися як на початкових стадіях проведення розвідки пожежі – нагнітальна гідравлічна вентиляція так і під час заключного етапу проливання та розбору конструкцій – витяжна гідравлічна вентиляція, у випадках коли застосувати більш ефективніші прийоми вентиляції неможливо або не ефективно.

Нагнітальна гідравлічна вентиляція. Цим способом можна зумовити так звану зміну напрямку потоку, що у деяких ситуаціях може врятувати життя. Найбільше повітря нагнітають розпилені струмені. В залежності від налаштувань ствола розпилений струмінь із діаметром 1 мм може нагнітати орієнтовно 13 500 – 23 500 м<sup>3</sup>/год (для витрати 100-500 л/хв). Кількість затягнутого і поданого повітря залежить від витрати водяного струменя, швидкості руху потоку, діаметра конуса струменя води, густини води і повітря [8, 9].

Нагнітальна гідравлічна вентиляція це спосіб, який повинен використовуватись одночасно з гасінням приміщення або за умови коли всі

інші методи недоступні. Порядок проведення нагнітальної гідравлічної вентиляції відділення на автоцистерні полягає у виконанні наступних дій:

- розвідка пожежі, оперативне розгортання відділення на автоцистерні;

- формування ланки ГДЗС;

- визначення вхідного та вихідного отворів;

- відкриття вхідного та вихідного отворів, фіксація дверей у відкритому положенні за допомогою клину;

- проведення вентиляції, при цьому тиск у рукавній лінії підтримується в межах 6-7 кгс/см<sup>2</sup>, витрата на стволі 2-2,5 л/с, при цьому розмір крапель тонкорозпиленої води діаметром 300-400 мкм, водяний струмінь у вигляді «конусу»;

- виконання оперативних дій (пошук постраждалих, евакуація майна тощо).

Але необхідно зауважити, що при будь-якій нагнітальній вентиляції постраждали, або пожежні ніколи не повинні опинитися між пожежею та вихідним отвором продуктів згорання.

Витяжна гідравлічна вентиляція. Цей спосіб гідравлічної вентиляції (видалення газів із середини шляхом подавання води назовні будинку, найчастіше у вікно) частіше застосовується особовим складом пожежно-рятувальних підрозділів на пожежі, ніж вентиляція надлишковим тиском (нагнітання газів подаючи воду у середину через вхідний отвір). Доцільно проводити такі дії протягом тривалого проміжку часу тому, що під час короткочасного використання не буде досягнуто видимої ефективної дії цього способу. Встановлена продуктивність в поєднанні з часом дії будуть впливати на кількість використаної води.

Для здійснення витяжної гідравлічної вентиляції ланка ГДЗС повинна здійснити подачу розпиленої води в безпосередній близькості до отвору через який буде здійснюватися вентиляція при чому, також, необхідно максимально точно підібрати кут розпилення водяного струменя таким чином, щоб він практично повністю перекривав площу вихідного отвору.

Однак гідравлічне вентилування приміщень має ряд недоліків, а саме:

- подача води може призвести до зміни напрямку руху продуктів згорання (наприклад у напрямку постраждалих або пожежних);

- газодимозахисник повинен досить довгий час перебувати на позиції зі стволом в палаючому приміщенні;

- проведення гідравлічної вентиляції вимагає залучення значної кількості вогнегасного засобу (води) і не може бути застосоване при обмеженому протипожежному водопостачанні;

- даний спосіб вентиляції може спричинити невиправдані матеріальні втрати у разі неправильного і тривалого його застосування, особливо в холодну пору року.

### **Література**

1. Луц В.І., Лазаренко О.В. Тактична вентиляція на пожежі. Збірник наукових праць Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація». Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. Том 6 № 1. С. 53-60.
2. Довідник керівника гасіння пожежі. К.: УкрНДІ ЦЗ, 2015. 363 с.
3. Звіт про НДР «Провести дослідження та розробити рекомендації щодо застосування переносних засобів димо- та тепловидалення для підвищення ефективності гасіння пожеж». К.: УкрНДІ ЦЗ, 2019. 219 с.
4. Compartment Fires and Tactical Ventilation (Fire Service Manual) by Great Britain (1997). Режим доступу: [ukfrs.com/sites/default/files/2017-09](http://ukfrs.com/sites/default/files/2017-09).
5. Paul Grimwood Tactical ventilation. Venting actions by on-scene firefighters, used to gain tactical advantage during interior structural firefighting operations. URL: <http://www.cfbt-be.com/images/teksten/TacticalVentilation.pdf>.
6. Szymon Kokot-Góra (2019) Wentylatory i wentylacja wstrazy pożarnej. URL: <https://www.drogaratownika.pl/materialy/wentylatory-i-wentylacja-w-strazy-pozarnej-ramfan-skrypt/>
7. Луц В.І. Димовидалення на пожежі: навчальний посібник / В.І. Луц, О.В. Лазаренко. – Львів: ЛДУ БЖД, 2017. – 100 с.
8. Szymon Kokot-Góra Посібник «Вентилятори і вентиляція у пожежній охороні / Szymon Kokot-Góra; переклад з пол. Володимира Дубасюка. – Львів: «SUPRON1», 2020 – 72 с.» схвалено для використання у системі службової підготовки рішенням апаратної наради ГУ ДСНС України у Львівській області від 11.08.2020 № 17.
9. National Operational Guidance for the UK Fire and Rescue Service. “Control measure – Consider employing tactical ventilation”.

УДК 614.841.48

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ  
ВІД ВІДСТАНИ РОЗМІЩЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОГО  
АВТОМОБІЛЯ ДО ОСЕРЕДКУ ПОЖЕЖІ****Нагірняк Ю.М., ад'юнкт****Домінік А.М., кандидат технічних наук, доцент****Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Сьогодні Україна стала об'єктом повномасштабної військової агресії з боку росії. Ця безжалісна війна забирає тисячі життів мирних жителів України та спричиняє значні збитки. Атаки супроводжуються виникненням пожеж, ліквідація яких ускладнюється постійними обстрілами, обвалами будинків та руйнуванням інженерних мереж.

Одними з об'єктів, що зазнали безжального знищення були склади зберігання нафти та нафтопродуктів. Саме такі пожежі створюють найбільшу небезпеку при її ліквідації, адже температура горіння досягає критичних меж, щоб створює великий викид теплового потоку як на сусідні резервуари так і на сили і засоби підрозділів.



**Рисунок 1** – Фото пожежі на складах нафти та нафтопродуктів та їх наслідків

При дослідженні процесів теплообміну, їх моделювання та відтворення, досить часто зводиться до визначення інтенсивності теплового потоку, що описується формулою Стефана-Больцмана [1]:

$$q = \varepsilon_{np} \cdot 5,67 \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot \varphi_{1-2}, \quad (1)$$

де:  $\varepsilon_{np}$  - зведений коефіцієнт чорноти системи;

$\varphi_{1-2}$  - кутовий коефіцієнт випромінювання.

При ліквідації наслідків горіння на складах нафти та нафтопродуктів розміщення аварійно-рятувальної техніки відносно осередку пожежі можна відобразити у плоско-паралельних площинах. Схематично розміщення автомобіля відносно пожежі наведено на рисунку 2, де  $F_1$  – це площа резервуару, який палає,  $F_2$  – площа поверхні аварійно-рятувального автомобіля, а – відстань взаємного розташування.

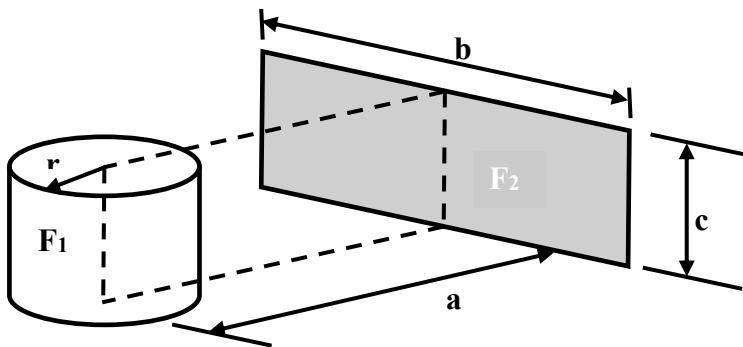
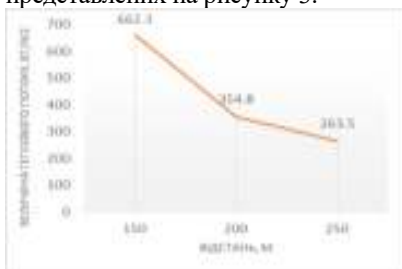


Рисунок 2 – Схема взаємного розташування полум'я та поверхні автомобіля

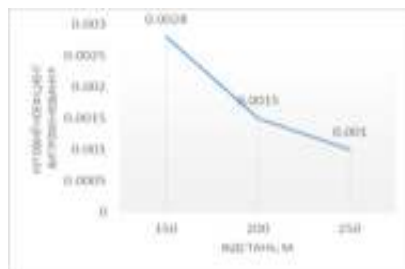
Враховуючи взаємне розміщення кутовий коефіцієнт випромінювання набудуватиме такого вигляду [1]:

$$\psi_{21} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{a}{\sqrt{a^2+r^2}} \arctg \frac{b}{\sqrt{a^2+r^2}} + \frac{b}{\sqrt{b^2+r^2}} \arctg \frac{a}{\sqrt{b^2+r^2}} \right), \quad (2)$$

Аналізуючи залежність зміни кутового коефіцієнта випромінювання про сталих параметрах об'єктів між якими здійснюється теплообмін, можна стверджувати що його зміна безпосередньо залежить від відстані між об'єктами. У свою чергу зміна кутового коефіцієнта впливає на інтенсивність теплового випромінювання, що підтверджується в аналітичних обрахунках представлених на рисунку 3.



а)



б)

Рисунок 3 – а) залежність теплового потоку від відстані; б) залежність кутового коефіцієнта випромінювання від відстані

Отже, спираючись на отримані результати дослідження, встановлено, що інтенсивність теплового потоку залежить не лише від геометричних розмірів та температури полум'я пожежі, а й безпосереднього взаємного розміщення. Крім цього нагрівання аварійно-рятувального автомобіля буде залежати від властивостей зовнішнього покриття, зокрема від ефекту заломлення на відбивання теплових хвиль.

### **Література**

1. Блох А. Г. Теплообмен излучением: Справочник/ А. Г. Блох, Ю. А. Журавлев, Л. Н. Рыжиков. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.: ил
2. Семерак М. Дослідження впливу вітру на кут відхилення факела полум'я / М. Семерак, М. Михайлишин / Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021. – С. 181-183.
3. Семерак М. М. Математичне моделювання та дослідження величини теплового потоку факела пожежі / М. М. Семерак, А. М. Домінік, К. І. Мигаленко, Д. В. Руденко / Вісник ЛДУБЖД: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2013. – №. 7. – С. 225-230.

УДК 614.84

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОДАЧІ СТРУМЕНІВ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДІВ НА ГАСІННЯ**

**Остапов К.М., кандидат технічних наук, доцент  
Національний університет цивільного захисту України**

За останнє десятиліття кількість пожеж в Україні не зменшувалась, а збитки від яких кожного року збільшуються [0]. В зв'язку з чим, зазначимо, що з початку 1990-х років у світі з застосуванням води ліквідувалося близько 82% пожеж [0]. Рідинні засоби пожежогасіння на основі води знайшли найбільш поширене застосування завдяки доступності, зручності транспортування до місця пожежі та використання різних технічних засобів і тактичних прийомів, що забезпечують безпечну роботу особового складу пожежних [0].

У цьому сенсі слід особливо підкреслити, що незважаючи на всі переваги води, вона має істотний недолік, який полягає у великих її втратах за рахунок стікання з похилих поверхонь, що істотно знижує її вогнегасну ефективність і призводить до додаткових збитків від стікання води на розташовані нижче поверхи [4].

Суттєво зменшити втрати вогнегасної речовини (ВГР) (в тому числі і води), а також, прями і побічні збитки, дозволяє застосування гелеутворюючих сполук (ГУС), використання яких дозволяє зменшити побічні збитки від проливу води в десятки разів [5].

Однією з проблем використання ГУС на практиці, полягає в тому, що специфічні особливості прийомів подачі ГУС [6], які складаються з двох окремо збережених і роздільно-одночасно поданих компонент на об'єкти пожежогасіння, на даний момент майже не розглядалися, що в принципі не дозволяло досить ефективно і широко використовувати їх на практиці.

В процесі дослідження механізму гасіння гелеутворюючими сполуками [7], а також оцінки його ефективності, використовувались дослідні установки гасіння АУГГУС и АУГГУС-П [5]. Разом з цим раніше запропоновані технічні рішення та прийоми подачі ГУС фактично дозволяли проводити гасіння, з відстані не більше 1-го метра, що з точки зору безпеки особового складу та вимог ДСТУ, щодо мінімальної довжини струменя ВГР – не відповідає вимогам та не дозволяє досить ефективно і широко використовувати ГУС на практиці [8, 9].

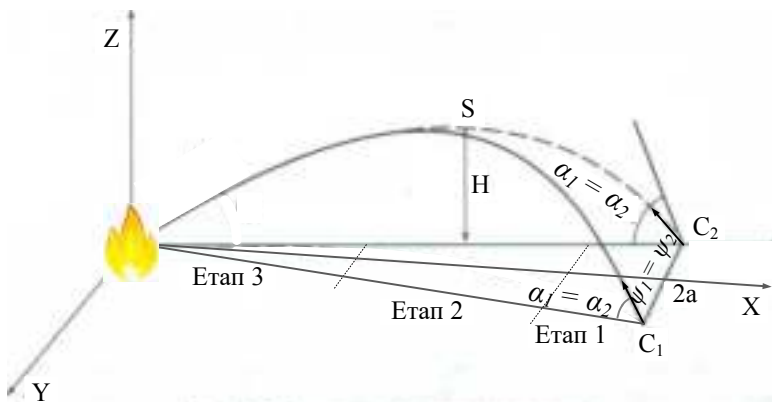
Для забезпечення вимог ДСТУ та безпечної реалізації ГУС в роботі [10] була розроблена дослідна установка гасіння гелеутворюючими сполуками АУГГУС-М, яка дозволяє здійснювати подачу двох компонент ГУС на відстань до 10 метрів, тим самим реалізуючи їх більш безпечно. Однак, дослідження [10] з гасіння модельних вогнищ установкою АУГГУС-М

показали, що використання даної установки без відповідного відпрацювання тактико-технічних особливостей подачі, а саме більш детального розгляду траєкторій руху одиночними та бінарними струменями компонент ГУС, не дозволяє використовувати їх максимально ефективно на практиці.

Метою роботи є забезпечення раціонального трасування струменів складових ГУС при подачі їх на відстань до 10 метрів.

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

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



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

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





**Рисунок 2** – Формування експериментальних даних для аналітичної побудови траєкторій руху струменів, що подаються з установки

Як і очікувалося, рух струменів обох компонент ГУС на об'єкт пожежогасіння, здійснювався параболічними траєкторіями (рис. 2). Тому, за допомогою отриманих фото і відео матеріалів, можливо досить точно встановити геометричні параметри траєкторій руху ГУС. Подальша обробка і аналіз цього матеріалу можуть бути здійснені на основі відповідних графіків, таблиць, математичних залежностей, що побудовані різними методами. Серед найбільш поширених методів, які перетворюють табличні дані експериментів до всіляких кривих, зручних при аналізі досліджуваних процесів, є відомий метод найменших квадратів (МНК). Тут табличні дані визначаються на підставі значень координат вузлових точок (реперних точок) рівномірно поділеної сітки з кроком  $\Delta n = (a \leq x_1 < \dots < x_n \leq b)$ . Більш загальним методом, де зазначена сітка поділена не рівномірно, з орієнтуванням на поширені дослідження, використовують різновид МНК – метод інтерполяції табличних даних поліномами Лагранжу  $L_n(x) = L_n(f; x)$ , такими, що  $L_n(x_k) = f(x_k)$ . На підставі “знятих” з фотоматеріалів осереднених експериментальних значень координат траєкторій розпилених струменів ВГР, що подаються в точку умовного осередку пожежі, на початковій стадії досліджень будемо користуватися цим методом.

Проведені експериментальні дослідження, що дозволили отримати матеріал для розробки математичних моделей процесів подачі ГУС на відстань 10 і більше метрів за допомогою установки АУГГУС-М.

### **Література**

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж за 12 місяців 2021 року  
URL: <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html>
2. World Fire Statistics. Report 22 URL: [www.ctif.org/world-fire-statistics](http://www.ctif.org/world-fire-statistics)

2. John Norman Fire Officers Handbook of Tactics / Norman John. South Sheridan Road Tulsa, Oklahoma, 2012–311 p.

3. Калугін В.Д., Кустов М.В. Вогнегасні емульсії: теорія, сполуки, використання: монографія/ В.Д. Калугін, М.В. Кустов –Х.: НУЦЗУ,2011.–178 с.

4. Абрамов Ю.А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А: монография / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев. – Харьков: НУЦЗУ, 2015. – 254 с.

5. Namounda A.A. Factor saffecting alkalines odium silicategelation for in depth reservoirpro filemo dification / A.A. Namounda, H.A. Akhlaghi Amiri // Energies, 2014. – no. 7. – pp. 568–590.

6. Analysis of sol evolution in sol-gel synthesis by use of rheological measurements / Tănase Dobre, Oana Cristina Părvulescu, Gustav Iavorschi, Anicuța Stoica, Marta Stroescu. // U.P. B. Sci. Bull., Series B, V. 71, Iss. 3, 2009, p. 55–64.

7. Ostapov K.M. Development of the installatio for the binary feed ofgelling for mulations to extinguishing facilities / K.M. Ostapov, Yu.N. Senchihin, V.V. Syrovoy // Scienceand Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences – Budapest: Rózsadomb, 2017. – Issue 132 – P. 75–77. URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3891>

8. Пат. 118440 Україна, МПК А 62 С 31/00, А 62 С 31/02. Установка дистанційного гасіння пожеж гелеутворюючими сполуками / Голендер В.А., Росоха С.В., Сенчихин Ю.Н., Сировой В.В., Остапов К.М. – заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. № 201701600. Заявл. 20.02.2017; Надр. 10.08.2017; Бюл. 15. – 5 с.

9. Остапов К.М. Особенности применения опытной установки АУТГОС-М / К.М. Остапов, Ю.Н. Сенчихин, В.В. Сыровой // Науковий вісник будівництва – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2017. – Вип. 88, С. 276–279.

УДК 614.841

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ВНУТРІШНЬОЇ ПОЖЕЖІ

Дубінін Д.П., кандидат технічних наук, доцент,

Лісняк А.А., кандидат технічних наук, доцент,

Гапоненко Ю.І.

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 [1-4]. 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) [5-9].

Захист особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час розвитку пожежі на сьогоднішній день здійснюється за рахунок комплектації спеціальним одягом та спорядженням, апаратами захисту органів дихання, а також технічними засобами пожежогасіння для подачі вогнегасних речовин. Але успіх гасіння при виникненні таких явищ пожежі, як ролловер, флешовер та бекдрафт при її розвитку для особового складу ПРП буде залежати від їхнього навчання та підготовки до реагування на них. Для відображення явищ внутрішньої пожежі скористаємося макетом будинку, що представлено на рис. 1.



**Рисунок 1** – Загальний вид управління газообміном при розвитку пожежі:

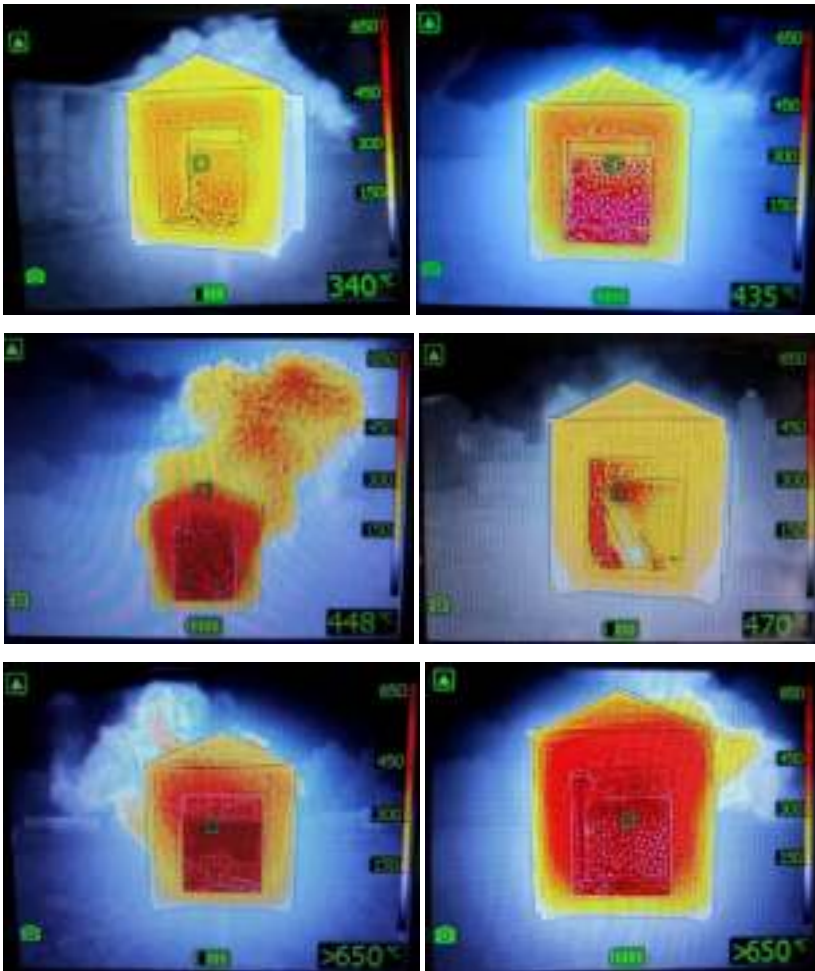
а) – часткове відкриття та закриття кришкою переднього отвору будинку;

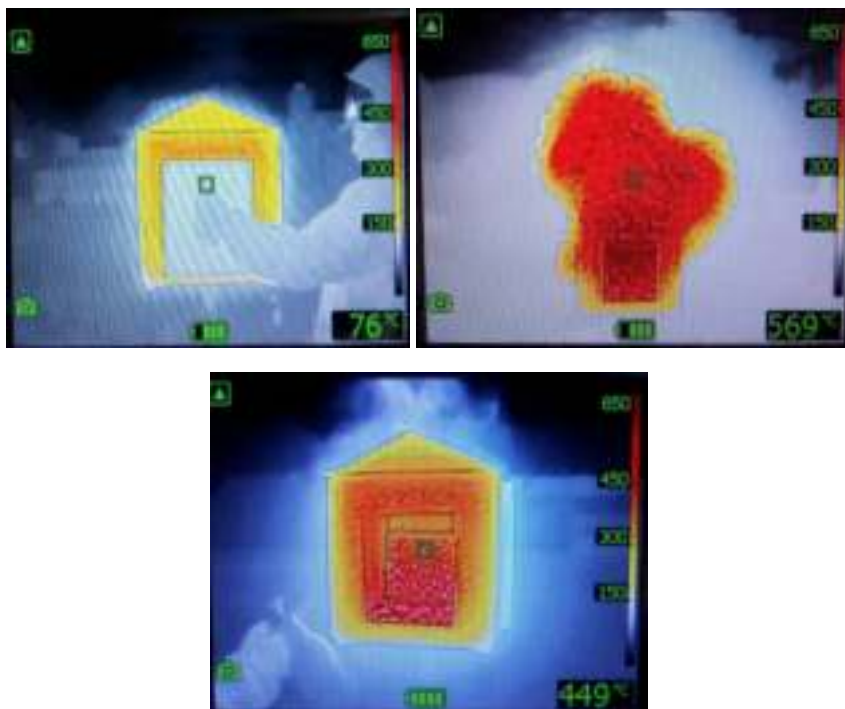
б) – повне відкриття переднього отвору будинку;

в) – насичення шару димових газів киснем [4].

Вимірювання температури в середині будинку здійснюємо за допомогою тепловізору FLIR K33, а фотореєстрацію зображень з тепловізору за допомогою фотоапарату Canon PowerShot SX420 IS Black. Для охолодження горючих димових газів та гасіння пожежі використовувався обприскувач Verto [4].

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** – Видяг фоторесстрації зображень з тепловізору при розвитку пожежі в середині макету будинку за наявності кисню [4].

З представлених результатів маємо, що розвиток пожежі відбувається за наявності кисню [23]. Температура при розвитку пожежі досягає максимального значення  $> 650$  °С, що вимірювана за допомогою тепловізору FLIR K33. При цьому після догорання твердого горючого матеріалу або дії вогнегасних речовин на осередок пожежі відбувається загасання пожежі, що насамперед характеризується зменшенням температури та площі.

Для відображення явищ пожежі (ролlover, флешовер та бекдрафт) переходимо до створення умов розвитку пожежі без доступу кисню в середині будинку за рахунок закриття кришкою переднього отвору. Так для відображення флешовера спостерігаємо за розвитком горіння в середині будинку при відкритому передньому отворі.

Розглянемо перше явище – це процес займання шару нагрітих газів, а саме ролlover. При виникненні пожежі в приміщенні спочатку є достатня кількість горючих речовин і кисню. У процесі піролізу (термічне розкладання органічних сполук) починають виділятися нагріті гази. Якщо при подальшому

розвитку пожежі існує достатній доступ кисню, то в приміщенні відбувається струйчасте горіння (на межі між шаром диму і бездимним шаром). Якщо в приміщенні досить кисню і достатній об'єм горючих речовин та матеріалів, то в цей момент може статися явище, як спалах приміщення а саме флешовер. Після цього пожежа переходить в основну стадію, результатом чого стає повне вигорання приміщення та будівлі в цілому.

Зазначені явища, значно ускладнюють обстановку під час проведення оперативних на пожежі особовим складом пожежно-рятувальних підрозділів і створюють найбільшу небезпеку для їхнього життя. Тому основним завданням для входу до приміщення будівлі де відбувається розвиток пожежі з обмеженим доступом кисню для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів буде охолодження шару нагрітих газів [10-12]. Охолодження нагрітих газів призведе до охолодження розігрітих шарів диму та зниження температури в приміщенні, що насамперед зменшить ступінь їхнього спалахування [13-15]. Для цього необхідно провести наступні дії, а саме перед початком охолодження нагрітих газів необхідно налаштувати кут розпилення на ручному пожежному стволі на 45-75°. У приміщеннях з висотою стель від 2,5 до 4 метрів кут подачі повинен складати близько 60°. Витрата води для охолодження нагрітих газів повинна бути встановлена на позначці 150 л/хв. При цьому подача води зі ствола повинна здійснюватися короткочасними пострілами та мати ефект гасіння «3D» або із застосуванням засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою [16-19].

### Література

1. Dubinin D. et al. Experimental Investigations of the Thermal Decomposition of Wood at the Time of the Fire in the Premises of Domestic Buildings //Materials Science Forum. – Trans Tech Publications Ltd, 2022. Т. 1066. – С. 191-198.
2. Dubinin D. et al. Research and justification of the time for conducting operational actions by fire and rescue units to rescue people in a fire Sigurnost. – 2022. – Т. 64. – №. 1. – С. 35-46.
3. Dubinin D. et al. Dubinin D. et al. Investigation of the effect of carbon monoxide on people in case of fire in a building //Sigurnost. – 2020. – Т. 62. – №. 4.
4. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 34. С. 110–121.
5. Fire Engineering/FDIC International. URL: [www.fireengineering.com/](http://www.fireengineering.com/)
6. Draft Curtain Tactics (An Evaluation of Flow Path Control). URL: [www.fireengineering.com/articles/2014/12/draft-curtain-tactics.html](http://www.fireengineering.com/articles/2014/12/draft-curtain-tactics.html)
7. NFPA 921. Guide for Fire and Explosion Investigations, 2017.
8. DIN EN ISO 13943-2018. Fire safety-Vocabulary (ISO 13943:2017); German and English version EN ISO 13943:2017, 2018.

9. NFPA 1410. Standard on Training for Initial Emergency Scene Operations, (2020).

10. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53.

11. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водяним струменем. Проблеми пожежної безпеки. – 2018. – №. 43. – С. 45-53.

12. Лісняк А. А., Дубінін Д. П. Застосування установки періодично-імпульсної дії для гасіння пожеж в будівлях дрібнорозпиленою водою: Матеріали 20 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку»: тези допов. Харків, 2018.– С. 172–175.

13. Дубінін Д. П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 33. С. 15–29.

14. J.W. Fleming, B.A. Williams, R.S. Sheinson, W. Yang, R.J. Kee, Water mist fire suppression research: laboratory studies, 2nd National Research Institute Fire and Disaster Symposium Tokyo, Japan, July 2002.

15. Abbud-Madrid, A., Mckinnon, J.T., Amon, F., Gokoglu, S., The water-mist fire suppression experiment (mist): Preliminary results from the STS-107 mission, NASA/CP–2003-212376/REV1, 281-284.

16. NFPA 750 Standard on Water Mist Fire Protection Systems

17. CEN/TS 14972:2011 - Fixed firefighting systems - Watermist systems - Design and installation

18. ДСТУ CEN/TS 14972:2016 Стационарні системи пожежогасіння. Системи пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проектування та монтування (CEN/TS 14972:2011, IDT).

УДК 614.841

**ЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАТИВНОГО  
РОЗГОРТАННЯ НА РЕЗУЛЬТАТИ ОПЕРАТИВНИХ  
РОЗРАХУНКІВ ВИЗНАЧЕННЯ СИЛ І ЗАСОБІВ  
НА МОМЕНТ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖІ****Войтович Д.П.**, кандидат технічних наук, доцент,**Сукач Р.Ю.**, кандидат технічних наук**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Частина оперативної документації за напрямком гасіння пожеж передбачає виконання розрахунку сил і засобів на момент локалізації пожежі, що виконуються із дотримання відповідної методики [1]. При цьому важливого значення набуває вибір вихідних параметрів. Отримані результати в частині встановлення необхідної кількості сил і засобів на момент локалізації пожежі використовуються в оперативних планах пожежогасіння, що розробляються на об'єкти згідно типового переліку [2]. В подальшому дані результати можуть бути підставою для внесення змін до розкладу виїзду підрозділів гарнізону для реагування на пожежі, надзвичайні ситуації та інші небезпечні події (плану залучення сил та засобів цивільного захисту для реагування на пожежі, надзвичайні ситуації та інші небезпечні події) [3].

При встановленні вихідних параметрів для проведення розрахунків використовують два підходи: приймають орієнтовну площу пожежі [2] та отримують її значення шляхом проведення розрахунків згідно методики визначення геометричних параметрів пожежі.

В [2] у наведеному прикладі прийнято за основу наближено площу пожежі в 100 м<sup>2</sup> та немає обґрунтування щодо вибору її значення, що дає підставу використовувати даний підхід під час розробки оперативних планів пожежогасіння.

Приймаючи наближені значення в результаті встановлення необхідної кількості сил і засобів ми можемо зустрітись із ситуацією коли їх кількість буде необґрунтовано завищеною, в такому результаті ми залучаємо більше ресурсів, що за собою передбачає надлишкові витрати на паливно-мастильні матеріали та заробітну плату. З іншої сторони, коли пожежа буде розвиватись за найскладнішим варіантом її розвитку та набуде значення більшого від того, що ми прийняли у вихідних параметрах, призведе до ситуації, що залучених сил і засобів буде недостатньо та умови локалізації не будуть виконуватись. Цій ситуації слідуватиме зростання площі пожежі, необхідність нарощування сил і засобів, збільшення часу на її ліквідацію тощо.

Площу пожежі на момент прибуття першого підрозділу визначають шляхом застосування методики визначення геометричних параметрів пожежі.



При цьому прораховується час вільного розвитку пожежі ( $\tau_{в.р.}$ ), що включає наступні складові: часовий період від початку виникнення горіння до повідомлення про пожежу ( $\tau_{д.п.}$ ), збору особового складу за сигналом «Тривога» ( $\tau_{з.с.}$ ), слідування до місця виклику ( $\tau_{с.д.}$ ) та оперативного розгортання ( $\tau_{р.р.}$ ). Частина із даних параметрів визначається із застосуванням відомих залежностей або на окремі із них встановлені часові границі за які особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів не повинен виходити. Сюди відносяться збір особового складу за сигналом «Тривога» - час виконання не повинен перевищувати 1 хвилину 30 секунд [4]. Час слідування до місця виклику визначається шляхом застосування залежності  $\tau_{с.д.} = (60 \times L) / v_{с.д.}$ . В цьому випадку, маючи точні адреси розташування об'єктів та середню швидкість руху основних пожежних автомобілів по твердому дорожньому покриттю не виникає жодних проблем отримати найбільш наближений до реального часовий показник прибуття до місця виклику першого пожежно-рятувального підрозділу. Час до повідомлення про пожежу є більш абстрактним показником. В процесі його визначення слід враховувати наявність на об'єкті пасивних систем протипожежного захисту. За наявності автоматичної пожежної сигналізації час за який пожежний сповіщувач виявить загорання та доведе відповідний сигнал на прилад пожежний контрольно-приймальний визначатиметься технічними характеристиками спрацювання даного сповіщувача. При відсутності такої системи інформація про пожежу може надаватись шляхом її виявлення очевидцями. При цьому часовий період для такої дії повинен враховувати статистичні дані. Таку базу можна наповнити шляхом відбору пояснень від очевидців працівниками наглядово-профілактичного блоку. Наразі даний часовий показник приймається в межах 8-12 хвилин [5]. Аналогічна ситуація із часовим показником виконання оперативного розгортання, що згідно [5] приймається в межах 6-8 хвилин, опираючись при цьому на досвід гасіння пожеж. Даний показник потребує корегування враховуючи те, що наведені часові межі різняться від результатів практичних показників. Його можна встановити шляхом виконання окремих вправ, що охоплюють більшість типових випадків під час виконання дій особовим складом пожежно-рятувальних підрозділів залучених до гасіння пожеж.

Час вільного розвитку пожежі має визначальний вплив на встановлення розмірів пожежі на момент прибуття першого пожежно-рятувального підрозділу. Це слугує основою для вибору вихідних параметрів на базі яких виконується розрахунок сил і засобів, та в результаті впливає на необхідну кількість залучених сил і засобів на момент локалізації пожежі. Для досягнення цієї мети необхідно наступне:

1. При розробленні оперативних планів пожежогасіння за основу слід приймати затверджену методику розрахунку сил і засобів [1], при цьому під

час визначення вихідних параметрів в частині встановлення площі пожежі користуватись методикою визначення геометричних параметрів пожежі [5]. Для встановлення площі використовувати залежність для встановлення радіусу (відстані, на яку розповсюдилось горіння за визначений проміжок часу):

$$R = 0.5V_d \cdot \tau_1 + V_d \cdot (\tau_{г.р.} - 10) + 0.5V_d \cdot \tau_{г.р.} \quad (1)$$

2. Враховуючи той факт, що час вільного розвитку пожежі має безпосередній вплив на кінцеві розміри пожежі, що беруться за основу для виконання розрахунку сил і засобів слід відкоригувати межі в яких здійснюється вибірка часового показника до повідомлення про пожежу.

$$(\tau_{д.п.}), \quad (2)$$

3. Для встановлення часу виконання оперативного розгортання провести дослідження часових показників виконання найбільш типових операцій черговим караулом в складі двох відділень. При цьому слід врахувати віддаленість вододжерел від місця виникнення пожежі та поверховість на яку необхідно подавати технічні прилади подачі вогнегасячої речовини. Так, для прикладу, час оперативного розгортання відділення від пожежної автоцистерни із подачею робочої лінії на два рукава та ствола «першої допомоги» знаходиться в межах 3-4-ох хвилин.

### Література

1. Про затвердження Методики розрахунку сил і засобів, необхідних для гасіння пожеж у будівлях і на територіях різного призначення: наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 16.12.2011 р. № 1341. URL: [https://zakononline.com.ua/documents/show/391589\\_\\_391654](https://zakononline.com.ua/documents/show/391589__391654).

2. Про затвердження Методичних рекомендацій зі складання та використання оперативних планів і карток пожежогасіння: наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 23.09.2011 р. № 1021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1021735-11#Text>.

3. Про затвердження Порядку організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах та підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій: наказ Міністерство внутрішніх справ України від 10.02.2022 р. № 116. Офіційний вісник України. 2022. № 42. С. 181.

4. Про затвердження Нормативів виконання навчальних вправ з підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту та працівників Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України до виконання завдань за призначенням: наказ Міністерство внутрішніх справ України від 20.11.2015 р. № 1470. Офіційний вісник України. 2016. № 3. С. 450.

5. Пархоменко Р. В., Болібрux Б. В., Чалий Д. О. Пожежна тактика: Практикум. Вид. 2-ге. Кам'янець-Подільський: ПП «Медібори-2006», 2012. 408 с.

УДК 614.841

## **МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПОЖЕЖНИХ ТЕПЛОВІЗОРІВ ПІД ЧАС ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Штангрет Н.О.**, кандидат технічних наук  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Питання боротьби з небезпечними факторами пожежі такими, як дим та висока температура, з якими ведуть боротьбу ланки газодимозахисної служби (далі ГДЗС) Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту України, під час ведення оперативних дій у загазованих і задимлених приміщеннях залишаються проблемними. [1,2с; 2,1с].

Концентрація отруйних речовин у перші хвилини пожежі вище граничної в 12-100 разів. Середньо об'ємна температура в перші 5-10 хвилин пожежі може досягти 140-900°C. Швидкість поширення диму й отруйних речовин дуже значною (до 20 м/хв. по вертикалі). Від диму і газів при пожежах у світі щорічно гине біля 16 чоловік на 1 млн. населення, причому цей показник має тенденцію до подальшого зростання. [3, 24с.]

Отже, ефективність рятування людей, ліквідації пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт в у загазованих і задимлених приміщеннях значною мірою залежить від швидкості проведення таких оперативних дій, за допомогою технічних засобів одним з яких є пожежний тепловізор. Як показує закордонна практика під час гасіння пожеж в задимлених та загазованих приміщеннях широко застосовують пожежні тепловізори, в Україні в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту почали з'являться дані прилади.

Нами було запропонована та проведена апробація в навчальний процес методики проведення експериментальних досліджень на базі вогневого модуля Львівського державного університету безпеки життєдіяльності з метою виявлення прихованого осередку горіння та дослідження температури пожежі, напрямків її розповсюдження, а також стан будівельних конструкцій під час модельної пожежі.

Дослідження з виявлення прихованого осередку горіння буде проводитись таким чином:

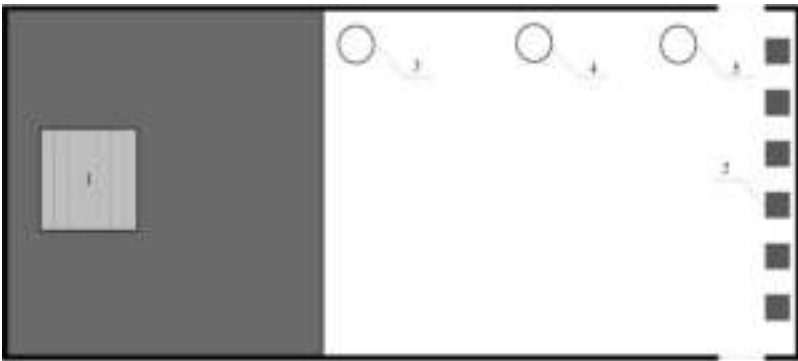
1. Готуємо приміщення вогневого модуля до макетної пожежі. Для досягнення густого задимлення додатково на ранній стадії пожежі додаємо солому загальною вагою 5 кг.

2. Підпалювання модельного вогнища здійснюємо безпосереднім підпалом легкозаймистої суміші в деку з використанням подовженого факела.

3. Приміщення макетної пожежі прогріваємо 5-10 хв до досягнення густого задимлення в повному об'ємі вогневого модуля. Коли втрачається

видимість пальців на витягнутій руці, що освітлюються ліхтарем (пожежний ліхтар TRIO 550, технічні характеристики додаток №3).

4. Досягнувши необхідного задимлення, додатково на відстані 2 м від модельного вогнища розміщуємо або підвішуємо закриту ємність об'ємом 20 л (оцинковане відро з кришкою) із звугленими горючими матеріалами (карбонізовані залишки звугленої деревини) з температурою близько 300-400 °С. Розпечені звуглені горючі матеріали отримуємо заздалегідь шляхом спалення твердих порід деревини. Перед внесенням ємності з розпеченими продуктами згорання в приміщення вогневого модуля, вона, наповнена продуктами згорання, протягом 5 хв прогрівається на свіжому повітрі. Ємність розміщується у вогневому модулі послідовно на трьох відстанях: 8м, 4м, 1м (рис.1).



**Рисунок 1** – Схема розміщення прихованого осередку горіння у вогневому модулі

5. Після досягнення необхідних вихідних умов проведення дослідження знімаємо показники роботи пожежних тепловізорів з виявлення осередку пожежі та осередків прихованого горіння. Для фіксації та подальшого аналізу результатів роботи тепловізорів використовуємо фото та відеодокументування.

6. Пожежні тепловізори встановлюються, як зображено на рис. 1. Включаємо та перевіряємо їх справність.

7. Фіксацію результатів здійснюємо з двох робочих положень тепловізорів:

- в фіксованому положенні із максимальним кутом охоплення, згідно з їхніми технічними характеристиками та спрямованими на модельне вогнище;
- повертаючи тепловізори вздовж фронтальної частини модуля від лівого до правого кута.

8. Отримані температурні показники від тепловізорів порівнюємо з температурними значеннями, отриманими від термометра.

9. Вивільняємо приміщення модуля від залишків модельного вогнища.

Дослідження температури пожежі, напрямків її розповсюдження та стану будівельних конструкцій буде проводитись таким чином:

1. Пожежні тепловізори встановлюються, як зображено на рис. 1 під номером 2. ,0Включаємо та перевіряємо їх справність.

2. Готуємо приміщення вогневого модуля до макетної пожежі.

3. Підпалювання модельного вогнища здійснюємо безпосереднім підпалом легкозаймистої суміші в деку з використанням подовженого факела.

4. Приміщення макетної пожежі прогріваємо 15-20 хв до досягнення динамічного горіння, досягнення температури в осередку пожежі до значення 500 °С (середньооб'ємна температура). Для фіксації температурних показників всередині вогневого модуля використовуємо термопари.

5. Після досягнення необхідних вихідних умов проведення дослідження знімаємо показники роботи пожежних тепловізорів щодо відображення осередку пожежі та продуктів згорання. Для фіксації та подальшого аналізу результатів роботи тепловізорів використовуємо фото та відеодокументування.

6. Фіксацію температури пожежі (найбільш гарячих точок), напрямків розповсюдження розпечених продуктів горіння та температуру огорожувальних елементів вогневого модуля, що перебувають під дією полум'я та розпечених продуктів горіння, здійснюємо:

- стаціонарно у фіксованому положенні із максимальним кутом охоплення, згідно його технічними характеристиками та спрямованим на модельне вогнище;

- повертаючи тепловізори вздовж фронтальної частини модуля від лівого до правого кута та згори вниз.

7. Вивільняємо приміщення модуля від залишків модельного вогнища. [4, 9с.]

Для отримання кількісної оцінки візуальної якості відображення досліджуваних показників приймаємо чотирибальну шкалу оцінювання: 5 – відмінне відображення; 4 – добре відображення; 3 – посереднє відображення; 2– незадовільне відображення.

Кожна серія дослідів проводилася по три рази, після чого виставлялася загальна оцінка по кожному досліді окремо та загалом по всій серії дослідів. Кращим тепловізором у своїй категорії, вважатиметься той, який набере найбільшу кількість балів.

### **Література**

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

2. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів

Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

3. Ковалишин В. В. Основи підготовки газодимозахисника: навчальний посібник / Ковалишин В. В., Луц В. І., Пархоменко Р. В., Львів: ЛДУ БЖД, 2015.-379 с.

4. Луц В. І Розроблення методики оцінки параметрів пожежних тепловізорів / Луц В.І., Войтович Д.П., Лазаренко О.В, Штангрет Н.О. – Львів: ЛДУ БЖД, 2020.

УДК 614.841

## **НЕБЕЗПЕКА АВТОМОБІЛІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ВІД ЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ**

**Пархоменко В.-П.О.**, кандидат технічних наук,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Із розвитком науково-технічного прогресу особливого розвитку та поширення набули транспортні засоби, які працюють від альтернативних джерел енергії. Але із збільшенням їх кількості постала проблема з їх пожежної безпекою.

Ознайомившись із сучасними різновидами та будовою електричних транспортних засобів надзвичайно важливо зрозуміти, яку потенційну небезпеку можуть представляти елементи живлення та окремі вузли ЕА [1-3,6,7]. Найкраще зрозуміти вищезазначене допоможуть представлені нижче наукові дослідження, що наочно показують пожежну небезпеку елементів живлення. Детальне ознайомлення з наявними знаннями стосовно потенційної небезпеки, яку можуть нести ЕТЗ як для рятувальників, так і звичайних громадян надалі дадуть змогу сформувати алгоритм дій та процедуру дій у випадку виникнення пожежі або іншої надзвичайної ситуації.

Розглядаючи сучасну конструкцію електромобіля і ґрунтуючись на статистиці загорянь ЕА можна стверджувати, що основна небезпека як з точки зору пожежної безпеки, так і безпеки проведення аварійно-рятувальних робіт на цьому виді транспорту знаходиться в акумуляторних батареях великої ємності (приблизно 24-85 кВт/годин і більше залежно від моделі автомобіля).

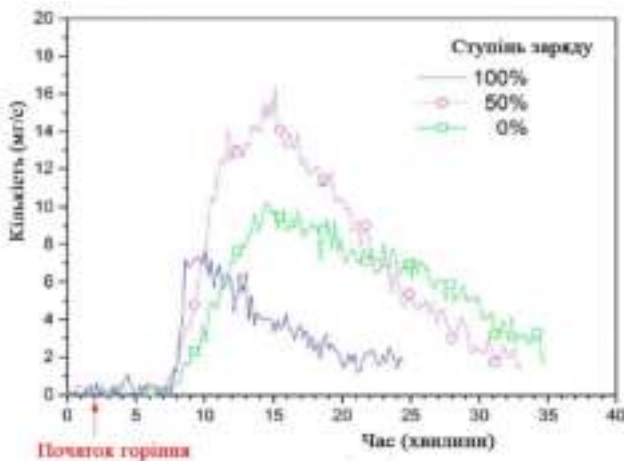
Літій-іонні елементи живлення (батареї) мають ряд переваг, наприклад, довгий термін служби і можливість швидкої зарядки. Але, водночас, поряд з великими перевагами літій-іонних елементів живлення є низка недоліків, які несуть потенційну пожежну небезпеку як транспортному засобу, так і середовищу, що їх оточує (меблі, предмети інтер'єру, будівлі і споруди). Оскільки всередині елемента живлення є електроліт, який здатний легко запалюватися та стати причиною незворотної термохімічної реакції, що надалі призведе до виділення легкозаймистих і токсичних газів, а в деяких випадках і до вибуху елемента живлення. Незворотна термохімічна реакція може статися в разі порушення стабільного режиму роботи елемента живлення і може бути викликана, такими причинами:

- коротким замиканням електропроводки;
- перегрівом елемента живлення внаслідок дії сторонніх чинників;
- перезарядженням елемента живлення;
- механічним пошкодженням елемента живлення.

Для того, щоб літій-іонний елемент живлення став джерелом загоряння необхідна наявність трьох складових: кисню, джерела запалювання і горючої речовини.

В роботі [4] було детально описано процес під час якого при впливі температур 170 °С і 74 °С на позитивний електрод  $\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2$  і негативний електрод  $\text{Li}_{0,8}\text{C}_6$  відповідно, відбувається хімічна реакція з виділенням чистого кисню, який доповнює класичний трикутник виникнення горіння. Також на основі теорії Семенова було розраховано, що при підвищенні температури елемента живлення понад 65,5 °С має місце прискорення термохімічних реакцій, які можуть спричинити незворотній процес загоряння, а при досягненні температури 75 °С виникає точка неповернення і подальше загоряння елемента живлення. Загальний процес загоряння, і, як наслідок, виникнення ланцюгової реакції «ефекту доміно».

Внаслідок горіння літій-іонних елементів живлення виділяється не тільки значна кількість теплоти, але і значна кількість токсичних продуктів горіння серед яких автори [5] виділяють гідроген флуорид (HF) і фосфор оксифлуорид ( $\text{POF}_3$ ). Однак численні дослідження не дають остаточну відповідь яка саме концентрація  $\text{POF}_3$  виділяється внаслідок горіння літій-іонних елементів живлення, але присутні дані які показують швидкість виділення HF.



**Рисунок 1** – Швидкість виділення гідроген флуориду (HF) для п'яти елементів живлення залежно від ступеня їх заряду (0% - 100%) під час їхнього горіння.

Підсумовуючи усе вище зазначене доводить, що проблема ліквідації небезпек, що можуть виникнути внаслідок займання елементів живлення ЕТЗ є актуальна та потребує нагального вирішення.



### **Література**

1. Лазаренко О.В., Пархоменко В.-П.О., Сукач Р.Ю., Білоножко Б.В., Кусковець А.С. Конструктивні особливості та небезпека автомобілів на водневому паливі. Пожежна безпека: зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2020. №37. С. 52-57.

2. Лазаренко О.В., Пархоменко В.-П.О., Шкарапута О.В. Розроблення моделей ліквідації надзвичайних ситуацій на транспортних засобах з альтернативними видами пального. Пожежна безпека: зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2021. №38. С. 4-11.

3. Лазаренко О.В., Пархоменко В.-П.О. Небезпека та особливості гасіння транспортних засобів на альтернативних джерелах енергії» Навчальний посібник / О.В. Лазаренко, В.-П.О. Пархоменко – Львів: Видавництво ЛДУ БЖД. 2021. – 143 с.

4. Wang Q., Sun J., Chu G., Lithium Ion Battery Fire and Explosion, Fire safety science-proceedings of the eighth international symposium, 2005, 375–382, doi:10.3801/IAFSS.FSS.8-375.

5. Larsson F., Andersson P., Mellander B-E., Lithium-Ion Battery Aspects on Fires in Electrified Vehicles on the Basis of Experimental Abuse Tests, Batteries 2016, 2, 13; doi:10.3390/batteries2020009.

6. Луц В.І., Великий Я.Б., Пархоменко В.-П.О. Створення полігону для підготовки газодимозахисників до проведення аварійно-рятувальних робіт в обмеженому просторі на горизонтальних ділянках. Пожежна безпека: зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2020. №36. С. 59-65.

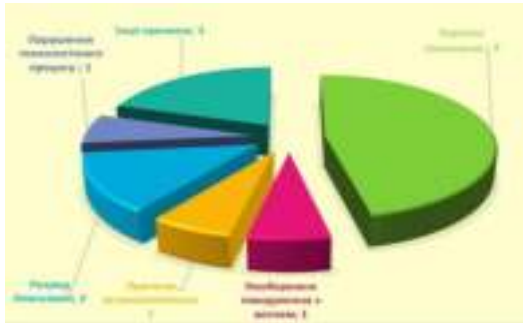
7. Луц В.І., Луц І.В., Пархоменко В.-П.О., Шпак Р.М. Аналіз тренувальних комплексів для підготовки газодимозахисників країн Європейського Союзу. Пожежна безпека: зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2015. №27. С. 87-94.

УДК 614.84

**НЕБЕЗПЕКА ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ ЗБЕРІГАННЯ НАФТИ І  
НАФТОПРОДУКТІВ****Бабаджанова О.Ф.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Гриник Л.І.**, здобувач групи ЦБ-41**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Однією з найбільш складних в тактичному відношенні пожеж є пожежі на об'єктах зберігання нафти і нафтопродуктів. Це – склади і бази паливно-мастильних матеріалів, резервуарні парки нафтопродуктів, які є складовою частиною паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) країни, а також входять до складу практично всіх середніх і крупних підприємств незалежно від галузі виробництва. Цим обумовлюється велика чисельність таких об'єктів та їх розосередженість по всій території країни. Саме на об'єкти паливно-енергетичного комплексу припадає біля 40 % всіх пожеж. Чимала частка з цих пожеж відбувається на об'єктах зберігання нафтопродуктів.

Протягом 2021 року на підприємствах паливно-енергетичного комплексу України сталося 15 пожеж, причини виникнення яких наведено на рисунку [1].



**Рисунок 1** – Аналіз причин виникнення пожеж на підприємствах ПЕК України у 2021 році

З 24 лютого 2022 року пожежі на нафтобазах спричиняли обстріли російських військ. У березні внаслідок авіаударів розпочалися пожежі на двох нафтобазах Житомирської області та у Львові. Після ракетних ударів повністю зруйновані нафтобази у місті Дубно Рівненської області, у Київській області та багато інших. У червні та вересні від ракетних ударів горіли нафтобази на Дніпропетровщині, обстрілами зруйновано резервуарний парк Кременчуцького нафтопереробного заводу.

Потрібно зважати на специфіку об'єктів зберігання нафтопродуктів. Пожежі на них не тільки призводять до втрати стратегічної сировини, але і створюють небезпеку для цілих міст і районів. Для їх ліквідації

потрібне зосередження великої кількості сил і засобів, ці пожежі носять затяжний характер і завдають колосального збитку не тільки матеріального, але і екологічного.

Особливо викликає занепокоєння технічний стан устаткування об'єктів, зокрема резервуарів зберігання нафтопродуктів. Наднормативні терміни їх експлуатації, непродумані рішення під час будівництва, порушення правил використання призвели до того, що резервуари стали представляти значну і постійно зростаючу загрозу. Також необхідно врахувати, що багато нафтобаз розташовані безпосередньо в межі міської забудови.

Складам нафти й нафтопродуктів притаманна низка специфічних ознак, які вказують на можливість виникнення пожеж, вибухів з руйнуванням і загибеллю людей [2]:

- підвищена пожежонебезпека за рахунок значних викидів парів навіть під час експлуатації у звичайних режимах;
- близьке спільне розташування різних типів джерел підвищеної небезпеки;
- велика швидкість поширення аварійної ситуації, потенціал швидкого розповсюдження вогню і вибухів у всіх напрямках, велика руйнівна здатність.

Пожежі в резервуарах, як правило, починаються з вибуху суміші пари горючої рідини з повітрям, яка знаходиться у вільному об'ємі резервуару або в обвалуванні за наявності розлитого нафтопродукту.

Внаслідок вибуху відбувається розгерметизація резервуару, повне або часткове руйнування його стаціонарної або плаваючої покрівлі, стінок і загоряння рідини на вільній поверхні. Залежно від виду пошкодження резервуару, пожежі набувають такого вигляду:

- факельне горіння рідин і їх пари, що виходить під тиском у вигляді струменів;
- горіння рідин на вільній нерухомій поверхні в резервуарах з повністю або частково затопленою плаваючою покрівлею;
- горіння рухомої рідини, зокрема, стікаючої по поверхні стінки резервуару;
- одночасне горіння рідин і їх пари всіх вищезгаданих видів, що супроводжується іноді вибухами пароповітряних сумішей, руйнуванням резервуарів, засувок і трубопроводів, а також скипанням і викидом нафти і нафтопродуктів.

В окремих випадках, внаслідок порушення технологічного режиму, виникає горіння нафтопродукту в обвалуванні резервуарів. При цьому від дії високої температури відбувається руйнування фланцевих з'єднань на трубопроводах з утворенням факелів рідини, яка виходить через нещільність, а потім горіння розповсюджується на поряд розташовані резервуари.

Складна ситуація під час пожеж в резервуарах виникає, коли відбувається повне руйнування резервуару з нафтопродуктом або в разі вибуху

пароповітряної суміші, коли в ньому руйнуються зварні шви між стінкою і його днищем. Нафтопродукти не є вибуховими речовинами. Вони не вибухають від капсуля детонатора, під дією ударної хвилі чи від тертя. Однак при змішуванні пари з повітрям можливе утворення вибухо-, пожежонебезпечних сумішей, займання і горіння яких, особливо в замкнених об'ємах, носить вибуховий характер через швидкість поширення полум'я і тиск.

Найбільше випаровування спостерігається у бензинів, які мають велику пружність пари і найбільшу випаровуваність, в десятки разів вищу, ніж у дизельного палива. Питанням втрати від випаровувань бензинів слід приділяти особливу увагу тому, що загазованість території навколо резервуару і резервуарного парку може призвести до спалахування хмари суміші горючих газів і повітря, що, у свою чергу, може призвести до пожежі чи вибуху, які негативно впливатимуть на техногенний стан на об'єкті та на прилеглий до нього території, що може призвести до травмування чи загибелі людей.

Під час горіння рідини на верхньому рівні або за деформації стінок можливий перелив скипілої маси через борт резервуару. Це створює загрозу людям, збільшує небезпеку деформації стінок і переходу вогню на сусідні резервуари. Скипання може відбуватися не тільки в резервуарах, але і в разі горіння темних нафтопродуктів в обвалуванні. Темні нафтопродукти в процесі горіння прогриваються на значну глибину. При цьому температура палаючої рідини завжди вище за температуру кипіння води. В разі досягнення високонагрітим нафтопродуктом шару підтоварної води відбувається плівкове випаровування, пара, яка утворилася, накопичується на поверхні розділу рідин. Утворена парова подушка знижує подальше прогрівання і випаровування води, а температура шару палаючого нафтопродукту росте, що призводить до збільшення тиску пари води. Прорив пари через шар нафтопродукту веде до його викиду з резервуара. Викинута з резервуару палаюча рідина розливається на значній площі, де можуть знаходитись інші резервуари, виробничі будівлі і споруди.

Небезпечні ситуації можуть створюватися під час пожеж в резервуарах із стаціонарною покрівлею, яка від вибуху не скинута з резервуара. Якщо вона обвалиться в резервуар, палаючий нафтопродукт витече з резервуару в обвалування і створюється явна загроза сусіднім резервуарам. Ще складніші обставини можуть виникати при пожежах в резервуарах, коли вони руйнуються з гідродинамічним викидом нафтопродукту.

### Література

1. [mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245620869&cat\\_id=245293185](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245620869&cat_id=245293185)

2. Васійчук В.О., Бабаджанова О.Ф. (2020) Техногенно-екологічні наслідки аварій на нафтобазах. Сталий розвиток – стан та перспективи: Матеріали II Міжнародного наукового симпозіуму SDEV'2020. Львів. С.428 – 429.

УДК 614.843

## **ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ**

**Дубінін Д.П.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Національний університет цивільного захисту України**

На сьогоднішній день особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів (далі – ПРП) під час гасіння 90 % пожеж застосовує воду. При гасінні пожеж ПРП в житлових будівлях [1-3] подача води в осередок пожежі здійснюється за допомогою ручних пожежних стволів розпиленими водяними струменями. У результаті гасіння пожежі витрата води зі стволів складає від 2,7–3,7 л/с, при цьому, близько 4–6 % подається в осередок пожежі. Решта кількість води проливається марно приводячи до обвалення конструкцій будівель, псування майна та обладнання [4, 5]. Також використання водяних стволів без пожежно-рятувальних автомобілів не можливо. В даний час найбільш перспективним з напрямків щодо гасіння пожеж в житлових будівлях є застосування технічних засобів, в яких створюються тонкорозпилена вода (далі – ТРВ). Такі засоби забезпечують зростання ефективності використання води, з відповідним зменшенням витрати води [6-8].

В роботах [9-10] розглянуто переваги та сферу застосування ТРВ для гасіння пожеж. Переваги застосування ТРВ наступні, а саме:

- ефективно здійснює осадження диму;
- ТРВ екранує теплове випромінювання і може використовуватися для захисту пожежного, а також матеріальних цінностей на пожежі;
- ТРВ більш рівномірно охолоджує сильно нагріті металеві поверхні несучих конструкцій, що виключає їх локальну деформацію, втрату стійкості, несучої спроможності і руйнування;
- низька електрична провідність ТРВ дозволяє її застосовувати як ефективний засіб пожежогасіння електроустановок, що знаходяться під напругою.

Щодо визначення сфери застосування, то ТРВ більш ефективно застосовувати для гасіння пожеж класу А, В та електроустановок під напругою в наступних місцях, а саме:

- в кабельних спорудах електростанцій і підстанцій, промислових і громадських будівель;
- в міських кабельних колекторах і тунелях;
- в електроустановках, що знаходяться під напругою до 35 кВ;
- в приміщеннях для зберігання матеріалів у горючій упаковці;
- в наземних і підземних приміщеннях, а також в спорудах метрополітену;
- в автотранспортних тунелях;

– в приміщеннях складського призначення; в приміщеннях сховищ бібліотек та архівів.

Аналізуючи дослідження проведення в [11-13], можна зазначити, що основними перевагами тонкорозпиленої води порівняно з іншими вогнегасними речовинами є:

– можливість гасіння практично всіх речовин і матеріалів, в тому числі пірофорних, за винятком речовин, що реагують з водою з виділенням теплової енергії та горючих газів (висока ефективність при гасінні пожеж класів А, В, С, F та електроустановок, що знаходяться під напругою), окрім цього, до води можна додавати добавки для підвищення ефективності пожежогасіння;

– гасіння прихованих осередків вогню, тобто має ефект гасіння «газоподібний тривимірний спрей» або «3D»;

– здатність застосування при одночасному перебуванні людей в зоні пожежі, допомагає підтримувати їм життя;

– має підвищений охолоджуючий ефект, що заключається в тому що, дрібні краплі збільшують площу поверхні, щоб максимально ефективно поглинати тепло;

– витіснення кисню тобто краплі тонкорозпиленої води швидко випаровуються і розширюються, щоб витіснити кисень у безпосередній близькості від вогню;

– зниження температури з 900°C до 50°C за 1 хвилину;

– захисний ефект від впливу теплового випромінювання на людей, несучі та огорожувальні конструкції і на сусідні горючі матеріали;

– поглинання і видалення токсичних газів і диму в приміщеннях при пожежі;

– невелика кількість води для зберігання (економія до 90%);

– незначний збиток від пролітої води;

– мінімальне споживання води, що особливо важливо для місць з обмеженим споживанням води;

– можливість застосовувати для гасіння пожеж архівів, музеїв, серверних, обладнання, що знаходиться під напругою (при дотриманні правил безпеки праці);

– екологічність, по-перше застосування тонкорозпиленої води дозволяє значно скоротити витрати води для цілей пожежогасіння при цьому мінімізуючи наслідки від проливання води, по-друге її застосування не руйнує озоновий шар та не сприяє глобальному потеплінню, по-третє не утворюють токсичних побічних продуктів під час пожежі і не потребують складних процедур при експлуатації.

### Література

1. Dubinin D. et al. Experimental Investigations of the Thermal Decomposition of Wood at the Time of the Fire in the Premises of Domestic Buildings//Materials Science Forum. – Trans Tech Publications Ltd, 2022. – Т. 1066. – С. 191-198.

2. Dubinin D. et al. Research and justification of the time for conducting operational actions by fire and rescue units to rescue people in a fire //Sigurnost. – 2022. – Т. 64. – №. 1. – С. 35-46.

3. Dubinin D. et al. Dubinin D. et al. Investigation of the effect of carbon monoxide on people in case of fire in a building //Sigurnost. – 2020. – Т. 62. – №. 4.

4. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження розвитку пожежі в будівлі. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 34. С. 110–121.

5. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53.

6. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпиленою водяним струменем. Проблеми пожежної безпеки. – 2018. – №. 43. – С. 45-53.

7. Лісняк А. А., Дубінін Д. П. Застосування установки періодично-імпульсної дії для гасіння пожеж в будівлях дрібнорозпиленою водою: Матеріали 20 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку»: тези допов. – Харків, 2018.– С. 172–175.

8. Дубінін Д. П. Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 33. С. 15–29.

9. J.W. Fleming, B.A. Williams, R.S. Sheinson, W. Yang, R.J. Kee, Water mist fire suppression research: laboratory studies, 2nd National Research Institute Fire and Disaster Symposium Tokyo, Japan, July 2002.

10. Abbud-Madrid, A., Mckinnon, J.T., Amon, F., Gokoglu, S., The water-mist fire suppression experiment (mist): Preliminary results from the STS-107 mission, NASA/CP–2003-212376/REV1, 281-284.

11. NFPA 750 Standard on Water Mist Fire Protection Systems

12. CEN/TS 14972:2011 - Fixed firefighting systems - Watermist systems - Design and installation

13. ДСТУ CEN/TS 14972:2016 Стационарні системи пожежогасіння. Системи пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Проектування та монтування (CEN/TS 14972:2011, IDT).

УДК614.842

**ОСНОВИ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ ПІД ЧАС ГАСІННЯ  
ВНУТРІШНІХ ПОЖЕЖ****Великий Я.Б.**, кандидат педагогічних наук,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

В сучасних умовах промислового та сільськогосподарського виробництва, перепрофілювання підприємств на випуск нової продукції, впровадження високих технологій та зменшення енергоємності продукції зростає пожежна небезпека технологічного виробництва, новобудов та будівель. При цьому значно ускладнюються умови та обстановка, в яких необхідно виконувати оперативні дії особовому складу пожежно-рятувальних підрозділів по рятуванню людей, якщо існує загроза їх життю, та ліквідації пожеж в цілому. Для успішного виконання цього основного завдання особовому складу пожежно-рятувальних підрозділів необхідно постійно удосконалювати свою оперативну готовність та підвищувати професійні навички, щодо виконання завдань за призначенням. Це забезпечується новітнім пожежно-технічним обладнанням, а також підготовкою висококваліфікованих кадрів, які володіють глибокими знаннями, уміннями та навичками з організації гасіння внутрішніх пожеж.

Кожна пожежа характеризується виникненням небезпечних факторів пожежі, такими як підвищена температура, задимлення, погіршення складу газового середовища.[2]

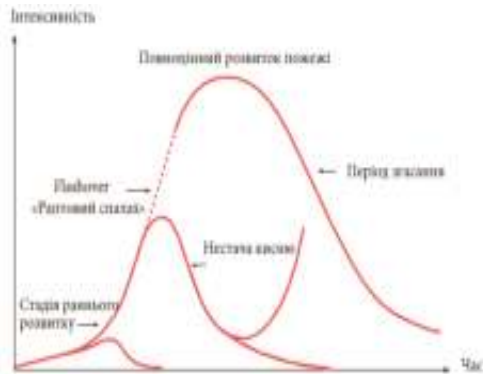
Найчастіше в огороженні виникають пожежі класу А, що супроводжуються горінням твердих матеріалів, зазвичай органічного походження, під час горіння яких утворюються тліючі вуглини [1], для них важливе значення набуває таке поняття, як динаміка пожежі, яка характеризується зміною основних параметрів пожежі у часі і просторі. Розподіл тепла і температури при внутрішній пожежі має більш складний характер ніж при пожежі на відкритому просторі. Цей розподіл залежить від типу горючого матеріалу, маси пожежного навантаження і його розташування, від розмірів і форми приміщення, наявності, розмірів і форми дверних отворів. Виникнення пожежі викликає перерозподіл газових потоків, продукти реакції горіння мають температуру вищу, ніж оточуюче пожежу повітря і на відкритих просторах горючі гази піднімаються вгору без обмежень.

Газообмін під час внутрішньої пожежі в основному залежить від стадії пожежі. На початковій стадії для окислення використовується той кисень, що знаходиться у приміщенні, газообмін з повітрям, яке знаходиться за межами приміщення відсутній. Гарячі продукти горіння,



яких поки що небагато, створюють направлений догори потік, в який включається і повітря, захоплене цим потоком. Рухаючись вгору, потік нагрітих газів віддає частину тепла оточуючому середовищу і охолоджується.

Так у верхніх шарах приміщення відбувається накопичення продуктів горіння. Стан, при якому продукти піролізу, що утворилися в наслідок горіння, накопичилися у просторі під стелею із достатньою концентрацією (тобто на межі чи вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я), при якому вони займаються та горять отримав назву - Флеймовер, Ролловер (Flameover, Rollover).[2]



**Рисунок 1** – Крива розвитку пожежі в огороженні

У процесі розвитку пожежі температура в приміщенні досягає критичної позначки (межа виникнення стадії пожежі - «Флешовер» англ. - «Flashover»), яка характеризується значним виділенням продуктів піролізу зі всіх наявних горючих поверхонь і матеріалів, що в результаті сприяє швидкому розповсюдженню відкритого полум'я по всій площі приміщення (рис.1). По прибуттю пожежно-рятувальних підрозділів можуть виникнути проблеми після того як ланка газодимозахисної служби (далі ГДЗС) відкриє двері в приміщення. Свіже повітря, що потрапить в приміщення, де відбувається пожежа, може призвести до повторного загорання димових газів, продуктів піролізу. Продукти згорання спалахують дуже швидко, і відбувається «викид» продуктів згорання з приміщення зі швидкістю 1 – 3 м/с. Це явище відоме як – «Бекдрафт» або англ. – «Backdraught».

Явище «Бекдрафт» «Зворотня тяга» може спричинити серйозні ризики, які можуть призвести до травмування, в деяких випадках, до загибелі пожежних-рятувальників або руйнування конструкції будівлі.

Виконуючи наступ на пожежу найвищою метою пожежних-рятувальників є гасіння пожежі і рятування людей. Оперативні дії виконуються у задимлених, інколи палаючих приміщеннях. Щоб ці оперативні дії були відносно безпечні, слід намагатися зробити так, щоб накопичені продукти згорання не могли загорітися. Тому вони повинні охолоджуватися, а їх температура повинна утримуватися нижче температури самозаймання. Додатково, подавання водяного туману призведе до його

перетворення у водяну пару та флегматизує (зробить негорючою) горючу суміш. Дані дії полягають на введенні вогнегасних ліній у будівлі, обшуку приміщень і у намаганні подавання води на палаючі об'єкти, при одночасному, безперервному охолодженні (розріджуванні) продуктів згорання. Для цього ствольник повинен утримувати ствол на висоті поля зору (підібрати відповідний кут нахилу рукавної лінії), щоб вода потрапила повністю в об'єм задимлення, що забезпечить його безпеку під час переміщення до місця, у якому можна виконати безпосереднє гасіння пожежі. Використання малих кількостей води дає можливість не допустити виникнення водяної пастки, яка є негативним наслідком утворення великої кількості водяної пари в просторі під стелею і виштовхування нагрітого диму до землі. [3,4]

Основа дій пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння внутрішніх пожеж полягає у застосуванні димовидалення та подачі оперативних вогнегасних струменів. Димовидалення може здійснюватися горизонтальною вентиляцією та з нагнітанням свіжого повітря. У залежності від мети подавання оперативних струменів можемо виокремити наступ прямиї (вода, що подається безпосередньо на поверхні, що горять) або непрямий (вплив на пожежу шляхом охолодження продуктів згорання, пароутворення, витіснення кисню). Загалом розвідка пожежі, як і її постійний ситуаційний аналіз, повинна забезпечити прийняття рішення командиром ланки, щодо вибору способу ведення оперативних дій під час гасіння внутрішньої пожежі.

### Література

1. ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж».
2. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».
3. Луц В.І, Лазаренко О.В. Димовидалення на пожежі: навч. посіб. Львів: ЛДУБЖД, 2017. 100с.
4. Шимон Кокот : Способи оперування вогнегасними струменями: посібник, переклад з пол.. Володимира Дубасюка. Львів: «AIRPRESS» 2019. 36 с.
5. Шимон Кокот: Гасіння внутрішніх пожеж: посібник, переклад з пол.. Володимира Дубасюка. Львів: 2022. 319 с.

УДК 614,8

## **ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ МЕТАЛІВ ТА ЇХ НЕБЕЗПЕКА**

**Гусар Б.М.,** доктор філософії

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Відомо, що горючими є тільки ті метали, які можуть підтримувати самостійне горіння на повітрі після впливу джерела запалювання. До горючих металів відносяться: магній, алюміній, титан, натрій, калій, літій та ін. Горіння металів належить до пожеж класу D. Метали на пожежі можуть горіти суцільною масою або у вигляді стружок, порошків. Даний тип пожеж є дуже небезпечним та супроводжується високою температурою. Як правило, ці пожежі завершувались вигоранням металів, загибеллю людей і великою кількістю постраждалих. Для гасіння металів потрібно застосовувати відповідні вогнегасні речовини та засоби їх подачі. Також потрібно враховувати, що метали не можна гасити звичайними речовинами пожежогасіння: вода, піна, діоксид вуглецю. При взаємодії з цими вогнегасними речовинами метали виділяють горючі гази і велику кількість тепла, що призводить до вибуху і збільшення площі пожежі. Також під час гасіння вогнегасну речовину не можна подавати під високим тиском, тому що горючі метали можуть розбризкуватися і збільшити площу горіння, для цього потрібно застосовувати спеціальні заспокоювачі для подавання вогнегасної речовини.

Найкращі результати при гасінні металів дають вогнегасні порошки спеціального призначення. На разі для гасіння пожеж класу D найбільш поширені вогнегасні порошки спеціального призначення на основі хлоридів лужних металів (KCl – Україна і NaCl – Європа, США).



**Рисунок 1** – Взаємодія горючого металу з водою



**Рисунок 2** – Гасіння горючого металу

Що стосується вогнегасних порошоків спеціального призначення вироблених та запатентованих в Україні то для гасіння металів та їх сплавів краще використовувати вогнегасні порошки спеціального призначення: КМ-1 та КМ-2. Як відомо КМ-1 гасить тільки пожежі класу D, порошок КМ-2 гасить пожежі класу D та А, В. Для гасіння лужних і лужноземельних металів краще використовувати вогнегасні порошки спеціального призначення ПС-1 та ПС-2. Найкраще метали гасити шляхом ізоляції. Під час гасіння шар вогнегасного порошку повинен повністю покрити горючу поверхню, перекрити доступ кисню і не дати розповсюджуватись горінню. Шар порошку має бути досить щільним, мати необхідну товщину по всій поверхні осередку горіння, що досягається при певній питомій витраті порошку (кг/м<sup>2</sup>). Мінімальна товщина шару вогнегасного порошку має складати не менше 45,2 мм.

Горіння металів припиняється при засипанні великою кількістю сухого графіту та сухого меленого флюсу. Для гасіння застосовують трихлорид бору. Він взаємодіє з палаючим металом, утворюючи хлорид магнію, який припиняє доступ повітря до палаючої поверхні. Що стосується лужних і лужноземельних металів то окрім вогнегасних порошоків спеціального призначення їх можна погасити шляхом засипання сухим кварцовим піском, кальцинованою содою та дрібним хлоридом натрію.

Натрій і калій можна гасити аргоном і азотом. Аргон під час гасіння буде ефективніший, тому що суттєво важчий від повітря.

Досить небезпечним є горіння металевого літію. Для гасіння пожеж літію використовують спеціальні порошоківі склади на основі флюсів і графіту. Літій можна загасити витиснувши повітря з осередку горіння аргоном. Подавати аргон потрібно так, щоб не розбризкувати метал. Після припинення горіння залишки металу слід охолодити аргоном.



Рисунок 3 – Вогнегасник виробництва США для гасіння класу D

Щодо первинних засобів пожежогасіння то єдиним вогнегасником класу D є вогнегасник який, виробляється в штаті Алабама США, суміш вогнегасного порошку представляє собою порошкоподібний графіт, гранульований хлорид натрію, дана суміш порошку виконує гасіння шляхом ізоляції, тобто перекриває доступ кисню і припиняє горіння.

Також порошок для гасіння пожеж класу D виготовляє Швецька компанія Dafo Fomtec AB їхній порошок має назву Renex D складається з хлориду натрію, хлориду калію і сульфату барію. Renex D упаковується в пластикові бочки по 25кг.

### **Література**

1. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж.
2. Ковалишин В.В., Марич В.М., Ковалишин Вол. В., Лозинський Р.Я. Проблеми гасіння магнію та його сплавів. Пожежна безпека. Львів, 2016. №28. С. 58–63.
3. URL: <https://www.fomtec.com/products/renex-abc-20/>
4. URL: <https://thefiresafetyguys.net/product/class-d-fire-extinguisher/>

УДК 614.842

**ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ ПІДРОЗДІЛАМИ  
ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖ І  
ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ НА АЕС**

**Сукач Р.Ю.**, кандидат технічних наук  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Україна входить до першої десятки держав з розвинутою ядерною енергетикою. На чотирьох атомних електростанціях (АЕС) експлуатуються 15 енергоблоків потужністю 13 835 МВт, які забезпечують виробництво майже половини усієї електроенергії нашої держави. Після повномасштабного вторгнення Російської Федерації в Україні 24 лютого 2022 року уперше в історії війна точиться за атомні електростанції та вперше в історії ми маємо прецедент ядерного тероризму. Вже 04 березня 2022 року російськими військами в битві за місто Енергодар була захоплена Запорізька атомна електростанція. (ЗАЕС). Внаслідок чого НАЕК “Енергоатом” МАГАТЕ втратили можливість контролю за переміщенням радіоактивних матеріалів на території станції. Ведення бойових дій у районі АЕС, втрата контролю з боку МАГАТЕ над ядерними реакторами та сховищами відпрацьованого палива – це ситуація, яка може призвести до катастрофи світового масштабу. Внаслідок бойових дій ЗАЕС працює з ризиком порушення норм радіаційної та пожежної небезпеки – росіяни неодноразово обстріляли ряд корпусів, зокрема, пожежну частину.

03 березня 2022 року о 23:28 годині до електростанції під'їхала колона з 10 одиниць російської бронетехніки та двох танків. Бій розпочався о 12:48 годині 04 березня, коли українські сили випустили протитанкові ракети. Російські сили відповіли різноманітною зброєю, включно з реактивними гранатометами. Протягом приблизно двох годин важкого бою в навчально-тренувальному центрі за межами головного комплексу спалахнула пожежа, яку було ліквідовано о 06:20 годині ранку, хоча інші секції навколо станції зазнали пошкоджень. Пожежа не вплинула на безпеку реактора чи будь-якого основного обладнання. Станція втратила 1,3 ГВт потужності. 05 липня 2022 року з'явилась інформація, що російські війська облаштували на території ЗАЕС військову базу, розгорнувши важку самохідну реактивну систему залпового вогню БМ-30 “Смерч”. Також 11 серпня територія ЗАЕС була кілька разів обстріляна російськими військами, у тому числі поблизу місця зберігання радіоактивних матеріалів. 25 серпня сталося вперше в історії станції повне відключення Запорізької АЕС від енергомережі.

Для запобігання акту ядерного тероризму російськими військами 01 вересня на ЗАЕС прибула місія МАГАТЕ. Мета місії пов'язана з

побоюваннями ядерної катастрофи, які викликали посилення обстрілів території найбільшої в Європі атомної електростанції. В останні тижні кількість обстрілів АЕС посилилась, що викликало занепокоєння та побоювання ядерної катастрофи. За результатами інспекції ЗАЕС місією МАГАТЕ оприлюднено звіт з 52 сторінок під назвою “Ядерна безпека та гарантії в Україні”. В звіті експертів МАГАТЕ зафіксовано ряд порушень, що можуть призвести до радіаційної та пожежної небезпеки та створити серйозний ризик ядерного інциденту, небезпечного викиду радіації, який може загрожувати не лише людям і навколишньому середовищу України, а й вплинути на сусідні країни та всю міжнародну спільноту.

Внаслідок постійних обстрілів російськими військами території ЗАЕС значно зросла кількість пожеж та збільшився ризик радіаційної аварії. При гасінні пожеж на АЕС в умовах радіаційної аварії підрозділам Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) необхідно виконати наступні заходи:

1. Отримати від начальника зміни станції (НЗС) інформацію про місце пожежі та категорію аварії.

2. Визначити спільно з НЗС наявність загрози пожежі системам, важливим для безпеки АЕС. У разі загрози зазначеним системам вибирається вирішальний напрямок оперативних дій для їхнього захисту.

3. Визначити вид та рівні радіації у приміщеннях та на території АЕС, межі радіоактивного забруднення та шляхи його розповсюдження, залучаючи для проведення цих робіт НЗС та начальника зміни відділу охорони праці та техніки безпеки (НЗ ВОП та ТБ). Допустимий час роботи у зміні визначається відповідно до законодавства з радіаційної безпеки. Режим роботи підрозділів ДСНС визначається керівником гасіння пожежі (КГП).

4. За радіаційної небезпеки провести протирадіаційну профілактику особового складу, забезпечити його індивідуальними дозиметрами, засобами індивідуального захисту органів дихання та захисту шкіри.

5. Провести одночасно з пожежною радіаційну розвідку; при цьому до складу групи розвідки має бути включений дозиметрист. Оснащення пожежно-рятувального відділення та караулу табельними засобами розвідки та захисту (загальновійськовий протигаз, що фільтрує; респіратор; легкий захисний костюм Л-1; вимірювач потужності доз; рентгенометр типу ДП-5; індикатор-сигналізатор типу ДП-64; Комплект індивідуальних дозиметрів типу ІД-1, ДП-22В, ДП-24; електрометричний дозиметр типу ДК-0.2; військовий прилад хімічної розвідки). При веденні радіаційної розвідки доцільно використовувати захищені транспортні засоби, що є на оснащенні, у тому числі бронетранспортери. При постановці завдання розвідгрупам повідомляються дані, отримані від служби радіаційного контролю АЕС, зазначаються орієнтовні маршрути прямування та ведення розвідки.

6. При проведенні оперативного розгортання відділень на пожежно-рятувальних автомобілях по можливості повинні встановлюватися на вододжерела за будівлями, які є екраном для іонізуючого випромінювання. При перегрупуванні сил та засобів має враховуватись радіаційна обстановка на об'єкті. На території АЕС зосереджується мінімальна частина сил та засобів підрозділів ДСНС, які необхідні для виконання невідкладних робіт з гасіння пожежі. Інші сили та засоби відводяться за межі території АЕС та розташовуються на безпечній відстані. Категорично забороняється перебування у небезпечній зоні осіб керівного та начальницького складу, не пов'язаних із виконанням безпосередніх робіт з керівництва та забезпечення пожежно-рятувальних підрозділів. Пункт збору резервних сил та засобів не повинен розміщуватись на підвітряній стороні від джерела радіоактивного випромінювання.

7. Отримати в установленому порядку дозиметричний допуск на гасіння пожежі.

8. Отримати письмовий дозвіл від адміністрації АЕС на гасіння пожежі в зоні з іонізуючим випромінюванням.

9. Організувати дозиметричний контроль особового складу підрозділів ДСНС. Для безпосередньої організації та забезпечення цієї роботи до складу штабу має бути включений відповідальний дозиметричний контроль, який веде облік доз опромінення. Робота особового складу у небезпечній зоні організується позмінно залежно від рівня радіації. Заплановане підвищене опромінення особового складу підрозділів ДСНС допускається з урахуванням вимог НРБУ-97.

Із 15 енергоблоків, які перебувають в експлуатації на АЕС України, 13-ть з реакторами типу ВВЕР-1000, ще два - з ВВЕР-440. Враховуючи типи експлуатуючих реакторів в разі виникнення пожежі чи радіаційної аварії при веденні оперативних дій підрозділами ДСНС потрібно враховувати, що найбільш складна обстановка може створюватися в приміщеннях контролюваної зони та гермооболонки, де встановлені маслосистеми та маслобаки головних циркуляційних насосів. Наявність великої кількості масла та розгалуженої мережі маслострубопроводів створює сприятливі умови для розвитку пожежі, що супроводжується внаслідок недостатнього повітрообміну наявністю сильного задимлення та високої середньооб'ємної температури. На шляхах поширення горіння можливий вихід із ладу силових та контрольних кабелів, комутаційної арматури та іншого обладнання. Обстановка на пожежі характеризується наявністю токсичних та радіоактивних речовин у продуктах горіння та іонізуючого випромінювання. Усі роботи з гасіння пожеж можна проводити лише з використанням засобів індивідуального захисту органів дихання та при безперервному веденні дозиметричного контролю. Для цього необхідно створювати резерв ланок ГДЗС, проводячи їх періодичну зміну. При пожежах в електротехнічних



приміщеннях неконтрольованої зони можливий вихід із ладу систем контролю, управління та захисту реакторної установки, що може призвести до аварійної зупинки реактора. Вибір напряму введення сил та засобів гасіння необхідно погоджувати з начальником зміни станції.

Для збереження життя, здоров'я і працездатності після виведення особового складу та техніки підрозділів ДСНС із забруднених радіоактивними речовинами приміщень та небезпечної зони під керівництвом служби дозиметричного контролю АЕС проводиться ретельна перевірка ступеня забруднення людей, техніки, обладнання та засобів захисту. Залежно від ступеня забруднення радіоактивними речовинами працівники, що приймали участь в гасінні пожежі чи ліквідації наслідків радіаційної аварії на АЕС повинні пройти санітарну обробку особового складу та дезактивацію техніки, обладнання та майна. Санітарна обробка поділяється на часткову і повну. Часткова санітарна обробка особового складу проводиться на початку повної санітарної обробки. При цій санобробці проводяться індивідуальні санітарно-гігієнічні заходи. Починати часткову санобробку слід після зняття захисного одягу, причому зняття засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) по можливості проводиться після зняття верхнього одягу, а також захисних костюмів. Повна санітарна обробка особового складу проводиться у санпропускниках АЕС після часткової санобробки, або дезактивації техніки. Для запобігання переопроміненню особового складу від радіоактивних аерозолів, що осідають на одяг та шкіру, проводиться санітарна обробка та періодична повна зміна постільної білизни, а також обмундирування. Для цього створюється необхідний запас білизни та обмундирування та розгортаються санітарно-обмивальні пункти (СОП) та станції знезараження одягу (СЗО) на базі лазень та пральні поза 30-кілометровою зоною. Для підігріву та подачі води на санітарну обробку можуть бути використані спеціальні установки та машини. При обґрунтованні заходів безпеки та захисту особового складу від впливу іонізуючих випромінювань необхідно керуватися тимчасовими допустимими рівнями радіоактивного забруднення шкіри, білизни, обмундирування, транспортних засобів, механізмів, продуктів харчування, приміщень, затверджених головним санітарним лікарем України. Дезактивація забрудненої пожежної техніки, пожежно-рятувального обладнання та майна проводиться з метою запобігання переопроміненню особового складу іонізуючим випромінюванням на спеціальних обмивних пунктах АЕС. Для дезактивації техніки ДСНС використовуються як штатні засоби, так і пожежно-рятувальні автомобілі, заправлені водою, або спеціальними миючими речовинами. Під час дезактивації контролюється ступінь радіоактивного забруднення техніки. За незадовільних результатів дезактивації складається акт на списання зазначених коштів представниками адміністрації та відповідних служб.

Пожежно-рятувальна та інша використана техніка, дезактивація якої не дала задовільних результатів, прямує до відстійників або тимчасових пунктів збору, місця розміщення яких визначаються адміністрацією АЕС та районів.

### **Література**

1. Ключ П.П. та ін. Пожежна тактика – Харків: Основа, 1998.
2. Наказ МВС України від 26.04.2018 рік № 340 ”Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж”.
3. Довідник керівника гасіння пожежі. – К.: УкрНДІ ЦЗ, 2015. – 363 с.
4. Наказ МНС України від 23.04.2009 року № 278 “Про затвердження Інструкції щодо організації гасіння пожеж на АЕС із ядерними реакторами типу ВВЕР”.
5. Наказ міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 22.12.2011 року № 864 “Про затвердження Інструкції з гасіння пожеж на енергетичних об’єктах України”.
6. Наказ Міністерства палива і енергетики України від 30.05.2007 року № 256 “Про затвердження Правил пожежної безпеки при експлуатації атомних станцій”.
7. <https://www.energoatom.com.ua/> – Державне підприємство НАЕК “Енергоатом”.

УДК 614.8.086+ 614.89

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ ЛЮДЕЙ ВІД РАДІАЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ**

**Синельніков О.Д.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Лоїк В.Б.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Будь-яка практична діяльність, що супроводжується опроміненням людей, не повинна здійснюватися, якщо вона не приносить більшої користі людям, що опромінюються, або суспільству в цілому в порівнянні зі шкодою, що вона заподіює – принцип виправданості.

Рівні опромінення від всіх, що підпадають під регулювання, видів практичної діяльності не повинні перевищувати встановлені межі доз – принцип неперевищення [2].

Рівні індивідуальних доз або кількість осіб, що опромінюються, стосовно кожного джерела випромінювання повинні бути настільки низькими, наскільки це може бути досягнуте з врахуванням економічних і соціальних факторів – принцип оптимізації, принцип ALARA [2].

ALARA означає «настільки низький, наскільки розумно досяжний». Цей принцип означає, що навіть якщо це невелика доза, якщо отримання цієї дози не має прямої користі, ви повинні намагатися уникати цього [1].

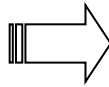
Для цього можна використовувати три основні захисні заходи щодо радіаційної безпеки: час, відстань та екранування.

«Час» просто відноситься до кількості часу, який ви проводите біля радіоактивного джерела. Мінімізуйте свій час біля радіоактивного джерела лише до того, що потрібно для виконання роботи. Якщо ви перебуваєте в зоні з підвищеним рівнем радіації, завершіть роботу якомога швидше, а потім покиньте цю зону. Немає причин витратити на це більше часу, ніж необхідно.

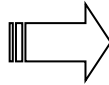
«Відстань» означає, наскільки ви близькі до радіоактивного джерела. Максимально збільшуйте відстань від радіоактивного джерела, наскільки можете. Це простий спосіб захистити себе, оскільки відстань і доза обернено залежні. Якщо ви збільшуєте дистанцію, ви зменшуєте дозу.

«Екранування» відноситься до захисту себе від джерела випромінювання, вам потрібно щось поставити між собою та джерелом випромінювання. Найбільш ефективне екранування буде залежати від того, який вид випромінювання випромінює джерело. Деякі радіонукліди випромінюють більше одного виду випромінювання (схема 1.).

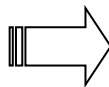
Альфа-частинки можна закрити чимось таким тонким, як аркуш паперу, або зовнішнім шаром мертвих клітин шкіри.



Бета-частинки можна ефективно захистити за допомогою декількох дюймів пластику або шару одягу.



Гамма-промені можна ефективно захистити, додавши кілька дюймів свинцю або іншої щільної речовини між вами та джерелом випромінювання.



Для захисту від іонізуючого випромінювання необхідно дотримуватись основних факторів:

- ✓ інтенсивність випромінювання або активність джерела випромінювання;
- ✓ час, проведений в радіаційному полі;
- ✓ відстань від джерела випромінювання.

**Висновок.** Інтенсивність джерела іонізуючого випромінювання безпосередньо впливає на радіаційну небезпеку, викликану цим джерелом, чим нижча інтенсивність джерела випромінювання, тим потенційно нижча отримана доза поглиненого випромінювання. Правильне застосування рекомендацій, що випливають з принципу ALARA, дозволяє оптимізувати вихідну інтенсивність і мінімізувати пов'язаний з нею радіаційний ризик.

### Література

1. Радіаційний, хімічний та біологічний захист Частина 2. Радіаційний захист: / В.Б. Лоїк, Р.Т. Рагушний, О.Д. Синельников, М.О. Довгановський, Р.С. Яковчук, А.Б. Тарнаський Навчальний посібник – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2022. – 589с.
2. Довідник «Реагування на радіаційні загрози», Київ: Ваїте, 2021. 84 с.
3. Довідник рятувальника: Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи з ліквідації наслідків радіаційних аварій. Київ: УкрНДІЦЗ, 2013. – 186.

УДК 35.077.6:614.841.42/49:656.7

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПРИРОДНИХ ПОЖЕЖ ЯК ЦІННІСНИЙ АСПЕКТ ДЕРЖАВНО-УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ**

**Гурник А.В.,  
Литовченко А.О.**

**Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту**

На території України за останні 19 років пожежами було охоплено 38,4 млн. гектарів природних територій (приблизно 2,0 млн. гектарів щорічно), які призвели до загибелі людей, знищення будівель, виробничої та соціальної інфраструктури, і як наслідок, завдали надзвичайно великої екологічної та економічної шкоди. Природні пожежі можуть бути ще більш небезпечними, коли вогонь підходить до об'єктів критичної інфраструктури, а масштаби і глибина надзвичайної ситуації (НС) за таких обставин можуть охоплювати великі території [1].

Тому ліквідація природних пожеж є актуально державною проблемою, яка потребує більш глибоких досліджень також у сфері державного управління при розробці протипожежних заходів і відповідних планів управління зі збереження біологічного різноманіття й протидії ризику загорянь в природних екосистемах та їх розповсюдження в довкіллі тощо.

Вивчення проблем пожеж у природних ландшафтах й інших природних комплексах України та аналіз діючої системи організації пожежної безпеки, розробки природоохоронних заходів та пожежної тактики їх безпосереднього гасіння свідчить, що найважливішим елементом зусиль є ефективна боротьба з ними [2].

Провідну роль при гасінні природних пожеж відіграє часовий чинник. Тому повноцінна система постійного спостереження за явищами і процесами, що проходять в навколишньому середовищі, результати якого слугують для обґрунтування державно-управлінських рішень по забезпеченню пожежної безпеки на місцевості, залишається одним із головних завдань авіації.

Дотримання органами державного управління правил регулювання організації і виконання польотних завдань з моніторингу [3] пожеж дозволяє добитися майже 99 відсоткового виявлення ознак осередку над місцем їх виникнення на великій за площею місцевості. Тому здійснення своєчасного авіаційного патрулювання та оперативної пожежної розвідки природних екосистем у взаємодії органів влади, територіальних підрозділів Головних управлінь ДСНС і Національної поліції України й протипожежних підрозділів

господарств є ціннісним аспектом до ефективності роботи у співробітництві з організації та проведення заходів із запобігання виникненню пожеж.

Зусилля щодо пом'якшення і ліквідації наслідків виникнення природних пожеж в екосистемах потребують комплексних організаційних державно-управлінських рішень щодо залучення найбільшої кількості оптимально визначених засобів, включно з пожежною авіацією [4].

Залучення пожежної авіації, враховуючи велику швидкість переміщення й незалежність від доріг наземного транспорту та високу оперативність доставки вогнегасної рідини в район пожежі й безпеку робіт з гасіння для людей, дозволяє швидко досягати будь-якого географічного положення й активно сприяти ліквідації природних пожеж.

Пожежна авіація, з метою сприяння успіху у відповідний момент наземним силам пожежогасіння, активно залучається до ліквідації масштабних високоінтенсивних пожеж, гасіння природних пожеж у важкодоступній місцевості, оточення області природної пожежі протипожежним бар'єром шляхом перезволоження рослинного горючого матеріалу скидами води, локалізації й гасіння природної пожежі на забурднених ділянках місцевості радіонуклідами тощо.

У той же час, маючи ряд переваг перед наземними силами і засобами пожежогасіння, пожежна авіація потребує великих ресурсів на її утримання [5; 6].

Собівартість льотної години ( $V_{гр}$ ) при виконанні авіаційних робіт може бути розрахована таким чином:

$$V_{гр} = V_{мат} + V_{експ} + V_{ін} + V_{ав} + V_{аер} \quad (1.1)$$

де:  $V_{мат}$  – матеріальні витрати (паливно-мастильні матеріали, технологічні операції тощо);

$V_{експ}$  – витрати на оплату праці;

$V_{ін}$  – інші витрати (страхування, амортизаційні відрахування, ремонт);

$V_{ав}$  – загальновиробничі витрати (утримання персоналу з управління і обслуговування); авіаційних робіт;

$V_{аер}$  – аеропортові витрати (зліт-посадка, авіаційна безпека).

Зважаючи на це, для прийняття оптимальних державно-управлінських рішень щодо ефективності використання повітряних суден під час виконання польотних завдань під час ліквідації природних пожеж вважається за потрібне:

провести дослідження з визначення шляхів підвищення ефективності залучення пожежної авіації до виконання робіт за основними напрямками її застосування (організація розвідки з метою раннього виявлення пожеж; управління і зв'язок; евакуація і порятунок людей; оперативне авіаперевезення персоналу й аварійно-рятувального і/або пожежно-

технічного майна та устаткування й вогнегасних речовин тощо; гасіння пожеж з повітря; створення загороджувальних смуг; локалізація пожежі);

проаналізувати: тактичні можливості й прийоми виконання польотних завдань за напрямками застосування авіаційної техніки при ліквідації природних пожеж і послідовність їх реалізації в екстремальних умовах НС.

Особлива увага приділяється аналізу тактичних прийомів забезпечення водою (розчинами вогнезатримувальних хімікатів) і вивченню проблем всебічного забезпечення польотних завдань та польотно-інформаційного обслуговування, а також врахуванню конструкційних особливостей систем скидання води з конкретного залученого до пожежогасіння повітряного судна.

За результатами досліджень доцільно:

визначити порядок нарощування сил пожежної авіації та їх напрями застосування, у тому числі з можливістю відправлення для гасіння масштабних пожеж у країні західної Європи як один із провідних факторів з підтримки позитивного іміджу держави на міжнародній арені;

розробити пропозиції та рекомендації щодо вдосконалення ресурсного забезпечення пожежної авіації під час організації та здійснення заходів пожежогасіння при ліквідації природних пожеж;

запропонувати спеціальним державним органам – органам виконавчої влади, для прийняття оптимальних управлінських рішень, – обґрунтовані шляхи підвищення ефективності використання авіаційної техніки при ліквідації природних пожеж.

Таким чином, державно-управлінські рішення про виправдану доцільність залучення авіаційної техніки під час ліквідації природних пожеж, в силу великих ресурсних витрат, будуть мати правомірність в тому випадку, коли пожежа загрожує природним територіям, особливо об'єктам критичної інфраструктури й населеним пунктам тощо. Необхідність прийняття таких управлінських рішень, за всіма напрямками застосування пожежної авіації, може виникнути в разі обґрунтованих варіантів розвитку пожежі на підставі прогностичної інформації, врахування прямих і опосередкованих збитків і ресурсів, що пов'язані з її локалізацією й ліквідацією.

### **Література**

1. Зібцев С.В., Сошенський О.М., Миронюк В.В., Гуменюк В.В. Ландшафтні пожежі в Україні: поточна ситуація та аналіз чинної системи охорони природних територій від пожеж. Науковий журнал НУБіП України: «UKRAINIAN JOURNAL OF FOREST AND WOOD SCIENCE». 2020. № 11(2). С.15-31.

2. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2021 році. URL : [kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2021/zvit2021-dns.pdf](http://kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2021/zvit2021-dns.pdf)

3. Организация мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций / С. В. Горбунов и др. Проблемы прогнозирования. 2015. Том 5. № 2 (9). С. 56–70. URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-monitoringa-i-prognozirovaniya-chrezvychaynyh-situatsiy> (дата звернення: 25.09.2022).

4. Панченко С., Ніжник В., Биченко А. Тенденції застосування авіаційної техніки для гасіння пожеж. Збірник наукових праць: Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. 2021. Том 5 № 1. С.104-114.

5. Про затвердження Методичних рекомендацій з формування собівартості перевезень (робіт, послуг) на транспорті : наказ Міністерства транспорту України від 05.02.2001 № 65 // База даних “Законодавство України” ВР України. URL : [zakononline.com.ua/documents/show/118493\\_\\_118493](http://zakononline.com.ua/documents/show/118493__118493) (дата звернення: 28.09.2022).

6. Методика наукового обґрунтування показників ресурсного забезпечення єдиної системи проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування в Україні під час організації та проведення авіаційного пошуку і рятування : Звіт про науково-дослідну роботу / УкрНДЦЗ. Київ, 2015. 265 с.



УДК 614.841

## **ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ ЛАНКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНОЇ СЛУЖБИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ**

**Панчишин Ю.І.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Під час виникнення пожеж та надзвичайних ситуацій (далі - НС) в житлових, промислових будівлях та спорудах основним завданням пожежно-рятувальних підрозділів є проведення розвідки під час гасіння пожежі та НС [1], а саме проведення пошуково-рятувальних дій по виявленню та рятуванню людей, евакуації їх матеріальних цінностей, ліквідації пожежі та наслідків НС.

Отже, під час гасіння пожежі в будівлях та спорудах утворюється загазоване та задимлене середовище (далі – не придатне для дихання середовище). Відповідно, особовому складу пожежно – рятувальних підрозділів ДСНС України для виконання завдань за призначенням в не придатному для дихання середовищі необхідно формувати ланки газодимозахисної служби [2] (далі - ГДЗС). Для виконання оперативного завдання ланка ГДЗС повинна бути укомплектована необхідним оснащенням [3], а саме: гнучким тросом (зв'язка), засобами пожежогасіння (рукавна лінія з пожежним стволом), засобами рятування і саморятування (рятувальна мотузка), шанцевим інструментом (пожежний легкий лом), засобами зв'язку (мобільна радіостанція), засобами освітлення (індивідуальний ліхтар на кожного газодимозахисника і груповий ліхтар на ланку ГДЗС) та іншими засобами та оснащенням.

Станом на сьогоднішній час технології розвитку пожежно – рятувальної техніки та обладнання значно прогресують у розвитку, що безумовно покращує оперативність пожежно – рятувальних підрозділів ДСНС України під час виконання завдань за призначенням.

Враховуючи вище зазначенні факти розвитку пожежно – рятувальної індустрії, можна зробити висновок, що використання пожежного тепловізора [4] ланкою ГДЗС при виконанні оперативного завдання в не придатному для дихання середовищі, а зокрема в сильно задимлених приміщеннях, значно покращить оперативність дій у пошуку та порятунку людей, виявленні осередків пожежі, так як зображено на рисунку 1 та рисунку 2.



**Рисунок 1** – Пошуково – рятувальні роботи ланкою ГДЗС з використанням пожежного тепловізора.



**Рисунок 2** – Виявлення потерпілого в задимленому приміщенні за допомогою пожежного тепловізора

Відповідно, пропонується внести зміни до Настанови ([2] розділ 3 п.51,52) до оснащення ланки ГДЗС, а саме включити пожежний тепловізор до необхідного спорядження ланки ГДЗС.

### **Література**

1. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів

Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0801-18>

2. Наказ МНС України № 1342 від 16.12.2011 «Про затвердження Настанови з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно – рятувальної служби цивільного захисту МНС України». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1342735-11#Text>

3. Ковалишин В.В., Луц В.І., Пархоменко Р.В. Основи підготовки газодимозахисника. Львів: ЛДУ БЖД, 2015 с.318-319. Режим доступу: <https://sci.ldubgd.edu.ua/handle/123456789/2170>

4. URL: [brom.ua/uk/pozharnye-teplovizory-pomogaiut-ognebotsam-ukr](http://brom.ua/uk/pozharnye-teplovizory-pomogaiut-ognebotsam-ukr)

УДК 614.841.45

**ПОЖЕЖІ НА ВІДКРИТИХ ТЕРИТОРІЯХ ТЕНДЕНЦІЇ  
УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ ЇХ ГАСІННЯ****Потапенко А.В.,****Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля****Ніжник В.В.,** доктор технічних наук,**Нікулін О.Ф.,** доктор технічних наук,**Інститут державного управління та наукових досліджень з  
цивільного захисту**

Відповідно до статистичних даних про пожежі та способи їх гасіння можна виявляти закономірності щодо причин виникнення пожеж, причин загибелі людей на пожежах, ефективності використання різних видів вогнегасних речовин, і на основі цих закономірностей розробляти заходи щодо попередження виникнення пожеж, зменшення кількості людей, що гинуть на пожежах чи інші заходи або напрямки щодо удосконалення гасіння пожеж.

Так, підрозділами територіальних органів ДСНС впродовж 2021 року в Україні зареєстровано 79 457 пожеж. Унаслідок пожеж загинуло 1 853 людини, у тому числі 35 дітей; 1 383 людини отримали травми, у тому числі 90 дітей. Матеріальні втрати від пожеж склали 13 млрд 363 млн 545 тис. грн (із них прямих збитків становлять 3 млрд 181 млн 197 тис. грн; побічні – 10 млрд 182 млн 348 тис. грн)[1].

Особливу увагу привертають пожежі на відкритих територіях питома вага яких становить 52,5 % від їх загальної кількості. За результатами порівняльного аналізу дій пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж на відкритих територіях встановлено, що найчастіше в якості вогнегасної речовини (близько 97 %) використовувалася вода як компактними так і комбінованими струменями, зовсім поодинокі випадки (менше 1 %) використовувались такі вогнегасні речовини як газові вогнегасні речовини, порошки та вогнегасні аерозолі, решту випадків відбувалось використання води зі змочувачами. Хоча газові вогнегасні речовини мають деякі переваги у механізмах припинення горіння у порівнянні із водою.

При цьому, якщо зробити припущення про можливість надання потоку газового вогнегасного струменю високих швидкостей, які наближаються до значень надзвукових швидкостей, із використанням відповідних технічних пристроїв (сопел), то під час пожежогасіння можна досягти додаткових ефектів в процесі припинення горіння, зокрема: механічного збивання полум'я та охолодження зони горіння. Комбінація таких механізмів процесу припинення горіння як: розрідження зони

горіння, інгібування, механічне збивання полум'я та охолодження зони горіння може дати ефект синергізму під час гасіння, наприклад, таких пожеж, як пожежі на відкритих територіях, що в перспективі може сприяти не лише підвищенню ефективності гасіння таких пожеж, а й зменшити витрати вогнегасних речовин на їх гасіння та кількість сил і засобів.

Серед технічних пристроїв, які здатні розганяти газові потоки до надзвукових швидкостей, відомими є пристрої з використанням сопла Лаваля [2]. Приклади прототипів таких пристроїв досить широко використовуються в різних галузях від паро-газових турбін до реактивних ракетних двигунів [3].

Таким чином питання удосконалення ефективності гасіння пожеж на відкритих територіях шляхом дослідження закономірностей зміни вогнегасної ефективності пристроїв залежно від технічних параметрів сопла та робочого газу є актуальними та потребують подальших наукових досліджень.

### **Література**

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2021 року – Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту.
2. Грабовский А. М., Иванов К. Ф., Дунчевский Г. Н. Гидромеханика і газова динаміка. Збірник задач. Київ: Вища школа, 1987. 64 с..
3. Терещенко Юрій, Кулік Микола, Волянська Лариса. Теорія теплових двигунів. 2009. — 328 с.

УДК 629.014.8

**ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ  
ПНЕВМАТИЧНИХ РЯТУВАЛЬНИХ ПОДУШОК****Федоренко Д.С.**, кандидат історичних наук,  
**Григор'ян М.Б.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Кропива М.О.**, кандидат технічних наук**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля**

Пневматичні рятувальні подушки, кубу життя, батути призначені для рятування людей з будівель в екстремальних ситуаціях. Дані рятувальні засоби забезпечують швидку допомогу під час евакуації з багатоповерхових будинків, коли виходи заблоковані і відсутня можливість встановлення автодрабин або підйомачів на вузьких дворових територіях. Крім цього пневматичні рятувальні подушки можуть використовуватись і самими рятувальниками при екстрених ситуацій для саморятування.

Світовими виробниками таким як VETTER, J.T.SCURLOCT, GSC, MILAGRO 2, MORATEX та рядом інших компаній пропонуються пневматичні рятувальні подушки (safety air cushion) (далі – подушки) з різними характеристиками, що дозволяють здійснювати рятування людей з висот до 61 м (200 ft).



**Рисунок 1** – Пневматична рятувальна подушка VETTER SP 60

Основу пневматичної рятувальної подушки складає пневматичний каркас з прорезиненої зносостійкої тканини, який заповнюється повітрям з

балону або повітряного нагнітача. При цьому пневматична рятувальна подушка розкладається без сторонніх зусиль. Внутрішня камера заповнюється повітрям з оточуючого середовища через розвантажувальні отвори в стінках подушки.

В момент приземлення людини на подушку, повітря через розвантажувальні отвори виходить ззовні з внутрішньої камери. Пневматична рятувальна подушка під дією ваги маси людини деформується (згинається). За рахунок цих факторів гаситься кінетична енергія людини, що падає.

Після того, як людина покидає пневматичну рятувальну подушку пневматичний каркас повертається в вихідне положення, повітря з оточуючого середовища заповнює внутрішню камеру подушки. Пневматична рятувальна подушка готовий до рятування наступної людини. Швидкість евакуації людей за допомогою пневматичної рятувальної подушки залежить від часу, через який врятована людина покине подушку.

В США та країнах Євросоюзу такі подушки є на озброєнні більшості пожежних департаментів, але відсутня достовірна інформація щодо статистики використання таких засобів рятування людей з висоти.

Такі подушки є одним із засобом рятування людей з висоти, який має обмеження щодо його використання.

Виробники подушок накладають обмеження щодо місць встановлення подушок та оточуючого простору (рівна поверхня під і навколо подушки, відсутність сторонніх конструкцій, рослин та інших предметів), технічного обслуговування під час експлуатації та після використання (випробовування та перевірка уповноваженими особами). Необхідно врахувати, що обмеження накладені виробниками будуть значно зменшувати кількість ймовірних місць встановлення подушок навколо будівель та споруд.

Обмеженням щодо застосування подушок є складність здійснення стрибку особою, що рятується, внаслідок боязні висоти, візуального зменшення геометричних розмірів подушки з висоти, наявність доволі жорстких та складних вимог щодо здійснення стрибка (потрапляння в центр подушки, правильне положення тіла у момент попадання на подушку, здійснення стрибка лише по одній особі з певним інтервалом часу), відсутність будь-якого досвіду щодо таких стрибків тощо. Все це становить суттєвий ризик для життя та здоров'я осіб, що рятуються. Для прикладу зауважимо, що горизонтальні розміри подушки, розрахованої на стрибки з висоти 61 метр складають 7,6 x 10,1 метри, яка з такої висоти буде візуально здаватись значно меншою. Особливо необхідно відзначити те, що дані рятувальні засоби є вкрай травмонебезпечними, застосування яких може бути обґрунтовано лише за неможливості проведення екстреної евакуації іншими способами.

Вище викладені обмеження зумовлюють виключну винятковість використання таких подушок, лише у випадках, коли неможливо використовувати штатні засоби рятування з висоти (пожежні драбини,

пожежні автодрабини, пожежні колінчасті автопідіймачі тощо). Відповідно така винятковість використання подушок зумовлює відсутність статистичної інформації щодо їх використання та випадків травматизму під час використання.

Також в Україні дотепер відсутні сертифіковані моделі таких подушок.

З огляду на інструкції по експлуатації даного виду обладнання необхідне проведення спеціального навчання особового складу, що експлуатує даний вид рятувального обладнання.

Вбачається, що правила експлуатації подушок зумовлюють необхідність донести інформацію про правила рятування до осіб, що рятуються.

В Україні відсутня нормативна база щодо використання подушок, і відповідно необхідна розробка регламентуючих документів щодо випадків та порядку використання та експлуатації подушок і, відповідно внесення змін до діючих нормативних документів.

### **Література**

1. Технология и технические средства ведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ: Справочное пособие. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2004, - 232 с.: ил.

2. Наказ від 26.04.2018 р. №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».

3. URL:<https://vetter.de/>

4. URL:<http://s-status.com.ua/ua/>



УДК 614.842

## **РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА УЧАСНИКІВ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ЕКОСИСТЕМАХ НА ТЕРИТОРІЇ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ**

**Сукач Р.Ю.**, кандидат технічних наук,

**Войтович Д.П.**, кандидат технічних наук, доцент,

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

На території України внаслідок техногенної екологічно-гуманітарної катастрофи, що виникла 26 квітня 1986 року на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС). 30-ти кілометрова зона навколо ЧАЕС, що зазнала інтенсивного забруднення довгоживучими радіонуклідами внаслідок аварії отримала назву Чорнобильська зона відчуження (ЧЗВ). Згідно статистичних даних Державного агентства України з управління зоною відчуження за період з 1993 по 2018 рік на території Зони відчуження зафіксовано 1566 пожеж, що охопили 20723,3 га забруднених радіонуклідами площ. Аналіз статистичних даних показує, що пожежні максимуми виникали у 1995, 1999, 2002, 2009 та 2015 роках. В 2019 році було зафіксовано 35 пожеж на площі 167,23 га. Всього за період з 1993 по 2019 рік на території Зони відчуження зафіксовано 1566 пожеж, що охопили територію площею 20723,3 га забруднених радіонуклідами. Згідно зі статистикою найбільшу небезпеку становлять великі пожежі, за період 1993-2019 років зафіксована 121 велика пожежа на території Зони відчуження. Лісові пожежі в Чорнобильській зоні у квітні-травні 2020 року стали наймасштабнішими за весь період спостереження в Зоні відчуження. Гасіння даної пожежі ускладнювалась частою зміною напрямку вітру, відсутністю протипожежних доріг у важкодоступних місцях, куди не могла заїхати техніка, а також радіаційною небезпекою.

В аварійній ситуації, у тому числі при гасінні пожеж у ЧЗВ, пов'язаної з реальним чи потенційним опроміненням людей, основні міжнародні норми безпеки МАГАТЕ, а також національні вимоги до радіаційної безпеки України НРБУ-97 вимагають мінімізації опромінення персоналу, а також забезпечення оцінки дози його опромінення, проведення індивідуального дозиметричного контролю та моніторингу навколишнього середовища. Весь персонал, що працює у ЧЗВ, а також тимчасово залучається у разі пожеж, відноситься до категорії А. При цьому, персонал, що залучається повинен бути однаковою мірою з основним персоналом ЧЗВ забезпечений усіма табельними та спеціальними засобами індивідуального та колективного захисту (спецодягом, засобами захисту органів дихання, очей та відкритої поверхні шкіри, засобами дезактивації тощо), а також системами вимірювання та реєстрації отриманих під час проведення робіт доз опромінення. Персонал, який бере участь у гасінні пожеж у ЧЗВ повинен постійно інформуватися про отримані чи очікувані дози опромінення та відповідні ризики цих доз для здоров'я.

Основним критерієм радіаційної безпеки є не перевищення встановленої межі річної ефективної дози опромінення (межі дози). У відповідно до вимог радіаційної безпеки з метою радіаційного захисту персоналу (категорія А) вводиться межа ефективної дози опромінення в 20 мЗв/рік та еквівалентної дози зовнішнього опромінення кришталика ока (150 мЗв/год), а також шкіри, кистей рук та стоп ніг - 500 мЗв/рік. Організації, які здійснюють гасіння пожеж у ЧЗВ, повинні забезпечити, щоб жоден учасник пожежогасіння не піддавався опроміненню, що перевищує 50 мЗв, крім наведених нижче випадків:

а) з метою порятунку життя;

б) при здійсненні дій, спрямованих на запобігання виникненню серйозних детермінованих ефектів та дій, спрямованих на запобігання виникненню катастрофічних умов, які можуть надати значний вплив на людей та навколишнє середовище або спрямованих на запобігання високої колективної дози опромінення.

Пожежно-рятувальні підрозділи, які здійснюють гасіння пожеж у ЧЗВ, повинні забезпечити працівників, які виконують дії, при яких одержувані дози можуть перевищувати максимальну дозову межу 50 мЗв, робили це добровільно; щоб вони були заздалегідь ясно та всебічно проінформовані про супутні ризики для життя і здоров'я, а також про існуючі захисні заходи і були навчені тим діям, які можуть від них вимагатися тією мірою, якою це можливо. Добровольці обов'язково повинні пройти медичне обстеження, попередню підготовку та дати письмову згоду на участь у гасіння пожеж в ЧЗВ. Державна служба України з надзвичайних ситуацій, яка здійснює пожежогасіння в ЧЗВ повинна вживати всіх заходів для оцінки та реєстрації доз, отриманих учасниками гасіння пожеж, а також надання їм інформації про отримані дози та супутні ризики для здоров'я.

Залучений персонал має бути заздалегідь навчений та проінформований про радіаційну обстановку в місцях проведення робіт, отриманих та можливих (очікуваних) дозах опромінення, у тому числі дозах, які очікуються в результаті інгаляційного надходження радіонуклідів, а також відповідних цим дозам ризики для здоров'я. Персонал має бути забезпечений усіма табельними та спеціальними засобами індивідуальної захисту (ЗІЗ), системами вимірювання та реєстрації отриманих під час проведення робіт доз опромінення. На випадок пожежі у ЧЗВ для роботи рятувальників, включаючи залучений персонал, заздалегідь мають бути створені аварійні запаси:

- дозиметричної та радіометричної апаратури, а також джерел автономного живлення до неї;

- комп'ютеризованих засобів забезпечення індивідуального дозиметричного контролю персоналу, зайнятого на аварійних роботах (засоби автоматизованого збору даних, бази даних, програм розрахунку та планування доз опромінення персоналу, зайнятого на аварійних роботах, інформаційно-довідкових підсистем та т.п.);

- автоматизованих систем аварійного моніторингу, включаючи засоби збору та обробки первинної метеорологічної і дозиметричної інформації, оперативного вимірювання об'ємної активності радіонуклідів та дисперсного складу радіоактивних аерозолів у зоні дихання персоналу, засобів моделювання поширення радіоактивного забруднення у навколишньому середовищі та прогнозування розвитку дозиметричної обстановки на основі наявних даних про щільність радіонуклідного забруднення території та запасів пального матеріалу;

- транспортних засобів та аварійного резерву паливно-мастильних матеріалів;

- засобів індивідуального та колективного захисту, включаючи спецодяг, респіратори та ін;

- засобів зв'язку та управління;

- дезактиваційних засобів та обладнання для дезактивації.

Після ліквідації пожежі в екосистемі в ЧЗВ необхідно :

- всьому особовому складу, що приймав участь в гасінні пожежі, пройти санітарну обробку, вихідний дозиметричний контроль та медичне обстеження в медичному закладі;

- провести дезактивацію та дозиметричний контроль техніки та обладнання, засобів індивідуального захисту органів дихання і зору, одягу, взуття, спорядження та майна на спеціальних обмивальних пунктах.

Радіаційна безпека учасників гасіння пожеж в екосистемах на території ЧЗВ визначає систему заходів, які направлені на створення умов, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності рятувальників та персоналу під час виконання службових обов'язків.

### **Література**

1. Клюс П.П. та ін. Пожежна тактика – Харків: Основа, 1998.
2. Наказ МВС України від 26.04.2018 рік № 340 "Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж".
3. Довідник керівника гасіння пожежі. – К.: УкрНДІ ЦЗ, 2015. – 363 с.
4. Рекомендації щодо гасіння лісових та торф'яних пожеж. . – К.: УкрНДІ ПБ, 2007. – 38 с.
5. Наказ Державного комітету лісового господарства України від 27.12.2004 року № 278 "Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України".
6. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.1997 року № 208 "Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)".
7. <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/index> – Державне агентство лісових ресурсів України.
8. <https://dazv.gov.ua/> – Державне агентство України з управління зоною відчуження.

УДК 614.8

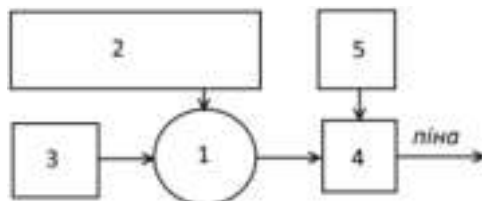
**РОЗШИРЕННЯ ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ****Ковалишин В.В.**, доктор технічних наук, професор**Лозинський Р.Я.**, кандидат технічних наук, доцент,**Войтович Т.М.**, кандидат технічних наук,**Ковалишин Вол.В.**, кандидат технічних наук,**Великий Н.Р.****Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Сьогодні одним із головних завдань, яке стоїть перед Державною службою України з надзвичайних ситуацій, є підвищення ефективності боротьби з пожежами різних класів, зменшення використання вогнегасних речовин та побічного збитку майна під час гасіння пожежі. З метою реалізації вищезазначеного пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС застосовується низка різноманітних видів та типів засобів гасіння пожеж. На жаль, значна частина наявної пожежної техніки та пожежно-технічних засобів в підрозділах морально застаріла або вичерпала свій ресурс. Разом з тим, впровадження в практичну діяльність сучасних видів пожежно-технічних засобів дозволить підвищити ефективність роботи з гасіння пожеж та ліквідації їх наслідків [1]. Одним з таких засобів є системи для генерації та подачі компресійної піни (Compressed air foam system).

Компресійна піна є універсальним засобом пожежогасіння та може застосовуватись для гасіння пожеж класів А та D. Відмінність систем САФ від систем пожежогасіння повітряно-механічною піною є те, що компресійна піна створюється у спеціальних пристроях – пінозмішувачах, шляхом змішування її компонентів. Саме тому рукавами рухається вже готова піна, що має питому вагу, значно меншу за вагу води, тому компресійну піну можна подавати на значні відстані за допомогою звичайних насосів. Особливо це корисно при гасіння будівель підвищеної поверхховості та висотної будівель. Іншою відмінністю газонаповненої піни є її чітка структуризація, завдяки чому в ній практично відсутня рідка фаза, що дає змогу використовувати її для гасіння пожеж класів D. Світові лідери в галузі створення засобів для пожежогасіння виготовляють різні види систем для отримання компресійної піни: автоматичні установки пожежогасіння, мобільні модулі пожежогасіння, змонтовані на пожежних автомобілях системи пожежогасіння [2].

Технологія для генерування компресійної піни вперше була застосована в Данії в 1932 році. Вона використовувалась для гасіння пожеж на кораблях. Ефективність цієї піни була позитивно оцінена, і її почали використовувати у ВМС США в 1944 році. Компресійну піну в даний час використовують для гасіння пожеж класів А, а також на об'єктах, де затоплення водою є небажане і

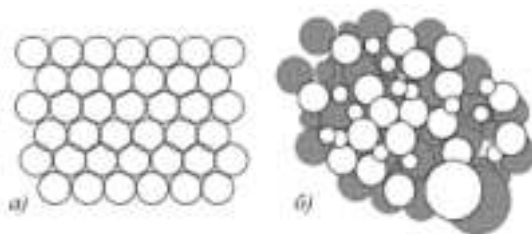
потрібна піна з хорошими властивостями адгезії. Головним недоліком є висока вартість системи утворення компресійної піни. Для прикладу вартість CAFS сягає декілька десятків тисяч доларів США. Тому вони досі не набули суттєвого поширення. На рисунку 1 наведено схему генерування компресійної піни [2].



**Рисунок 1** – Схема отримання газонаповненої піни: 1 – насос; 2 – цистерна для води; 3 – змішувач з піноутворювачем; 4 – пінозмішувач; 5 – компресор (балони зі стисненим повітрям)

Основні переваги компресійної піни:

- менші затрати часу на гасіння пожежі;
- менші витрати води та піноутворювача води (2-5 рази) і піни (5-15 разів);
- можливість подавання піни на велику відстань, а також гасіння електрообладнання;
- газонаповнена піна є високо-структурованою, компактною та складається з великої кількості однорідних одиночних пухирців (рис. 2). Відношення маси до поверхні є сприятливим для інтенсивної теплопередачі, що призводить до значного ефекту охолодження [3];



**Рисунок 2** – Структура газонаповненої (а) та повітряно-механічної піни (б)

Також слід зазначити, що компресійна піна значно легша, а тому, це підвищує маневреність ствольщика, та дозволяє швидше змінити позицію. Окрім цього, при використанні даної піни, за рахунок низького вмісту рідинної фази, зменшуються побічні матеріальні збитки при гасінні пожеж житлових будинків.

Є гіпотеза, що даний вид піни може використовуватись для подавання на поверхню горючої рідини, а також використовуватись для «підшарового» гасіння резервуарів нафти та нафтопродуктів. Використання компресійної піни «підшаровим» способом, як і подачею на поверхню не вивчене в Україні та за її межами, відсутні відповідні нормативні документи. У нашій гіпотезі передбачаємо, що компресійна піна буде швидко покривати поверхню і триматись довгий час на поверхні не руйнуючись, таким чином не давати горючим парам потрапляти в зону горіння., бути екраном між полум'ям та дзеркалом ЛЗР та ГР, охолоджувати нагріті поверхні. Компресійна піна має більшу стійкість ніж звичайна повітряно-механічна піна (ПМП). Для підтвердження або спростування цієї гіпотези у майбутньому будуть проведені дослідження, з гасіння пожеж у резервуарах з ЛЗР та ГР та визначення оптимальних концентрацій вітчизняних піноутворювачів (ПУ) для отримання компресійної піни.

### **Література**

1. Kodryk, A., Nikulin, O., Titenko, O., Kurtov, A., Shakhov, S. (2019). Залежність властивостей компресійної піни від робочих параметрів процесу генерування піни. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, 1(1(7)), 54–63.
2. Kovalyshyn, V., Velykyi, N., Kovalyshyn, V., Voitovych, T., Sorochych, M. (2021). Засоби отримання та перспективи застосування компресійної піни. Пожежна безпека, 39, 94-104.
3. Tytarenko A. (2015). Газонаповнена піна – ефективний засіб пожежогасіння лісових пожеж. Науковий вісник НЛТУ України, 25(9), 246-250.

**УДК 614.84**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ НАДУВНОГО РЯТУВАЛЬНОГО ЗАСОБУ «СОЛОМИНКА»**

**Остапов К.М., кандидат технічних наук, доцент  
Національний університет цивільного захисту України**

Надувний рятувальний засіб «соломинка» відноситься до рятувальних засобів на воді, а саме, до пристроїв для рятування людей, що провалилися під лід шляхом подачі наповненого повітрям пожежного рукава, як штовханням рятувальником з безпечної відстані, так і шляхом паралельного просування до постраждалого самого рятувальника.

Відомий надувний рятувальний пристрій [1], який виконаний для особистого використання, у вигляді подовженої труби з гнучкого матеріалу, що має здуту конфігурацію, та в якій вона утворює рулон і надуту конфігурацію, у вигляді подовженої прямолінійної жорсткої труби для рятувальних цілей, причому рятувальний засіб включає в себе засіб для надування подовженої труби і засіб для її здування, селективно діюче для випуску газу, закриття для труби на кожному кінці, що утворює плоску ділянку, навколо якої утворюється рулон, засоби охоплення біля плоских ділянок для використання рятувальником та постраждалою людиною, при цьому труба у надутому стані має жорсткість, яка забезпечує витримування, принаймні, особистої ваги у повітрі, при утриманні її за один край, а жорсткість і довжина труби у надутому стані діють як пливучий засіб для людини при частковому зануренні одного краю подовженої труби, коли залишена частина труби знаходиться в повітрі над водою.

Загальним недоліком відомого надувного рятувального засобу є ненадійність і недостатня ефективність проведення рятувальних робіт - конструкція може виявитися недостатньо жорсткою, що не забезпечує виконання вимог техніки безпеки.

Надувний рятувальний засіб "Соломинка" [2], що складається з рами, з поперечками і вертикальною планкою, в якості рами і планки узяті, наприклад, пожежна штурмова драбина, з крюком, подовженої прямолінійної гнучкої труби, наприклад, пожежного рукава, довжиною 20 м, із з'єднувальними головками, які закривають заглушками, скріплюючих елементів, у вигляді пожежних поясних ременів, хомутів, у вигляді пожежних карабінів, перехідного пристрою, виконаного з регулюючих кранів, який, з одного боку з'єднаний з трубою, через з'єднувальну головку, а з другого - через трубопровід, з балонами апарату стиснутого газу, чохла для планки (крюка драбини), що виконаний з відрізка гнучкої труби.

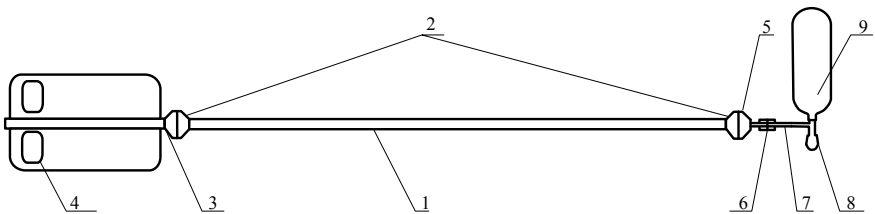
Недоліком пристрою є складність конструкції, велика трудомісткість в експлуатації та від'ємна плавучість, при використанні в якості рами і планки пожежної штурмової драбини, а також недостатня жорсткість конструкції.

В основу удосконалення надувного рятувального засобу «соломинка» поставлено завдання вдосконалення конструкції надувного рятувального засобу для підвищення рівня безпеки рятувальників, скорочення часу робіт під час його застосування та можливості використання на відкритій воді.

Поставлена задача вирішується тим, що у надувному рятувальному засобі, заглушка, що направлена до постраждалого має плавник керування з чотирма ребрами та ручками, для охоплення постраждалим, пожежний рукав використовується на його повну довжину з набуттям необхідної жорсткості та плавучості.

Це дозволяє підвищити ефективність проведення рятувальних робіт на воді, шляхом спрощення конструкції надувного рятувального засобу, запобіганням його потопленню, можливістю здійснювати керування рятувальним засобом для направлення його постраждалому по поверхні льоду та на відкритій воді, зменшенням працевтрат та скороченням часу робіт при його застосуванні.

На рис.1 зображено рятувальний засіб, що запропонована з комплектуючими його елементами: гнучка труба 1, наприклад, пожежний рукав, довжиною 20 м, із з'єднувальними головками 2, заглушка з плавником керування 3, який має чотири ребра з ручками 4, заглушка 5, перехідний пристрій 6, який, з одного боку з'єднаний з трубою 1, через заглушку 5, а з другого-через трубопровід 7,кран подачі повітря 8 апарату стиснутого повітря 9.



**Рисунок 1** – Керований надувний рятувальний засіб

Пристрій працює наступним чином. Розгортають на повну довжину гнучку трубу 1, закривають з'єднувальні головки 2 заголовками 3 та 5, до заголовки 5 приєднують перехідний пристрій 6 і, через трубопровід 7, з'єднують його з апарату стиснутого повітря 9. Перед застосуванням пристрою, трубу 1 заповнюють стиснутим повітрям, відкриваючи кран подачі повітря 8, до отримання нею жорсткого стану. Після завершення



складання і підготовки пристрою до роботи, рятівник, узявшись за гнучку трубу 1 біля заглушку 5, обертає навколо своєї осі гнучку трубу 1 використовуючи як "лопаткове колесо" заглушку з плавником керування 3 спрямовуючи та проштовхуючи пристрій у напрямку потерпілого, даючи можливість йому ухопитися за ребра з ручками 4 у заглушці з плавником керування 3 і допомагає йому вибратися з полонки, при цьому рятівник знаходиться на безпечній відстані від полонки.

Таким чином, запропонована конструкція керованого надувного рятувального засобу містить заглушку з плавником керування та чотири ребрами з ручками, яка дозволяє підвищити ефективність проведення рятувальних робіт. Запропонований пристрій дозволить застосовувати його при рятуванні потерпілих на льоду водоймищ, є недорогий, ефективний та безпечний для рятівника пристрій, який не потребує великих витрат, простий у виготовленні і застосуванні, має невеликі габарити і вагу, для його складання можна використовувати пожежно-технічне обладнання будь-якої пожежної-рятувальної частини.

### **Література**

1. Пат. 2191133 Российская Федерация, МПК В 63 С 9/00. Надувное спасательное средство / МАК-НЕЙМИ Джон Боуден; заявитель и патентовладелец ФЛЮБ ПТИ ЛТД. – № 96124492/28; заяв. 29.05.95; публ. 20.10.2002, Бюл. №29.

2. Пат. 5496 Україна, МПК В 63 С 9/00. Надувний рятувальний засіб "Соломинка" / Кучерук В.О.; заявник та патентовласник Кучерук В.О.. – № u20040604915; заяв. 21.06.2004; публ. 15.03.2005, Бюл. №3.

3. Пат. 151100 Україна, МПК В 63 С 9/01. Керований надувний рятувальний засіб / НУЦЗ України; НУЦЗ України – № u202200205; заяв. 17.01.2022; публ. 02.06.2022, Бюл. №22.

## ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

УДК 614.0.06, 535.243.25

### METHOD OF REMOTE MONITORING OF THE ATMOSPHERE

**Kovalev O.O.**, Ph.D., Associate Professor,  
**Baranovsky Y.M.**, cadet  
**National University of Civil Defence of Ukraine**

The techno level of the modern world causes an increase in contingencies leading to industrial accidents and disasters, which in many cases are accompanied by emissions of harmful substances polluting the atmosphere. This poses a significant threat to the population, territories and the environment. Based on these positions, the development of methods for operational monitoring of the state of the atmosphere in emergency situations using remote gas analysis methods is an urgent problem in the field of civil protection.

An analysis of methods for the remote determination of substances in the atmosphere established that the leading position is occupied by optical methods for monitoring the composition of the atmosphere, which include recording and subsequent analysis of electromagnetic radiation from the object of study [1]. To control the composition of the atmosphere in emergency situations, the most rational use of the Fourier transform spectrometric complex (FSF).

To solve the problems of remote sensing of the atmosphere, a number of manufacturers have developed mobile Fourier spectrometers. The designs of Fourier spectroscopic systems are described in [1–3]. Most of them are equipped with a single-element photodetector and a manual guidance system on the object of study. Among such models, it should be noted the products of Midac ([www.midac.com](http://www.midac.com)) and EDO corporation ([www.nycedo.com](http://www.nycedo.com)), the spectral resolution of which reaches 0.15 cm<sup>-1</sup> in the working range of 7–40 mm, the minimum detectable concentrations at the presence of an external IR illumination source of 0.1-15 ppb. The second generation of mobile Fourier spectroradiometers include the similar products MR100 and MR200 from Bomem ([www.bomem.com](http://www.bomem.com)) and K300 from Kayser ([www.kayser.it](http://www.kayser.it)). Models of the MR series provide a spectral resolution of 0.2 32 cm<sup>-1</sup>, a scanning speed of 2-100 spectra / s in the spectral range of 2 to 15 microns.

Recommended measurement path lengths for active methods are 5-500 m. Currently, more technically advanced models of Fourier spectroradiometers, initially oriented to passive operation, have also appeared. These are the developments of the companies “Bomem” (model CATSI), “Bruker” (model OPAG22), “Blocking Engineering” (models Model 100, Model 500 and Block I-Spec). Models MCAD and PORTHOS are fully automated systems and are designed to operate in the range of 7-14 microns in order to identify toxic substances and industrial ecotoxins in the atmosphere with a range of 0.1-5 km.

Thus, the main fields of application of Fourier spectrometers / radiometers (FSR) can be formulated:

1. Identification of substances from a remote position, which is necessary for the detection of toxic and poisonous compounds, environmental monitoring of industrial enterprises, compliance with labor protection conditions [3], etc. In these cases, medium resolution spectra are recorded (usually units  $\text{cm}^{-1}$ ) and it is meant to carry out an express analysis of substances in an extremely short time, where the main task is identification with a lack of information about the surrounding meteorological situation. These analysis procedures are almost completely automated.

2. Identification of substances under conditions of elevated temperatures and pressures, as well as in rapidly changing conditions where it is fundamentally impossible to carry out analysis by sampling. For example, in the framework of the AEROTEST and AEROJET FSR projects, systems are used to analyze greenhouse, toxic, and ozone-depleting substances in aircraft gas turbine exhausts. Such information is used for subsequent refinement of engines for the complete combustion of fuel and for the development of environmental standards.

3. Visualization of a cloud of gas or aerosol in the atmosphere [3]. Such systems work as quick response systems for the release of substances and aerosols into the atmosphere and allow both to warn of the release of substances and to localize the cloud. In this case, it is advisable to use panoramic FSR.

4. Determination of the temperature of the gas mixture from a remote position. For example, in [6], spectral regions were considered where it is a priori known that the substance is in a state of saturation for these conditions, for example, the R branch in the  $\text{CO}_2$  emission spectrum in the range of  $2390 \text{ cm}^{-1}$ . The approximation of the spectrum by the Planck function allows you to restore the temperature of the mixture. In [6], an algorithm is presented for reconstructing the temperature of the atmosphere from a spectroradiometer located on a satellite with an error of 10 per kilometer layer, even with significant cloud cover of the Earth's surface.

5. A detailed chemical analysis of the composition of the atmosphere and observation of changes in atmospheric components, such as ozone or greenhouse gases. For this, high-resolution spectra and line-by-line algorithms are used with meteorological information, for example, from probes [1-3]. In some cases, this

procedure is preliminary for calculating the background spectrum and extracting the spectrum of the analyte. In any case, such procedures require the collection of a large amount of initial information, highly qualified researcher and significant time and computational costs.

6. Restoring the characteristics of the atmosphere, oceans and underlying surface from space (temperature profiles, humidity profiles, ozone content, underlying surface temperature, cloud cover fraction, etc.) to simulate the dynamics of the behavior of the Earth as a system, isolating and assessing the main factors determining its modern behavior, as well as predicting the characteristics of the system for different periods in different regions. In 1999 under the (EOS) / NASA program, the Terra satellite, carrying five spectroradiometers, was launched into orbit. The studied objects and measured characteristics are described in the source. Characteristic restoration algorithms are given in [7]. In the Russian Federation, to solve the problems of satellite monitoring of the Earth's atmosphere and the oceans, the IKFS-2 Fourier spectrometer located on the Meteor-M satellite is used.

An analysis of spectroscopic databases and spectroscopic program complexes showed that existing compilations of spectroscopic databases contain the most complete spectra and identification of vibrational-rotational transitions of molecules that form the basis of a standard atmosphere [1]. The most informative are two databases that are developed almost simultaneously in the United States and France: HITRAN (<http://www.cfa.harvard.edu>), GEISA (<http://ara.lmd.polytechnique.fr>).

### **Conclusions:**

1. Currently, there is not a single implemented method and method in the world for non-sampling analysis of substances in an open atmosphere for the needs of fire and rescue units, while non-sampling methods for spectral analysis of substances in an open atmosphere are extremely popular and have significant potential for use by fire and rescue services as in Ukraine and in the world.

2. Subject to the development of appropriate mathematical methods for processing and interpreting experimental information obtained by Fourier spectrometers, the use of modern mini-computers will allow to obtain results in real time. Moreover, thanks to the growth of computing power and the miniaturization of modern computers, it became possible to conduct a non-sampling analysis of substances in an open atmosphere in the field.

### **References**

1. Scanning Fourier transform spectrometer in the visible range based on birefringent wedges / Aurelio Oriana, Julien Réhault, Fabrizio Preda, Dario Polli, and Giulio Cerullo / Journal of the Optical Society of America / 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 1, and Robert T. Menzies / Remote Sens. 2019, 11(7), pp. 742

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

УДК 796.01/09

**АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ ЧАСОВИХ ПОКАЗНИКІВ ВИКОНАННЯ  
НАВЧАЛЬНОЇ ВПРАВИ «НАЙСИЛЬНІШИЙ  
ПОЖЕЖНИЙ-РЯТУВАЛЬНИК»**

**Ковальчук А.М.**, кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент.  
**Антошків Ю.М.**, кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент  
**Петренко А.М.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

У зв'язку з підвищенням вимогливості до стану рівня спеціальної фізичної підготовки атестованого складу підрозділів ДСНС України ми переглянули та узагальнили систему оцінки рівня фізичної підготовленості та нормативів виконання навчальних вправ з спеціальної фізичної підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту. Авторським колективом надано пропозиції щодо оптимізації системи оцінювання рівня фізичної підготовленості працівників підрозділів ДСНС України та підвищити якість оцінювання розвитку рухових навичок та рухових якостей для особового складу підрозділів оперативна-рятувальної служби цивільного захисту України.

До опису виконання нормативів виконання навчальних вправ з фізичної підготовки для особового складу підрозділів оперативна-рятувальної служби цивільного захисту долучались значна частина науковців [1, 3, 4]

На виконання пункту протокольного доручення заступника Голови ДСНС України стосовно впровадження в Україні нового виду спорту «Найсильніший пожежний-рятувальник» від 26 липня 2022 року нами підготовлено обґрунтований аналіз щодо відповідності часових показників виконання навчальної вправи «Найсильніший пожежний-рятувальник» з урахуванням фізіологічних особливостей та реакції організму людини на навантаження, відповідно до медико-вікових груп, для включення зазначеної вправи до Нормативів.

Відповідно до Протокольного доручення у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності (ЛДУБЖД) та Головному управлінні ДСНС України у Львівській області було створено робочі групи під загальним керівництвом працівників кафедри спеціально-рятувальної підготовки та фізичного виховання навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД.

Курсанти та практичні працівники виконують тестування у захисному спорядженні: спеціальний одяг пожежника (куртка, штани), пожежна каска, рукавиці пожежного, взуття (чоботи з високим берцем), засобах індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД), допускається

використовувати ЗІЗОД лише тих марок виробників, які прийняті на озброєння підрозділами ДСНС України. Мінімальна вага ЗІЗОД – 10,5 кг [2]. Норматив «Найсильніший пожежний-рятувальник» включає в себе 4 етапи: Етап № 1 «Підйом рукавної скатки, підйом та спуск з 4 поверху вежі». Учасник повинен підняти рукавну лінію по сходових маршах на майданчик 4-го поверху навчальної вежі, підняти на верх рукавну скатку вагою 19 кг і укласти її в контейнер, після чого спускається до основи навчальної вежі. Етап № 2 «Силовий тренажер «Кайзер». Учасник ударами кувалди вагою 4 кг повинен перемістити «балку» вагою 73 кг на відстань 1,5 метра. Після переміщення балки кувалду необхідно покласти в позначений квадрат біля тренажера будь-якою її частиною. Етап № 3 «Прокладення робочої лінії і подання ствола на заливку мішені». Учасник повинен здолати дистанцію 42,6 м (слалом, біг зигзагами), не пропускаючи і не збиваючи фішки (у тому числі мішень). Далі учасник повинен підняти ствол, приєднаний до рукавної лінії (діаметр 51 мм), і протягнути його по прямій лінії на відстань 22,8 м. Як тільки ствол проходить дверцята, учасник може подати струмінь води у напрямку мішені. Ствол не може бути відкритий раніше за відкриття дверей. Після збиття контрольного кола мішені ствол повністю перекривається та залишається на доріжці у будь-якому місці за смугою дверцят. Рукавна лінія складається з двох рукавів, діаметром 51 мм, та заповнюється водою під тиском 4 атм. Етап № 4 «Перенесення потерпілого». Учаснику необхідно підняти манекен (вагою 80 кг/для дівчат 40 кг) одним із дозволених способів і протягнути його спиною вперед до фінішної лінії на відстань 30 м.

Для визначення відповідності часових показників спеціальної витривалості серед курсантів Львівського державного університету безпеки життєдіяльності у виконанні вправи «Найсильніший пожежний-рятувальник» і були залучені курсанти 2, 3 та 4 років навчання (чоловіки та жінки). Загальна чисельність протестованих склала 88 осіб. З них чоловіки II курсу – 20 осіб, чоловіки III курсу – 20 осіб, чоловіки IV курсу – 30 осіб, жінки II курсу – 8 осіб, жінки III курсу – 5 осіб та жінки IV курсу – 5 осіб.

Перед виконанням нормативу медичним працівником було визначено Індекс Кетле (співвідношення маси людини та її зросту), проведено виміри частоти серцевих скорочень (ЧСС) та виміри артеріального тиску (АТ). Далі курсанти виконували навчальну вправу на спеціальну витривалість згідно опису виконання вправи. Після чого знову проводилося вимірювання ЧСС та АТ (таблиця 1). Із загальної вибірки протестованих 86 осіб вклалися в часові обмеження, що складає понад 97 %.

Для визначення відповідності часових показників спеціальної витривалості серед практичних працівників особового складу Головного управління ДСНС у Львівській області у виконанні вправи «Найсильніший пожежний-рятувальник» був залучений особовий склад

підпорядкованих підрозділів, а саме: чоловіки з першої по шосту медико-вікової групи та жінки з першої по четверту медико-вікової групи. Загальна чисельність протестованих склала 38 осіб. З них чоловіки з кожної МВГ по 5 осіб та жінки з кожної МВГ по 2 особи. Перед виконанням нормативу медичним працівником було визначено Індекс Кетле (співвідношення маси людини та її зросту), проведено виміри частоти серцевих скорочень (ЧСС) та виміри артеріального тиску (АТ). Далі особовий склад виконував навчальну вправу на спеціальну витривалість згідно опису виконання вправи. Після чого знову проводилося вимірювання ЧСС та АТ. Із загальної вибірки протестованих 28 осіб вклалися в часові обмеження, що складає 73,7 %. Слід зазначити, що з особового складу 6 (шостої) МВГ четверо з п'яти осіб не склали норматив.

На підставі аналізу отриманих результатів та реакції організму на навантаження серед курсантів Львівського державного університету безпеки життєдіяльності робоча група Львівського державного університету безпеки життєдіяльності дійшла висновку, що часові межі відповідають запропонованим часовим вимогам згідно запропонованих вимог для курсантів та студентів вищих навчальних закладів системи ДСНС України. На підставі аналізу отриманих результатів та реакції організму на навантаження робоча група ГУ ДСНС України у Львівській області дійшла висновку, що часові межі відповідають запропонованим часовим вимогам (для особового складу ОРС ЦЗ), окрім 6 (шостої) МВГ тому, пропонуємо виключити виконання нормативу «Найсильніший пожежний-рятувальник» для осіб 6 (шостої) МВГ у чоловіків.

### **Література**

1. Антошків Ю. М. Професійно-прикладна фізична підготовка курсантів вищих навчальних закладів МНС України: Навчально-методичний посібник / Антошків Ю. М., Ковальчук А. М. - Л., ЛДУ БЖД. 2008. – 74 с.
2. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Firefighter%27s\\_Combat\\_Challenge](https://en.wikipedia.org/wiki/Firefighter%27s_Combat_Challenge)
3. Ковальчук А.М. Виконання навчальних вправ з фізичної та рятувальної підготовки / А.М. Ковальчук, А.М. Петренко, Ю. М. Антошків, Д. В. Смоляк – Львів: рекомендацій – 2020. – 92 с.
4. Рагушний Р. Т. Фізичне виховання курсантів навчальних закладів МНС України упродовж дня / Р. Т. Рагушний, В. В. Кошеленко, А. М. Ковальчук, Ю. М. Антошків – Львів: Навчально-методичний посібник – 2011. – 140 с.



УДК 628.33.

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ПІДТЕРИКОНОВИХ ВОД**

**Федів І.С.,**

**Конанець Р.М.,**

**Степова К.В.,** кандидат технічних наук, доцент

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Шкідливий вплив важких металів, як забрудників навколишнього середовища, немає аналогів у довкіллі, адже, взаємодіючи з компонентами природи, їхні іони утворюють такі небезпечні компоненти, які володіють синергетичними якостями. Свинець, ртуть і кадмій серед важких металів вважають одні з найнебезпечніших. Загрозу також несе добування руд та корисних копалин, оскільки понад 35 елементів попадає у навколишнє середовище. У водних середовищах, які утворюються у вигляді підтериконових вод метали та нові суміші розповсюджуються та утворюють різні небезпечні сполуки.

Під час модернізації, удосконалення та впровадження сучасних рішень у методах із очищення стічних та підтерикованих вод в цілому, вдається зробити метод більш економічно вигідним та дієвим. Так, модифікуючи методи очищення вод, одна зі світових проблем, як забруднення гідросфери в загальному, рухається до її вирішення. Також, впроваджуючи технології у виробництві, забруднені води не тільки будуть очищатись, а на етапі їх утворення буде можливість оптимізації процесу і завдяки технології зразу знизити до допустимого забруднення води [1].

Для очищення підтериконових вод використовують різноманітні технології, та їх використання залежать від виду включень та характеру очищення. Головні методи очищення можна розділити на такі групи: активне і пасивне очищення. До пасивних методів відносимо адсорбція та відстоювання, активними вважаємо ті, де потрібно застосовувати енергію та додавання хімічних реактивів. Ці групи зі свого боку поділяються на більш вузькі ланки тому, далі проаналізуємо детальніше новітні методи.

У продовж багатьох років здебільшого використовується зворотній осмос, цей метод вдало використовується від таких забрудників: важкі метали, віруси, бактерії, метали на рівні залишків, очистка від яких здійснюється до 99,8% [2]. В останні роки мембранні технології із застосуванням зворотного осмосу використовують і у промислових масштабах очистки, відтак очищенню підлягають і підтерикові води, слід зазначити, що дієвість методу цього, без сумніву, може очистити шахтні води до умовно питної води [3].

Серед основних забрудників, які видаляються з вод із використанням біологічних методів, є фосфати та нітрати. Метод базується на поетапному видаленню поступово тих чи інших сполук. Питанням покращення біологічної очистки дослідники займаються на постійній основі, тому виділяють важливий момент це потрібність доочистки забруднених вод, адже навіть пройшовши всі етапи не виходить дістати необхідний степінь очистки, так наприклад при використанні біологічних методів для очищення від ванадію було досліджено, що він практично не розкладається в утворених умовах, тому цей метод очистки не є універсальним, але за собою залишає те, що є достатньо складним для впровадження та не економічно вигідним [4].

Для підтериконових, стічних та інших вод, які забруднені в технічних процесах застосовуються хімічні методи очистки. Їх впровадження передбачає використання хімічних реагентів, та у процесі поступове осадження твердих частинок від забруднених вод. Варто зазначити, що процес флоатації у більшості випадків поєднується з процесом хімічної очистки, під час цього утворені бульбашки поєднуються з киснем та відокремлюються від рідини. Але максимальна доцільність використання методу досягається тільки при доочищенні або при хімічному очищенні в поєднанні з біосорбцією. Недоліком такого поєднання є затрати на впровадження, великі території, де проходить процес та утворення осаду із подальшою проблемою його утилізації. [5].

Метод іонообміну використовується для очищення від іонних забруднень у стічних, промислових та підземних водах. Цей процес включає застосування катіонів, аніонів та іонообмінних мембран, які притягують на себе і видаляють забрудники. Проблема даного методу полягає у тому, що присутність біологічних та інших забрудників не дозволяються використовувати іонообмін, а як відомо, здебільшого всі забруднені води містять у собі різні полютанти, тому використання не може бути універсальним та підходити до всіх вод.

Забруднення вод важкими металами не йде на зменшення, тому впливає, що методи очистки та сучасні технології повинні, в першу чергу, включати той пункт, щоб зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище. Зважаючи на стандарти, а саме враховуючи, що очистка вод полягає у досягненні допустимої концентрації забрудників, ймовірно впровадити використовуючи природні адсорбенти. У роботі авторів [6] було зазначено асорбційні характеристики природних цеолітів і встановлено, що адсорбція є новітнім і прогресивним методом, оскільки він нескладний, швидкісний, надійний та економічний [7]. Протягом останніх років було досліджено, що природні цеоліти є ефективними для усунення забруднення, найбільшим чином іонів важких металів. Цеоліти це гідратовані алюмосилікати лужноземельних металів, які утворюють мікропористі

структурні групи мінералів, що складаються з  $\text{SiO}_4$  та  $\text{AlO}_4$  на основі тетраедрів, що спричиняють явища просторової взаємодії [6].

Для відокремлення заліза із промислових забруднених вод з різними відсотками видалення, було отримано наступний результат:

- екстракція – 80 % очищення;
- фільтрація активованим вугіллям – 75–90 %;
- адсорбційне окислення – 84–92 %;
- електрокоагуляція – 95–99 %;
- підземний метод вилучення заліза - > 50 %;
- гранульований фільтр -80–90 %;
- іонообмін – 90%;
- окислення/фільтрація – 80–90 % [8].

Враховуючи вищевказані дані, варто зазначити, що у співвідношенні ціна та якість, найефективнішим методом очистки вод є адсорбція. Доцільно зазначити, що метод також виділяється за рахунок економічності та оптимальності, але якість очищення є кращою при модифікації сорбентів.

Цеоліти – це розповсюджені мінерали, які використовують у різних хімічних процесах та промисловості. Вони містять унікальні структурні особливості пор, яким характерна неординарна щільність, що показує хороші якості у ефективності очистки розчинів від забрудників [9]. Властивості цеолітових мінералів дають змогу розширювати та змінювати адсорбційні характеристики при використанні процесів модифікації, що значно покращують ефективність очищення, що дозволяє сорбувати на собі не одну забруднюючу речовину [10]. Порівнюючи з іншими наноматеріалами, цеоліти переважають у тому, що вони поширені та доступні [11].

Цеоліти можна зустріти на території по усьому світі, саме місце розташування дає їм деякі властивості, але головним є те, що вони є гідратованими алюмосилкатами лужних ( $\text{K}^+$  та  $\text{Na}^+$ ) та лужноземельних ( $\text{Mg}^{2+}$  та  $\text{Ca}^{2+}$ ) елементів. Утворення цеолітів природних здійснюється за впливу високої температури, тиску і мільйонів років, що впливає на осаджені шари вулканічного попелу та відбуваються хімічні та фізичні зміни порід. Застосування цеоліту починається у 50-тих роках 20-го віку, коли цей мінерал став повністю досліджений. Кліноптіліт належить до цеолітної групи мінералів. Мінерал складається з трьохвимірної решітки, кремнекислих солей, що поєднані киснем, атомами алюмінію заміщена частина кремнієвих атомів, у наслідок створюється значна кількість пор, що об'єднуються між собою та використовуються для поглинання молекул води або катіонів металів. Об'єм пор приблизно складає від 24 до 32 %. Використовують кліноптіліт не тільки у промисловості як ефективний матеріал для воодоочистки, а і також у сільському господарстві, будівництві, тваринництві. Розглядаючи питання матеріалу, слід зазначити, що враховуючи свою структуру, яка складається з каналів та пор, кліноптіліт максимально приданий до іонообміну і

адсорбції, що є однією з найосновніших якостей у дослідженнях очистки вод від металів. Варто зауважити, що саме співвідношення Si/Al, розмір пор, висока селективність, адсорбційна здатність та висока питома площа поверхні, відіграє основну роль у результативності матеріалу. У разі, коли співвідношення Si/Al менше цеоліти показують вищу сорбційну ємність, адже катіонні центри створюються завдяки саме алюмінію. Дослідженнями авторів було встановлено, що присутність кремнезему покращує іонообмінні властивості. Отже, катіонообмінна ємність цеолітів більша за рахунок меншого співвідношення Si/Al, адже, чим більше структура містить алюмінію, тим більше активних катіонних центрів. Цеоліти із великими і середніми порами більше ефективні для адсорбції використання та застосування у каталізі. Природні кліноптилоліти демонструють високу результативність у очищенні стічних та підтериконових вод [12]

### Література

1. Opeyemi A. Oyewo, Oluranti Agboola, Maurice S. Onyango, Patricia Popoola, Mkgadi F. Bobape. Current methods for the remediation of acid mine drainage including continuous removal of metals from wastewater and mine dump. *Bio-Geotechnologies for Mine Site Rehabilitation*. 2018. P. 103–114.
2. Anil KP, Syed SHR, Ana Maria S. *Handbook of Membrane Separations: Chemical, Pharmaceutical, Food and Biotechnological Applications* : London, New York:2013. URL:repository.umpalembang.ac.id/id/eprint/9141/1/Handbook%20of%20Membrane%20Separations.pdf
3. Atkinson S. Reverse osmosis makes mine-water drinkable. *Membr Technol*. 1997. P. 7–10.
4. Jianying H., Tao L., Yimin Z., Pengcheng H. Internal coordination of vanadium industrial waste—Preparation of hydroxyapatite and fluorine wastewater purification. *Journal of Water Process Engineering* 2022. P. 103041.
5. Park SM, Shin SY, Yang JS, Ji SW, Baek K. Selective recovery of dissolved metals from mine drainage using electrochemical reactions. *Electrochim Acta*. 2015. Vol. 181 P. 248–254.
6. Amir Hossein Salimia, Ali Shamshirib, Ehsan Jaberib, Hossein Bonakdaric, Azam Akhbarid. Total iron removal from aqueous solution by using modified Clinoptilolite. *Ain Shams Engineering Journal*. 2021. Part of ISSN: 2090-4479.
7. Vafaeifard M, Lee G, Akib S, Ibrahim S, Yoon Y, Jang M. Facile and economic one-pot synthesis of rigid functional-polyurethane for the effective treatment of heavy metal-contaminated urban storm water run-off. *Desalin Water Treat* .2016. Vol. 57 (54) P. 26114-26129. DOI: <https://doi.org/10.1080/19443994.2016.1164082>.

8. Chaturvedi S, Dave PN. Removal of iron for safe drinking water. *Desalination*. 2012. Vol. 303. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2012.07.003>

9. Liu R, Lal R. Nanoenhanced materials for reclamation of mine lands another degraded soils: a review. *J Nanotech*. 2012. P. 1–17.

10. Inglezakis LV, Grigoropoulou H. Effects of operating conditions on the removal of heavy metals by zeolite in fixed bed reactors. *J Hazard Mater*. 2004. Vol. 112. P. 37–43.

11. Eyde TH. Zeolites, *Minerals Eng*. 2010. P. 62–86.

12. H. Kazemian, K. Gedikb and I. Imamoglu, In *Natural Zeollites* Bentham. *Science Publishers*. 2012. P. 473–508.

УДК 004.9:614.8

## ЕФЕКТИВНІСТЬ CRUISE-КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЮ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЮ ТЕХНІКОЮ

Гащук Л.П.,

Гащук П.М., доктор технічних наук, професор,

Домінік А.М., кандидат технічних наук, доцент,

Сичевський М.І.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

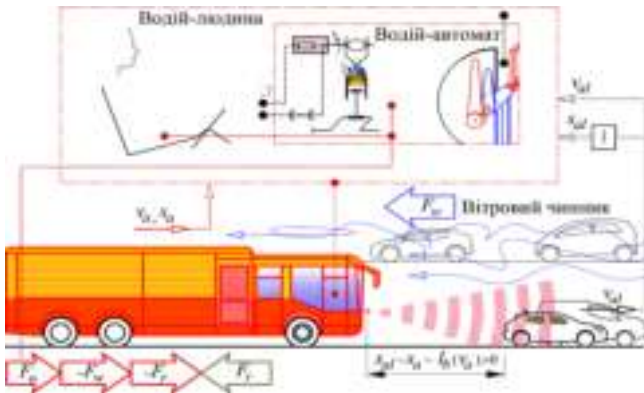
Від часу винайдення Ральфом Тітором (Ralph Teetor, 1950 рік) автомобільний круїз-контроль зазнав низки істотних метаморфоз. Спочатку — це особливий пристрій, покликаний забезпечити вишуканий рівень комфорту на об'їзді автомобіля вищого класу. Згодом — технічний засіб узгодженого підвищення як комфортабельності, так безпеки окремих автомобілів, призначених для загалу. Потім на нього звернули увагу як на регулятор швидкості руху автомобіля за аналогією із всережимним регулятором частоти обертання вала дизельного двигуна. З часом з'явилися підстави пропагувати ідею, що усталені режими руху машини та роботи її агрегатів сприяють енергоощадності, екологічності, довговічності. Далі круїз-контроль зажив собі репутацію важливого елемента системи безпілотного керування автомобілем.

Але систему cruise-керування є сенс беззастережно перенести також і на об'їзд аварійно-рятувального автомобіля, усвідомлюючи те, що раніше чи пізніше розвиток технології розумної інфраструктури розумного міста (smart-city) затребує відповідно розумні можливості доправляти рятувальні засоби до місць загроз. Сучасний круїз-контроль функціонує, по суті, так само, як і на Chrysler Imperial 1958 року. Наочно відбиває в собі загальну ідею круїз-контролю, приміром, так звана система Electro-Cruise.



Рисунок 1 — Силві чинники, що формують опір дороги пересуванню автомобіля

Дорожнє полотно — це складна просторова поверхня, у взаємодії з якою мобільна машина зазнає опору рухові, який умовно можна поділити на адитивні складові: дорожній макропрофільний опір у поздовжньому напрямі; дорожній макропрофільний опір, який виникає унаслідок взаємодії мобільної машини з поперечним схилом дороги; опір, який виникає унаслідок здійснення машиною повороту на звивистій трасі; мікропрофільний опір коченню коліс (унаслідок дії нерівності поверхні дорожнього покриття). Позначатимемо силу сумарного дорожнього опору через  $F_r$  (рис. 2). Поряд з нею за релевантний чинник доведеться брати ще й силу опору рухомого повітря  $F_w$ .



**Рисунок 2** — Загальна схема cruise-керування аварійно-рятувальним автомобілем

Радар (сонар, відео-пристрій) системи круїз-керування (чи водій за допомогою зорового апарату) визначає відстань між аварійно-рятувальною (суб'єктною) машиною і автомобілем (об'єктною машиною), що потенційно може стати лідером-перешкодою у напрямі руху. Цю відстань можна розглядати як різницю між поточними шляхами і, що їх долають до миті об'єктна і суб'єктна машини. Вона має перевищувати певний безпечний рівень, залежний, в ідеалі, принаймні від швидкості «суб'єкта», а краще — ще й від швидкості «об'єкта».

Енергоощадність безпосередньо вимірюють, звісно, витратою пального (чи іншого енергоносія) за певними правилами, за заздалегідь окреслених дорожніх умов та за допустимої кон'юнктури. Зрозуміло, між роботою тягової сили і витратою пального (чи іншого енергоносія) існує певна, хоча й не строго однозначна, монотонна взаємовідповідність. Оперування саме роботою тягової сили істотно спрощує аналіз ефективності програм руху транспортного засобу, а отримувані висновки робить доволі універсальними, оскільки до уваги не

беруться доволі складні властивості тягової системи транспортної машини. Тут частина тягової сили, що протиставляється інерції машини.

Також вітер як таке собі — дуже «реальне», дуже «природне» — збурення «не визнає» енергоощадною програму усталеного руху автомобіля. «Руйнується» зазначений принцип енергоощадності й унаслідок систематичної появи автомобіля-лідера в насиченому транспортному потоці. Тож дослідження ефективності cruise-керування в реальних дорожніх умовах і за наближеними до реальності сценаріями не завжди дає логікою вивірену й об'єктивну інформацію про енергоефективність власне cruise-керування. Слід зазначити, що вітрові потоки загалом завжди негативно позначаються на енерговитратності автомобілів в транспортних потоках, незалежно від того, яким чином ці транспортні та вітрові потоки сформувались (не буває так, щоб вітер в середньому енергетично сприяв транспортним потокам). Тому сьогодні доречно висувати вимоги вітрозахищеності транспортної інфраструктури.

Сприйняття й розуміння внеску в енергоощадність цілком змінюється, якщо збагнути, що необхідно брати до уваги й енергозатрати власне водія, пов'язуючи їх як завгодно з безпечністю: подолання наслідків однієї небезпек, що таки зреалізувалася, завжди є істотно витратним (зокрема, й енерговитратним) процесом. Отож загалом хоч так, хоч так режими cruise-керування є бажаними і загалом ефективними. До того ж, залучення послуг cruise-системи — це не просто автоматизація автомобіля, а крок до інтелектуальної автоматизації трафіку.

### Література

1. Jia D., Lu K., Wang J., Zhang X., Shen X. A survey on platoonbased vehicular cyber-physical systems // IEEE Communication Surveys and Tutorials. — 2016. — Vol. 18(1). — P. 263—284.

DOI: 10.1109/COMST.2015.2410831

2. Mamouei M. H., Kaparias I., Halikias G. A framework for user- and system-oriented optimisation of fuel efficiency and traffic flow in Adaptive Cruise Control//Transportation Research Part C:Emerging Technologies.2018.Vol.92.P. 27-41.

DOI:10.1016/J.TRC.2018.02.002

3. Гашук П. М., Сичевський М. І., Домінік А. М. Про зміст поняття «Коефіцієнт корисної дії автомобіля» // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Львів, 2016. — № 14. — С. 152—175.



УДК 614.843/083

## **ВИКОРИСТАННЯ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ**

**Назаренко С.Ю.**, кандидат технічних наук, доцент,

**Тігарев В.А.**

**Національний університет цивільного захисту України**

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, уміння особового складу правильно експлуатувати оснащення, що знаходиться в його розпорядженні, залежить оперативність та тактичні можливості оперативно-рятувальних підрозділів.

З розвитком пожежної техніки все частіше встановлюються насосом високого тиску або комбіновані насоси, тому необхідність введення нових термінів та нормативної літератури для цього виду обладнання. Стандартизований термін «рукав високого тиску» (РВТ) притаманний великому застосуванню для гідравлічного обладнання (будівельні та дорожні машини, вантажні та спеціальні автомобілі, залізничне обладнання, то що), тому вважаємо доцільним ввести термін пожежний рукав високого тиску, який необхідно використовувати для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Пожежні рукави високого тиску являють собою гнучкі трубопроводи, які використовуються для подачі води та водних розчинів піноутворювачів на відстань під тиском і є одним із основних видів протипожежного обладнання від справного стану яких залежить оперативна діяльність пожежно-рятувальних підрозділів та успішне гасіння пожеж.

Рукави повинні складатися з шарів: внутрішнього гумового, захисного текстильного, чотирьох силових із латунованого дроту, проміжних гумових та зовнішнього гумового. Схема рукава із зазначенням напрямку навивок наведено на рис. 1. РВТ можуть мати одне, два, або три металевих обплетення. Металеve обплетення виконане з дроту, який навитий під кутом на гумову оболонку, причому навивання суміжних шарів здійснюється під кутом 90°.



**Рисунок 1** – Типові рукави високого тиску

Якість РВД є однією з важливих причин безремонтної експлуатації пожежної техніки. Гідравлічні рукави високого тиску універсальні відповідають вимогам міжнародних стандартів ГОСТ, DIN, EN, ISO, SAE. Гідравлічні рукави високого тиску спеціальні мають підвищені експлуатаційні характеристики за такими параметрами, як екстремальні температурні умови, зносостійкість до абразивного зносу, пожежостійкість, стійкість до надвисоких тисків.

У свою чергу довговічність РВД залежить не тільки від якості рукава, а й від:

- 1) конструкції фітингу (ніпелю) та технології його встановлення;
- 2) використання захисту РВС;
- 3) умов експлуатації;
- 4) правильного способу прокладання та вибору оптимальної довжини РВД.

Висока механічна міцність у поєднанні з гнучкістю дозволяє використовувати РВД там, де неможливе використання напірні пожежні рукава. Особливе визнання РВД знайшли у різному гідравлічному обладнанні, дорожній, вантажній та підйомно-транспортній техніці, будівельній та сільськогосподарській спецтехніці, а також у верстатах та деяких видах лабораторного обладнання.

Згідно з літературними даними [1], існує ряд факторів, які істотно впливають на кількість циклів до руйнування при випробуваннях рукавів та їх довговічність при експлуатації.

Так, наприклад, підвищення робочого тиску на 25% знижує довговічність рукавів на 50%, різновтовщинність стінок гумових шарів

призводить до нерівномірного розподілу тиску рідини. Зниженню експлуатаційних характеристик рукавів високого тиску сприяють наявність на внутрішній поверхні гумового шару проривів рукавів, розрізів; монтажні неточності, такі, як збільшення радіусу вигину шланга та зміна геометрії внутрішнього перерізу шланга з круглою на еліпсоподібну; відсутність або недотримання нормованої прямолінійної ділянки у місці виходу рукави із муфт наконечників шланга; недотримання мінімального радіусу вигину рукава; скручування рукава навколо осі.

Використання РВТ як комутаційних магістралей вимагає вивчення їх конструкції та параметрів.

Вивченням характеристик РВТ займалися багато авторів [1–3]. Роботи виконувалися в напрямках як експериментальних, так й імітаційні дослідження [4–7].

Експериментальні дослідження вимагають затрат значних коштів, тому останнім часом все більша увага приділяється імітаційним дослідженням, що стало можливим завдяки розвитку ПЕОМ.

### **Література**

1. Лепетов В. А. Расчеты и конструирование резиновых технических изделий / В. А. Лепетов, Л. Н. Юрцев. – Ленинград : Химия, 1977. – 408 с.
2. Немировский И. А. Графо-аналитический метод расчета гидроприводов / И. А. Немировский. – М. : Машиностроение, 1968. – 144 с.
3. Сомов Д. О. Модуль об'ємної пружності оболонок високого тиску з металевим обплетенням / Д. О. Сомов // Наукові нотатки : міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»). – 1996. – В. 3. – С. 147–159.
4. Дослідження динамічних характеристик рукавів високого тиску / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, В. І. Савуляк, С. В. Дусанюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 1. – С. 83–87.
5. Савуляк В. І. Математичне моделювання та імітаційні дослідження статичних характеристик рукавів високого тиску / В. І. Савуляк, Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк // Вибрації в техніці и технологиях. – 1998. – № 1(5). – С. 44–47.
6. Дусанюк Ж. П. Імітаційні дослідження впливу параметрів рукава високого тиску на його жорсткість / Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк, О. В. Карватко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2004. – №3. – С. 80–84.
7. Дусанюк Ж. П. Волновые процессы в гидросистемах с нелинейными упругими свойствами трубопроводов : дис. ... канд. техн. наук / Жанна Павловна Дусанюк. – Винница, 1990. – 255 с.

УДК 614.841

**ВИМІРЮВАННЯ У ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ У СФЕРІ  
ТА ПОЗА СФЕРОЮ ЗАКОНОДАВЧО РЕГУЛЬОВАНОЇ МЕТРОЛОГІЇ****Білик С.І.,****Рудик Ю. І.,** доктор технічних наук, доцент**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності****Юськевич І. В.****ДП Львівський науково-виробничий центр стандартизації,  
метрології та сертифікації**

Вимоги міжнародного стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2019 до випробувальних лабораторій встановлюють організаційно-управлінські питання, посадові обов'язки та функціональні можливості менеджера з якості випробувальної лабораторії у системі менеджменту якості [1, 2]. Специфічною є і структура документації системи якості випробувальної лабораторії, індексація та ідентифікація документів.

Застосування інструкцій з метрологічного забезпечення у випробувальних лабораторіях здійснюється відповідно до вимог ISO 10012 [3]. Забезпечення метрологічної простежуваності, підсумовування похибок, критеріїв визначення значимої складової. Основні міжнародні та національні нормативні документи регламентують оцінювання та вираження невизначеності вимірювань, встановлюють загальний алгоритм оцінювання невизначеності [4, 5]. Порівняння підходів до оцінки точності вимірювань можливе шляхом перерахунку показників похибки у властивості невизначеності [6].

Вимоги до технічної компетентності лабораторії відповідно до [2] включають: валідацію методів випробування, програми відбору проб у системі забезпечення єдності вимірів, внутрішньолабораторний контроль якості та моніторинг, організацію участі лабораторії у раундах міжлабораторних звірень, забезпечення достовірності результатів, моніторинг вірогідності результатів.

Основні міжнародні та національні нормативні документи регламентують аудит систем управління якістю у відповідності до вимог ДСТУ ISO 19011:2018 [7]. Технічні аспекти підтвердження компетентності випробувальної лабораторії як об'єкта внутрішнього аудиту засновані на формуванні групи внутрішніх аудиторів. У результаті виявлення невідповідностей застосовують коригувальні та запобіжні дії. Аналіз можливих невідповідностей при акредитаційному/наглядовому аудиті, який проводить НААУ на відповідність випробувальної лабораторії до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2019.

Діяльність науково-дослідних та випробувальних лабораторій (далі – НДВЛ) має бути спрямована на реалізацію нових підходів щодо випробувальної діяльності і оцінки відповідності.

На теперішній час документом, який підтверджує технічну компетентність НДВЛ є Свідоцтво або Атестат визнання вимірювальних можливостей НДВЛ відповідно до вимог ДСТУ ISO 10012:2005 [3]. Відповідність цьому стандарту засвідчує впровадження суб'єктом господарювання системи керування вимірюваннями з метою забезпечення метрологічних вимог замовника. Ця вимога є самостійною стосовно до вимог [2] чи будь-якого іншого стандарту, який регламентує діяльність лабораторії в сфері оцінки відповідності, а застосована система оцінювання не поширюється на роботи, пов'язані з оцінкою відповідності продукції. Тобто, це обґрунтовує твердження, що процес вимірювання не є тотожним процесу випробувань.

Водночас, підтвердження технічної компетентності ДВЛ незалежною третьою стороною є загально прийнятною міжнародною практикою [8] з урахуванням вимог міжнародних та європейських стандартів та ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2019 [9], який поширюється на органи інспектування.

Разом з тим, проблематика взаємодії метрологічного забезпечення, стандартизації та оцінювання відповідності має широке підґрунтя (що і було основою виділення цієї спеціалізації в галузі технічних наук) і численні приклади з практики. Результати, отримані від двох акредитованих лабораторій [10, 11], які регулярно проводять випробування на вогнестійкість ASTM E108, показали серйозні розбіжності. Джерело проблеми було визначено як помилки в стандартних інструкціях ASTM E108 для калібрування приладу для випробування вогнем. Стандарт вимагає, щоб калібрування апаратури досягало трьох критеріїв – двох кількісних і одного якісного. Кількісні критерії калібрування включають вимірювання заданої швидкості вітру на поверхні калібрувальної деки та вимірювання заданої температури полум'я на передній кромці калібрувальної деки. Якісний критерій – це специфікація необхідної форми полум'я над поверхнею калібрувальної деки, яка визначається спостереженням, а не вимірюванням.

З точки зору інженерного контролю, ця проблема має лише дві незалежні змінні (швидкість повітряного потоку та витрата палива), тому не може бути більше двох контрольних точок, але стандарт визначає три (швидкість повітряного потоку, температура полум'я та розмір полум'я). Це приклад проблеми з надмірними обмеженнями, де неможливо отримати унікальне рішення, яке задовольняє всі обмеження. Таким чином, у відповідному технічному комітеті пропонується переглянути стандарт на випробування, щоб усунути цей конфлікт. Крім того, пропонується переглянути процедуру калібрування у ньому, щоб контролювати швидкість виділення тепла паливника замість контролю температури полум'я та розміру полум'я.

Висновки. Проблеми безпеки у сфері якості продукції – це не тільки науково-технічні, а й не меншою мірою соціально-економічні, які не можливо вирішити без високого рівня культури безпеки, без професійних знань, дисциплінованих кадрів, відповідальних за доручену справу.

Без цього жодні технічні заходи не зможуть забезпечити виробництво і виключити техногенної аварії. У ході представлених міркувань автори виявили взаємозв'язок між цими явищами і пояснили їх масштаби і характер взаємодій. Запропоноване обґрунтування визначення технічного забезпечення для випробування деяких видів продукції.

### Література

1. Богданець Б. В., Рудик Ю. І. Нормативна практика забезпечення вимірювань у дослідно-випробувальних лабораторіях ДСНС України Всеукраїнська науково-технічна конференція у царині метрології Technical Using of Measurement-2015 Київ, Академія метрології України, 2015. С. 99-100.
2. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій// Наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 23 грудня 2019 р. No 483 з 2021–01–01.
3. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання // Наказ Держспоживстандарту України від 25 липня 2005 р. No 187 з 2007-01-01.
4. Рудик Ю.І., Гичпан В.М., Семенов С.А. Стандартизація вимірювань безпекових параметрів у випробувальних лабораторіях IV Всеукраїнська науково-технічна конференція у царині метрології Technical Using of Measurement-2018, Київ, Академія метрології України, 2018. С.103-104.
5. Івахов А.В., Рудик Ю. І., Метрологічні вимоги до визначення межі вогнестійкості ділянок електромереж, Міжнародної науково-технічної конференції "Термографія і термометрія, метрологічне забезпечення вимірювань та випробувань", Львів, 2013
6. Гичпан В. М., Петровський В. Л., Рудик Ю. І. Стандартизація випробувань характеристик світлодіодних модулів. Пожежна безпека, 28, 2016. 29-35.
7. ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2019 Оцінка відповідності. Вимоги до роботи різних типів органів з інспектування// Наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості»(ДП УкрНДНЦ)від 21 грудня 2019р.No466 з 2021–01–01.
8. Рудик Ю.І. Назаровець О.Б., Куць В.Р. Розвиток стандартизації випробування кабелів за показниками безпеки, Міжнародна конференція метрологів МКМ'2019: XXIII Міжнародного семінару метрологів (МСМ'2019) Львів, 2019. С.61-64.

9. ДСТУ ISO 19011:2019 Настанови щодо проведення аудитів систем управління (ISO 19011:2018, IDT)

10. Babrauskas, V, and Frederick M. Calibration problems with the ASTM E108 fire test. Fire and Materials, 2022.

11. Harris, B., Valdes-Vasquez, R., Arneson, E. Assessing the Relative Performance of Three Different Fire Resistant Class A Roofing Materials in a High-Altitude Area. EPiC Series in Built Environment, 2, 2021. 46-54.

УДК 674.032.477.2

**ВПЛИВ УЩІЛЬНЕННЯ ЕДАФОТОПУ НА ЖИТТЄВІСТЬ  
КУЩОВИХ ЯЛІВЦІВ В УРБАНІЗОВАНИХ УМОВАХ ЗРОСТАННЯ****Питель Н. І.**, магістр групи ЕК-61мз**Шуплат Т. І.**, кандидат сільськогосподарських наук**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна**

Для міських умов, особливо II, III і IV еколого-фітоценотичних поясів (далі ЕФП) властиве підвищене ущільнення едафотопів, що призводить у свою чергу до зменшення шпаруватості ґрунту, погіршення аераційних процесів і водного режиму розвитку розгалужених кореневих систем, що негативно впливає на процес росту та розвитку міської деревно-кущової рослинності. На таких ділянках урбоєкосистем, баланс вологи ґрунту є у 3-4 рази нижчим, аніж у парковій та лісопаркових зонах. Водопроникність ґрунту знижується в 7 разів і в 2-3 рази суттєво збільшується глибина його промерзання в зимовий період [2, 4].

Помітне місце в системі озеленення міста Львова займають численні види роду Ялівець (*Juniperus* L.). Їх асортимент, зважаючи на наявність ряду приватних садових центрів на околицях міста, має значні можливості до розширення. Тому для внесення пропозицій із залучення того чи іншого культивару у систему міського зеленого будівництва, де він виконуватиме важливі середовищеоздоровчі санітарно-гігієнічні, та декоративно-естетичні функції, важливо зв'язувати такий важливий аспект, як особливості його адаптації до умов ущільнених едафотопів [4].

В липні 2020 р. вивчалися особливості впливу ущільнення поверхні ґрунту на процеси росту і розвитку кущових культиварів роду Ялівець (*Juniperus* L.). Досліджувані екземпляри підбиралися у всіх ЕФП комплексної зеленої зони міста Львова (далі КЗЗМ). Для досліджень підбрано три кущові види, які характеризуються різною енергією росту і, найголовніше, габітусом крони: *J. sabina* 'Cupressifolia' (сланкий, припіднятий), *J. chinensis* 'Stricta' (високий, широкопірамідальний) та *J. squamata* 'Blue Carpet' (низький, сланкий) [1, 5, 6].

Для проведення оцінки стану ґрунту і рівня життєвості ялівців, які зростають у цих місцях, використовувалась методика В.П. Ковтунова. Автор виділяє п'ять категорій ущільнення едафотопів: I – *пухкий* (6-5 кг/см<sup>2</sup>), II – *слабоцільний* (15-20 кг/см<sup>2</sup>), III – *середньоцільний* (20-30 кг/см<sup>2</sup>), IV – *сильно цільний* (30-40 кг/см<sup>2</sup>) і V – *надзвичайно цільний* (понад 40 кг/см<sup>2</sup>) [2].

У зазначений період досліджень денна температура повітря коливалась у діапазоні від +28 до +35°C, рівень вологості повітря був у діапазоні 45-60% а швидкість вітру становила 1,0-2,0 м/с.



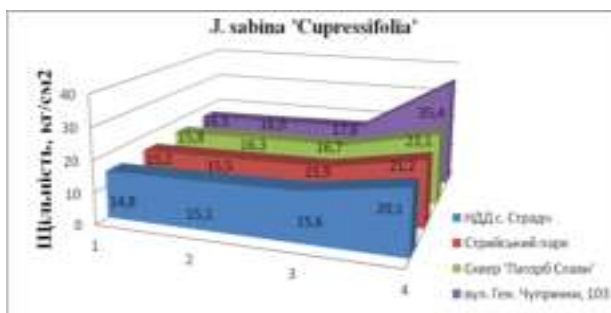
Піднаметовий простір і розгалужена ризосфера кущів ялівців створювала умови для формування ґрунтового покриву, який вирізняється меншою щільністю, ніж дернина відкритого простору (контроль). Підкроновий простір досліджуваних кущів, ми умовно поділили на три зони, в яких замірялась щільність ґрунту: № 1 – зона первинних (материнських) пагонів, № 2 – зона серединного простору крони, де присутнє сильне розгалуження пагонів вищих порядків і № 3 – зона краю куща, яка межує із відкритим простором. В дослідженнях ростових характеристик, використовувалась методика Молчанова А.А. та Смірнова В. В. [3]. Результати проведених досліджень містяться у таблиці 1 та висвітлені на рисунках 1–3.

**Таблиця 1**

Ущільнення едафотопу під кроною кущових ялівців у посадках м. Львова

№	Об'єкт досліджень	Вологість ґрунту, %	Щільність ґрунту, кг/см <sup>2</sup>			Відкритий простір за межами куща	Приріст пагонів росту, см	Приріст бічних пагонів, см
			№ 1	№ 2	№ 3			
<i>J. sabina</i> 'Cupressifolia'								
1.	НДД (с. Страдч)	42,5	14,8	15,1	15,6	20,1	18,5	12,3
2.	Стрийський парк	37,8	15,2	15,5	15,9	21,2	16,2	10,5
3.	Сквер "Пагорб Слави"	28,4	15,8	16,3	16,7	23,1	15,4	9,1
4.	вул. Ген. Чупринки, 76	18,9	16,5	16,9	17,6	35,4	13,8	7,4
<i>J. chinensis</i> 'Stricta'								
1.	Ботсад ЛНУ ім. І. Франка	40,0	14,6	14,9	15,4	19,4	18,7	13,8
2.	Стрийський парк	35,8	15,3	15,9	16,1	21,2	17,2	11,3
3.	Сквер вул. І. Виговського	26,5	16,2	16,8	17,6	24,3	15,5	9,9
4.	вул. Б. Романицького, 4	16,3	16,8	17,5	18,3	29,2	13,1	7,6
<i>J. squamata</i> 'Blue Carpet'								
1.	НДД (с. Страдч)	43,4	14,7	14,9	15,4	20,5	25,8	20,4
2.	Парк "Високий Замок"	36,0	15,9	16,7	17,1	21,7	23,5	18,6
3.	Сквер вул. І. Виговського	27,6	16,6	17,0	17,6	23,5	21,2	15,3
4.	вул. Наукова, 2Б	19,7	16,8	17,4	17,9	24,7	20,6	14,1

**Примітка:** № 1 – первинний пагін, № 2 - серединний простір крони, № 3 - край намету куща



**Рисунок 1** – Рівні щільності едафотопу під культиваром *J. sabina* 'Cupressifolia'

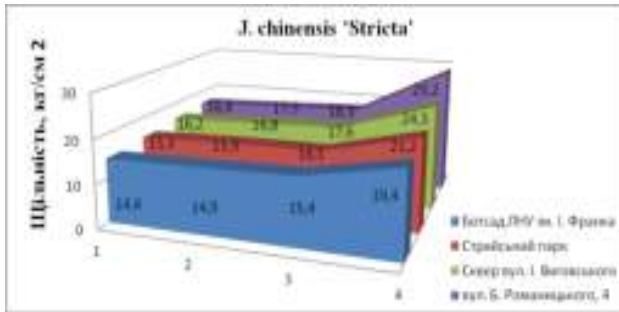


Рисунок 2 – Рівні щільності едафотопу під культиваром *J. chinensis* 'Stricta'

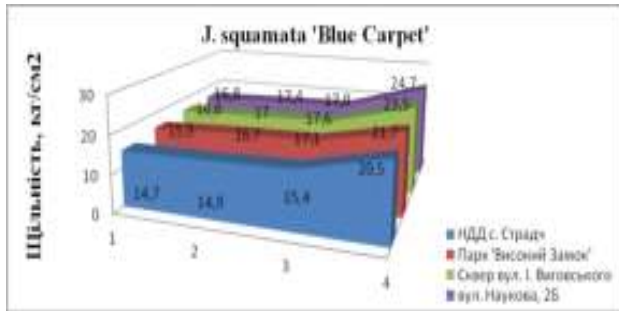


Рисунок 3 – Рівні щільності едафотопу під культиваром *J. Squamata* 'Blue Carpet'

Як свідчать результати проведених досліджень, найкраще впливають на зменшення щільності ґрунту кущі із низькоопущеною кроною, які володіють вищою протинсоляційною ефективністю, захищаючи ґрунт від переосушення. Зокрема це стосується низькорослих кущів *J. sabina* 'Cupressifolia' та *J. squamata* 'Blue Carpet'. Водночас високорослий кущ із припіднятими пагонами *J. chinensis* 'Stricta', такої закономірності не проявляє.

Щільність ґрунту під наметом кущів вирізнялась наступною особливістю: найнижчі показники були виявлені в зоні, що прилягає до осевого пагона, де присутнє розгалуження первинних основних пагонів та розпочинається їх полягання та укорінення. Вона поступово зростає у напрямку до зони №2, де у сланких ялівців відбувається утворення "рамет", які є місцем полягання і подальшого укорінення. Найвищі значення щільності зафіксовані на межі намету куща та відкритого простору.

Відзначено пряму залежність рівня щільності едафотопу і ЕФП, в якому зростає кущ. Максимально сприятливі умови для росту і розвитку кущів зафіксовані у І ЕФП, про що свідчив характерний зовнішній вигляд, практично

повна відсутність сухості пагонів, стабільне насіннюшення із досягненням відповідного вікового порогу і більші прирости головних та бічних пагонів. У II і III ЕФП збільшується рівень ущільнення поверхні, знижувався рівень вологості ґрунту, що відбивалось на зовнішніх ознаках життєвості кущових ялівців. Найскладніші умови є у ялівців, які зростали у IV ЕФП із його високим рівнем замощення – вулиці, площі. Тут рівень ущільнення є максимальним, що зменшує живлення кореневої системи ґрунтовою вологою та поживними речовинами, зафіксований низький рівень аерації. Наслідком є падіння рівня життєвості та зниження зовнішніх декоративних якостей досліджуваних екземплярів.

### **Література**

1. Заячук В. Я. Дендрологія. Львів : Апріорі, 2008. 656 с.
2. Кучерявий В. П., Кучерявий В. С. Озеленення населених місць. Львів : “Новий Світ-2000”, 2020. 666 с.
3. Паршиков Т. В., Войцехівська О. В., Капустян А. В., Косик О. І. Фізіологія рослин. Практикум. Луцьк : Терен, 2010. 420 с.
4. Шуплат Т. І. Ялівці в зелених насадженнях урбанізованих ландшафтів. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21.16. С. 335–339.
5. Шуплат Т. І. Кушові види та форми роду Ялівець (*Juniperus* L.) та їх фітомеліоративна і декоративно-естетична роль в озелененні міста Львова. Матер. 3-ї міжнар. наук.-практ. конф. “Рослини та урбанізація” (19–20 березня 2013 р.) Дніпропетровський держ. аграр. ун-тет. С.155–158.
6. Seneta W. Drzewa i krzewy iglaste. Warszawa: PWN SA, 1981. 650 s.

УДК 621.395

**ДОСЛІДЖЕННЯ ІМОВІРНОСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ  
ЕЛЕМЕНТА ВІДОМЧОЇ ЦИФРОВОЇ  
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ**

**Фещенко А.Б.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Закора О.В.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Національний університет цивільного захисту 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 цифрової телекомунікаційної мережі (ВЦТМ), програмно-апаратного комплексу (ПАК) для забезпечення роботи системи оперативно-диспетчерського управління (СОДУ) силами та засобами ДСНС України.

Надійність роботи радіоелектронної апаратури (РЕА) ВЦТМ 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 ВЦТМ. Тому актуальною науково-технічною проблемою є попередження аварійних станів ВЦТМ під час експлуатації в умовах надзвичайної ситуації (НС).

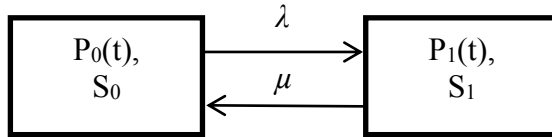
Мета даної роботи полягає в розробленні імовірнісної моделі елементарного фрагменту ВЦТМ СОДУ враховуючий показники безвідмовності та ремонтпридатності для проектування, впровадження, та експлуатації її в умовах НС.

Для досягнення мети роботи потрібно і вирішити наступні завдання дослідження:

- розробити імовірнісну модель елемента інформаційно-телекомунікаційної мережі та оцінити його надійність;
- дослідити вплив структури елементарного фрагменту інформаційно-телекомунікаційних мережі на його надійність.

Для знаходження імовірності безвідмовної роботи елемента ВЦТМ У  $p_i$  випадковий процес передбачається простішим марковським за законом розподілу Пуассону. Якщо процес, що протікає в системі з дискретними станами й безперервним часом, є, 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 ВЦТМ без резервування, який використовується СОДУ. Структура цього графа показана на рис. 1.



**Рисунок 1** – Граф станів відновлюваного елемента ВЦТМ без резервування

На рисунку 1 – прийняті наступні умовні позначки:

$S_0$  - елемент ВЦТМ перебуває в працездатному стані (у початковий момент до відмови або ж відразу після завершення відновлення);

$S_1$  - елемент ВЦТМ втратило працездатність і починається його відновлення;

$P_0(t)$  і  $P_1(t)$  - імовірності знаходження елемента ВЦТМ 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 ВЦТМ;

$\mu = \frac{1}{T_e}$  - інтенсивність відновлення елемента ВЦТМ, що переводить

його зі стану  $S_1$  у стан  $S_0$ ;

де:  $T_e$  - середній час відновлення елемента ВЦТМ.

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  $P_1(0) = 0$  :

$$P_0(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \exp[-(\lambda + \mu)t], \quad (2)$$

де:  $\beta = \lambda t = T_{\text{п}}/T_0$  - співвідношення типового періоду експлуатації  $T_{\text{п}}$  (періоду профілактичних робіт, часу вимушеного простою РЕА ВЦТМ до часу наробітку на відмову  $T_0$ .

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:  $\gamma = \lambda/\mu = T_{\text{в}}/T_0$  - співвідношення середнього часу відновлення  $T_{\text{в}}$  елемента ВЦТМ СОДУ, що відмовив, до години наробітку на відмову  $T_0$ ;

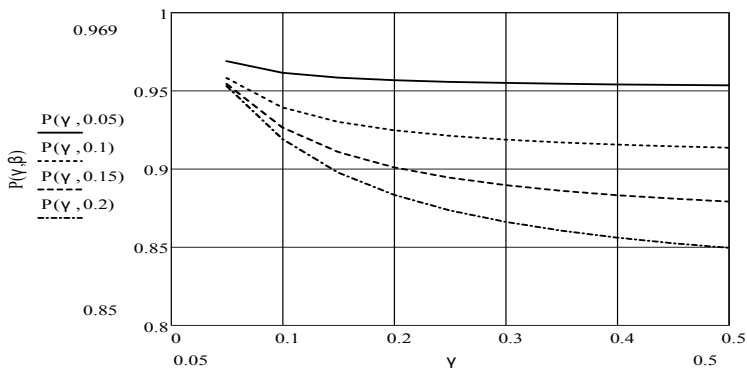
$\beta = \lambda t = T_{\text{п}}/T_0$  - співвідношення типового періоду експлуатації  $T_{\text{п}}$  (періоду профілактичних робіт, часу вимушеного простою РЕА ВЦТМ через відсутність необхідних елементів заміни в одиночному комплекті запасних технічних засобів (ОК ЗТЗ) або періоду поповнення ОК ЗТЗ до часу наробітку на відмову  $T_0$ .

Тому проведемо математичне моделювання виявлення імовірності справного стану елемента ІТМ за обраною імовірнісною моделлю в залежності від експлуатаційних параметрів  $\gamma, \beta$  (3).

Розрахунки імовірності справного стану елемента СОДУ проведемо при різних значеннях співвідношень  $\gamma = \lambda/\mu = T_{\text{в}}/T_0 = 0,05 \div 0,5$  і  $\beta = \lambda t = T_{\text{п}}/T_0 = 0,05 \div 0,2$  та побудуємо графіки функції  $P_0(\gamma, \beta)$ .

Розв'язання поставленої у роботі задачі здійснювалося за допомогою методів математичного моделювання, геометричного проектування, оптимізації обчислювального процесу. Розрахунки графіків та обчислювальні експерименти проводились на базі AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 4000+ з використанням математичного апарату системи прикладного математичного моделювання «MathCad» 14-ї версії.

Графіки функції  $P_0(\gamma, \beta)$  поміщені на Рис. 2.



**Рисунок 2** – Графік залежності імовірності безвідмовної роботи елемента ВЦТМ

В роботі отримана імовірнісна модель елемента ВЦТМ на основі графу переходів з двох станів (рис. 1), яка описується функцією двох відносних змінних для розрахунку та дослідження імовірності безвідмовної роботи елемента ВЦТМ.

Проведені оціночні розрахунки для виявлення впливу показників безвідмовності та ремонтпридатності РЕА елементів ВЦТМ на показники надійності елемента фрагменту відомчої ВЦТМ при піковому навантаженні в умовах ліквідації наслідків НС.

Аналіз результатів оцінювання рівня надійності елементарного фрагменту ВЦТМ за виразом (3) з урахуванням можливих варіацій розрахунків надійності елементів ВЦТМ (Рис. 3), при типових вимогах до коефіцієнту готовності ВЦТМ і СОДУ не нижче 0,995 ймовірність безвідмовної роботи елементарного фрагменту ВЦТМ, оскільки знаходяться в межах 0,614 ÷ 0,9085 і не досягає відповідного рівня надійності. Тому для підвищення надійності потрібне застосування структурного резервування елементарних фрагментів ВЦТМ на етапі проектування ВЦТМ.

Рекомендована імовірність справного стану елемента ВЦТМ складатиме не нижче 0,96. На основі аналізу оціночних розрахунків за формулою (3) слідує, що для забезпечення потрібного коефіцієнту готовності (імовірності безвідмовної роботи) ВЦТМ доцільним є введення двократного роздільного резервування елементарного фрагменту ВЦТМ, тобто з дублюванням в реальному часі.

### **Література**

1. Фещенко А.Б. Розробка імовірнісної моделі елементарного фрагмента відомчої інформаційно-телекомунікаційної мережі. А.В. Загора, Л.В. Борисова // Проблеми надзвичайних ситуацій. Збірник наукових праць. НУЦЗ України. Вип. 31. – Х.: НУЦЗУ, 2020.- С.34-43 Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11291>

УДК 614.84

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА  
ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ****Калиновський А.Я.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Семків В.О.****Національний університет цивільного захисту України**

На початку XXI століття забезпечення якості продукції, що виготовляється, стало однією з найбільш актуальних проблем у світі.

Ще в 80-х рр. технології та обладнання заводів-виробників вітчизняних пожежних автомобілів (ПА) виявилися морально і фізично застарілими. Досвід провідних зарубіжних фірм, нажаль, не був застосований вітчизняними виробниками. А саме: таких як Івеко Магірус, Метц, Циглер (Німеччина), Розенбауер (Австрія), Сідес, Каміва (Франція), Сільвані (Італія), Бронто Ліфт (Фінляндія) та ін.

До початку 90-х рр. продукція заводів-виробників ПА мала обмежену номенклатуру, низькі, порівняно із зарубіжними аналогами, технічний рівень та якість виготовлення. В результаті вітчизняні ПА виявилися неконкурентоспроможними на зовнішньому ринку, а внутрішньої конкуренції взагалі не було.

У той же час у 90-х рр. стався своєрідний прорив у якісному рівні та технології виготовлення зарубіжних ПА нового покоління, які в даний час відрізняються досконалістю спеціальних шасі, на базі яких вони створені, високим рівнем виробничого виконання, дизайну та безпеки.

Рівень оснащення підрозділів ДСНС спеціальною та іншою пожежною технікою (пожежні автодрабини, автопідйомники, автоцистерни ємністю до 8 тон, пожежні автомобілі першої допомоги) не відповідає повною мірою сучасним вимогам, що не сприяє здійсненню ефективних заходів з пожежогасіння.

На оснащенні (фактично) у ДСНС станом на 01.01.2017 знаходилося 8 577 од. техніки, у тому числі пожежної – 4 110 од., або 94,5 відс. штатної чисельності, автомобільної – 3 206 од., або 89,4 відс., спеціальної – 1 261 од., або 78,7 відс., станом на 01.01.2018 – 8 744 од. техніки, у тому числі пожежної – 4 169 од., або 90,6 відс., автомобільної – 3 239 од., або 91,0 відс., спеціальної – 1 336 од., або 81,2 відсотка.

Встановлено наявність застарілої техніки з низькими тактико-технічними характеристиками. За даними ДСНС, підлягали списанню за віковим і технічним станом на початок 2017 року 7 059 од. техніки, або 82,3 відс. наявної, у тому числі пожежної – 3 280 од., або 79,8 відс., автомобільної – 2 754 од., або 85,9 відс., спеціальної – 1 025 од., або 81,3 відс.,



на початок 2018 року – 7 223 од. техніки, або 82,6 відс. наявної, у тому числі пожежної – 3 317 од., або 79,6 відс., автомобільної – 2 825 од., або 87,2 відс., спеціальної – 1 081 од., або 80,9 відсотка.

Неукомплектованість підрозділів ДСНС пожежними автоцистернами ємністю до 5 тонн (на початок 2017 року – 29,4 відс. і 2018 року – 32,5 відс.) і автоцистернами ємністю до 8 тон (14,6 відс. і 12,7 відс. відповідно) перекривається наявними автоцистернами ємністю до 3 тонн, укомплектованість якими на початок 2017 року становила 232,1 відс., 2018 року – 245,6 відсотка.

В даний час в якості критеріїв оцінки розробок нових зразків протипожежної техніки може виступати якість та технічний рівень зазначених зразків.

Однією з основних проблем технічного забезпечення готовності сил ДСНС до запобігання та ефективного реагування на надзвичайні ситуації є реконструкція парку пожежних автомобілів: його структура повинна відповідати новим задачам, які покладені на оперативно-рятувальну службу цивільного захисту ДСНС.

Загальним головуючим принципом концепції типуажу, який би відповідав реальній економічній ситуації в країні, є обмеження числа базових моделей пожежних автомобілів та забезпечення багатофункціональності шляхом розширення кількості їх модифікацій при максимальному рівні уніфікації компонентів [1].

Таким чином, актуальною проблемою є забезпечення адекватної оцінки якості та технічного рівня протипожежної техніки нового покоління.

У роботі [2] наведені дані, що на 2017 рік результативний показник якості «Рівень забезпечення потреби в пожежних автоцистернах з комплектом пожежно-технічного та аварійно-рятувального обладнання в номенклатурі» становив 3,9 відс. (визначений згідно з результативними показниками затрат «Загальна потреба в придбанні пожежних автоцистерн з комплектом пожежно-технічного та аварійно-рятувального обладнання в номенклатурі» у кількості 2594 од. та продукту «Кількість придбаних пожежних автоцистерн з комплектом пожежно-технічного та аварійно-рятувального обладнання в номенклатурі» у кількості 100 одиниць).

З-поміж наявних видів пожежної та іншої спеціальної техніки як на початок 2017 року, так і 2018 року, підлягали списанню за віковим та технічним станом пожежні автодрабини (близько 96 відс. (у середньому 250 од.) при укомплектованості на початок 2017 року – 62,8 відс. та 2018 року – 57,4 відс.), пожежні насосні станції (близько 95 відс. (у середньому 137 од.) при укомплектованості на початок 2017 року – 92,2 відс. та 2018 року – 90,7 відс.), спеціальні пожежні автомобілі (близько 90 відс. (у середньому 543 од.) при укомплектованості на початок 2017 року – 80,8 відс. та початок 2018 року – 81,9 відс.), спеціальна техніка радіохімічного та бактеріологічного захисту (понад 93 відс. (у середньому 440 од.) при повній укомплектованості на

початок 2017 та 2018 років), проте при визначенні пріоритету в переоснащенні пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС надано перевагу пожежним автоцистернам, які підлягали списанню на початок 2017 року у кількості 2288 од. (81,4 відс.), на початок 2018 року – 2324 од. (79,8 відс.) при укомплектованості на початок 2017 року – 110,3 відс. та 2018 року – 102,5 відс. (тобто укомплектованість перевищувала штатну чисельність пожежних автоцистерн на 10,3 відс. та 2,5 відс. відповідно).

В [3] розглянуто пріоритетні напрями розробки модернізованих багатофункціональних пожежних автомобілів, а саме: створення нових моделей з модульно-контейнерною компоновкою для пожежно-рятувальної служби та забезпечення їх надійності; модернізація з метою адаптації їх до експлуатації в умовах пожежно-рятувальної служби; створення комплексів пожежних автомобілів адресної концепції, які пристосовані до конкретних умов експлуатації або оперативного використання. Наведені показники надійності елементів пожежних автомобілів, зокрема ймовірності їх безвідмовної роботи, які отримані на підставі математичної обробки статистичних даних з експлуатації пожежних автомобілів.

В [4] проаналізовано сучасний стан прогнозування надійності машин і, зокрема, пожежних автомобілів. Досліджено наявні методи прогнозування надійності пожежних автомобілів для удосконалення та оптимізації процесу їх технічного обслуговування і запобігання цим самим ймовірності виходу з ладу вузлів пожежних автомобілів.

Отриманні в роботі [5] результати є подальшим розвитком загальної методології прийняття управлінських рішень під час реалізації замовлень на нові зразки пожежної техніки.

Дослідження теоретичних питань у роботі [5] ґрунтувалися на принципах системного аналізу у галузі розробки та виробництва нової пожежної техніки, на комплексному використанні методів інженерно-економічного обґрунтування, математичних методах, положень теорії складних систем.

У [5] проведено аналіз сучасного стану процесів взаємодії замовника та розробників пожежної техніки, з урахуванням досвіду розвинених країн з ринковою економікою, який дозволив виявити основні напрями підвищення обґрунтованості прийняття та реалізації управлінських рішень щодо розміщення замовлень на нові зразки пожежної техніки на конкурсній основі.

Досліджено критерії, за допомогою яких замовник обирає найкращий зразок, що надається розробниками на конкурс. Встановлено, що основним заходом прийняття рішення є технічний рівень виробу, як найбільш універсальний критерій.

Запропонований склад базових складових комплексного показника технічного рівня, для вибору кращого зразка, є новим підходом у порівнянні з існуючими методиками оцінки технічного рівня та дозволяє всебічно

врахувати характер життєвого циклу виробів пожежної техніки та притаманні їм особливості.

Визначення показників функціональної та конструктивної організації має бути засноване на використанні методу аналізу функцій розробленого виробу та положень теорії складних систем, що є новим прикладним напрямом даних методів, що дозволяє оцінювати раціональність внутрішньої будови зразків пожежної техніки.

Пропонована методика оцінки якості та технічного рівня зразків пожежної техніки забезпечує підвищення обґрунтованості прийнятих рішень при виборі кращого дослідного зразка, що представляється розробниками на конкурсній основі.

Проведений аналіз існуючих методів визначення витрат на виробництво виробів пожежної техніки доводить необхідність використання аналогового методу визначення витрат на розробку нового зразка.

Таким чином, невирішеною частиною проблеми є відсутність сукупності та змісту завдань оцінки технічного рівня зразків протипожежної техніки.

### **Література**

1. Вікович І. А., Лаврівський М. З., Зінько Р. В. Теорія, адаптування та застосування пожежних автомобілів для ліквідації надзвичайних ситуацій: Монографія. – Львів: Растр-7, 2020. – 242 с.

2. Рішення Рахункової палати від 19.03.2019 № 6-4 «Звіт про результати аудиту ефективності використання коштів державного бюджету, виділених Державній службі України з надзвичайних ситуацій на придбання пожежної та іншої спеціальної техніки вітчизняного виробництва».

3. Васильєва О. Е., Паснак І. В. Напрями підвищення надійності та ефективності застосування модернізованої багатофункціональної пожежної техніки. Пожежна безпека. 2010. № 16. С. 64–70.

4. Васильєва О. Е., Палканинець В. В. Аналіз сучасних методів прогнозування надійності пожежних автомобілів з метою удосконалення процесу їх технічного обслуговування // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. Вип. 23(15) - С. 119–126.

УДК 504.05

**ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА СМІТТЄЗВАЛИЩ  
НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ****Котяш І.О.,** курсант групи ЕК-41  
**Король К.А.****Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Україна належить до країн з високим рівнем урбанізації, де внаслідок зростання споживання надзвичайно актуальною є проблема поводження з побутовими відходами. Існуючі полігони твердих побутових відходів та сміттєзвалищ представляють собою значну екологічну небезпеку, яка буде діяти ще десятки років. Окрім того, що такі полігони займають земельні ділянки, вони виділяють парникові гази й забруднювальні речовини, які потрапляють в атмосферу, поверхневі шари ґрунту, ґрунтові води. Пожежі, які виникають на сміттєзвалищах є тривалими, займають значну площу та потребують для гасіння велику кількість пожежно-рятувальних автомобілів та особового складу підрозділів ДСНС.

Із збільшенням рівня розвитку промисловості, зростанням міського населення, індустріалізацією та урбанізацією, фізико-хімічні властивості відходів стають складнішими, вони несуть ще більшу екологічну небезпеку для людей і довкілля.



**Рисунок 1** – Сміттєзвалище села Страхолісія (Київська область), фото автора

Щоб аналізувати вплив сміттєзвалищ та полігонів на довкілля потрібно враховувати склад відходів, їх щільність, ступінь вологості тощо. Вплив сміттєзвалищ на організм людини досліджується безперервно. Науковці неодноразово у наукових працях відображають небезпеку побутових відходів, які містять надзвичайно токсичні речовини, що становлять не тільки епідеміологічну, але й серйозну токсикологічну проблему, адже на стадії збору близько 4% відходів є токсичними.



**Рисунок 2** – Бронницьке сміттєзвалище (Львівська область), фото автора

Згідно досліджень таких учених як Кучерявий, Мальований, Шмандій, Попович, Мандрик, Петрук, Мороз, Савуляк, Вайсман, Петров, Горох, Шаїмова, Ларіонов та інші відходи, що утворюються в результаті життєдіяльності людей і вивозяться на міські полігони – це суміш складного морфологічного складу (чорні і кольорові метали, макулатура, склобій, пластмаса, харчова частина, камені, кістки, гума), а основну питому вагу в загальній масі полімерних відходів займає поліетилентерефталат (ПЕТФ) близько 25 %.

Проте, на сьогодні екологічна небезпека складування відходів є малодослідженою та далекою від розв'язання проблеми поводження з ними, а це негативно впливає на розвиток та подальше функціонування даних місцевостей. Дослідження вчених свідчать про значну екологічну небезпеку відходів, про потребу їх швидкого складування, видалення та надійної утилізації з метою охорони здоров'я населення і запобігання забрудненню довкілля, збереження рекреаційного призначення територій.



**Рисунок 3** – Стрийське сміттєзвалище (Львівська область), фото автора

До екологічних небезпек слід віднести забруднення атмосфери від стаціонарних та пересувних джерел, водних об'єктів, поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ). Надзвичайно небезпечними явищами є горіння сміттєзвалищ, під час якого токсичні продукти неповного розпаду виділяються в атмосферу та осідають на прилеглий території та мігрують в екосистемах.

На основі літературних даних виявлено, що 0,1% ТПВ складають небезпечні відходи. На сьогоднішній день ці види відходів збираються разом з іншими ТПВ та складують на полігонах, де вони становлять серйозну небезпеку для довкілля та здоров'я людини.

Відомо, що процес складування відходів широко практикується по всій території України. Непоодинокими є випадки утворення несанкціонованих звалищ твердих побутових відходів на околицях та у лісопарковій рекреаційній зоні. Найнебезпечнішими для довкілля є відпрацьовані люмінесцентні лампи, свинцеві акумулятори тощо. Потребує вдосконалення система збору й утилізації будівельного сміття, побутової техніки, різноманітних батарей, про термінованих ліків, ртутних термометрів тощо.



**Рисунок 4** – Бориславське сміттєзвалище (Львівська область), фото автора

Шкідливі речовини всмоктуються кореневою системою рослин, що впливає на якість ягід чи плодів. Стічні води забруднюють ґрунтові води та ріки. Атмосфера забруднена газоподібними речовинами, які утворюються при розкладанні звалених матеріалів. Виникнення цих умов сприяє поступовому зникненню флори та фауни рекреаційної місцевості.

Для виведення сміттєзвалищ із експлуатації пропонується природна фітомеліорація, яка передбачає використання рудеральних фітоценозів-меліорантів при ренатурації девастованих ландшафтів. Багатьма вченими вже доведена ефективність використання рудероценозів для фітомеліорації сміттєзвалищ. Такий підхід є справедливим при недостатньому фінансуванні рекультиваційних робіт на сміттєзвалищах та малій увазі владних структур екологічним проблемам регіонів.

### **Література**

1. Кучерявий В. П. Фітомеліорація / В. П. Кучерявий. – Львів: «Світ». – 2003. – 540 с.
2. Попович В. В. Фітомеліорація як засіб виведення сміттєзвалищ із експлуатації / Вісник ЛДУ БЖД №11, 2015. – 126-130 с.
3. Мальований М. С. Тверді побутові відходи м. Львова та їх вплив на довкілля / М.С. Мальований, О.Я. Голодовська, М.І. Пастернак // Хімія, технологія речовин та їх застосування : [збірник наукових праць]. – Львів : Видавництво Національного університету "Львівська політехніка" 2011. - № 700. - С. 250-252 .
4. Генік Я. В. Еколого-біологічні основи відновлення ландшафтів, порушених звалищами та полігонами твердих побутових відходів / Я. В. Генік // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. Вип. 19.2. – С. 77-82.
5. Екологія Львівщини 2006. – Львів: СПОЛОМ, 2007. – 160 с.
6. Закон України «Про відходи». Верховна Рада України; Закон від 05.03.1998 № 187/98-ВР.
7. Закон України «Про природно-заповідний фонд України». Верховна Рада України; Закон від 16.06.1992 № 2456-12.
8. Попович В.В., Король К.А., Мотрич С.І. Чинники впливу Броницького сміттєзвалища Львівської області на регіональну екологічну безпеку - Київ: Екологічні науки, 1 (28) 2020. – 378с.
9. Король К.А. Фізико-хімічні властивості талого снігу сміттєзвалищ туристично-рекреаційного комплексу Львівської області. - Київ: Екологічні науки, 2(41) 2020. – 171-178 с.

УДК 614.842

**ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ  
КРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

**Кузик А.Д.**, доктор сільськогосподарських наук, професор,  
**Ємельяненко С.О.**, кандидат технічних наук,  
**Беген Д.А.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Кризове управління останнім часом набуло вагомого значення, адже все більше наше суспільство вчиться протидіяти різного роду надзвичайним ситуаціям. Сучасне інформаційне суспільство має широкі можливості для протидії існуючим загрозам. Для цього все частіше застосовують геоінформаційні системи та технології, а особливо під час прийняття управлінських рішень у разі виникнення чи попередження аварій, катастроф та інших НС природного чи техногенного характеру. Це стосується і працівників цивільного захисту під час управління ліквідацією НС. Кризове управління потребує накопичення баз даних, які мають містити необхідну інформацію для використання та вирішення реальних завдань управління в НС. На основі наявної інформації та з урахуванням відповідних вмінь та навиків відбувається прийняття управлінських рішень як у рятувальній справі, так і у питаннях запобігання надзвичайним ситуаціям. Сучасні геоінформаційні системи дозволяють в режимі онлайн або офлайн виконувати прогнозування розвитку, оцінювання збитків та наслідків можливих надзвичайних ситуацій. Для ефективного кризового управління та управлінських рішень в умовах НС пропонується використовувати наявний програмний продукт MARPLOT.

MARPLOT – це електронний банк даних карт, який використовується для підтримки оцінки ризику та перевірки вразливості території до впливу аварії [1]. MARPLOT має великий спектр різноманітних базових карт, які можна використовувати як фонове зображення для своєї карти, включаючи супутникові та вуличні карти із глобальним покриттям. Базові карти надаються онлайн-сервісами, тому вони містять найновішу інформацію. До того ж, MARPLOT має можливість завантажувати плитки базової карти для використання в автономному режимі. Також є можливість додатково налаштувати свою карту, додавши шари служби веб-картографування WMS і растрові зображення такі як аерофотознімки, які зберігаються локально [2].

MARPLOT можна використати як загальну програму для картографування. Його також можна використовувати в інтерактивному режимі з іншими програмами пакету CAMEO, зокрема для відображення



оцінок зони загроз ALOHA на карті або для зв'язування об'єктів карти із записами бази даних у CAMEO Data Manager [3].

У MARPLOT можна додавати власні об'єкти на карти, а також переглядати та редагувати дані, пов'язані з цими об'єктами.

Основні можливості програми:

- Створити об'єкти на карті або імпортувати з інших джерел.
- Швидко здійснювати перемикання між кількома базовими картами або додавати власні растрові карти як фонові зображення.
- Отримувати інформацію про чисельність населення, висоту над рівнем моря та погодні умови. (для України недоступно)
- Імпорт та експорт даних у різноманітних форматах для обміну інформацією з іншими картографічними програмами (такі як .dbz, .mprz, .mie, .grx, .kml, .kmz, .xlsx, .csv, and .txt файли та багато інших).
- Додавати легенди, інформаційні блоки та інші анотації на карту для знімків екрана та закладок.
- Відображати зони загрози ALOHA та зв'язувати об'єкти карти із записами CAMEO Data Manager.

MARPLOT дає змогу створювати або імпортувати об'єкти, змінювати їх розташування поверх базової карти, керувати налаштуваннями об'єкта та ділитися ними. Програма дає можливість додавати точкові (символьні) об'єкти, використовуючи сотні символів з набору, який міститься у MARPLOT, а також можна додавати власні символи. За допомогою геометричних фігур в MARPLOT можна створювати спеціальні об'єкти (наприклад, буферні зони та сітки).

У MARPLOT можна переглядати та змінювати дані, пов'язані з цими об'єктами, в тому числі зміни в структуру файлу даних, додаючи, видаляючи або змінюючи порядок полів. У MARPLOT можна використовувати поля даних для пошуку об'єктів і вибрати, які дані необхідно відображати у спливаючих вікнах, коли вибираєш об'єкти на карті. Об'єкти на карті можна зв'язати з програмою CAMEO Data Manager, щоб зберігати додаткові дані про об'єкти (наприклад, хімічні запаси та плани об'єктів)[2]. Крім того, програма має додаткові функції карти, зокрема компас або лінії сітки широти/довготи.

Проблеми готовності до дій у надзвичайних ситуаціях та реагування на них в основному стосуються оперативної взаємодії між відповідними відомствами управління підрозділами цивільного захисту. Незважаючи на багатогранність та широкий спектр аварій і катастроф, багато з яких становлять значну загрозу (пожежі, землетруси, урагани та ін.). Прийняття рішень в умовах НС, методи оцінювання ризику, готовності та допомоги у реагуванні, мають багато спільного і можуть вирішуватися із застосуванням геоінформаційних систем. Широкий інструментарій MARPLOT допомагає у прийнятті рішень під час ліквідації надзвичайних ситуацій і є необхідним для прогнозування та зменшення наслідків аварій чи катастроф.

Для прикладу розглянемо типовий сценарій надзвичайної ситуації. Відбулася дорожньо-транспортна пригода із участю легкового автомобіля та автоцистерни, в якій зберігалася небезпечна хімічна речовина. Дана автоцистерна перевозила 1,67 тони аміаку.

Внаслідок удару автомобіля об автоцистерну у резервуарі виник отвір круглої форми, внаслідок чого відбулася розгерметизація цистерни. Отвір утворився у нижчій частині горизонтального резервуара діаметром 50 сантиметрів. Відбувся розлив легкозаймистої речовини, без подальшого загорання.

За допомогою програми ALOHA розраховано зони ураження даної надзвичайної ситуації та нанесено з урахуванням метеоданих на карту в MARPLOT. Дані зони поділяються на певні сектори, які позначаються різними кольорами: червоний, помаранчевий та жовтий. Радіус ураження становить близько 3,5 км.




За допомогою програм ALOHA та MARPLOT можна визначити кількість людей, які безпосередньо попадають під зону ураження, і потребують подальшого евакуювання (рис. 2 та табл. 1).



Рисунок 2 – Прогнозування зони ураження у MARPLOT

**Таблиця 1**

Зони ураження при надзвичайній ситуації

Назва зони	Основні параметри за ALOHA	Основні параметри за MARPLOT
 Червона зона	805 yards ~ 737 meter 1100 ppm = AEGL-3 (60 min)	Периметр: 1,72 км Площа: 0,160 км <sup>2</sup> Кількість людей яких необхідно евакуювати: 2229
 Помаранчева зона	1.1 miles ~ 1771 meter 160 ppm = AEGL-2 (60 min)	Периметр: 3,83 км Площа: 0,580 км <sup>2</sup> Кількість людей яких необхідно евакуювати: 6202 (6202-2229 = 3973)
 Жовта зона	2.2 miles ~ 3541 meter 30 ppm = AEGL-1 (60 min)	Периметр: 9,08 км Площа: 4,58 км <sup>2</sup> Кількість людей яких необхідно евакуювати: 23654 (23654-6202 = 17452)

Використання MARPLOT дозволяє в програмі ALOHA враховувати напрям та швидкість вітру, фізико-хімічні параметри небезпечної речовини та визначити кількість людей, які безпосередньо попадають під зону ураження, і потребують подальшого евакуювання, а також необхідну інформацію отримувати з шарів карти та WMS-сервісів.

Недоліком програми є відсутність українського інтерфейсу, проте у разі використання українських карт це не становить проблем для користування.

Отже, для застосування в умовах кризового управління під час виникнення та ліквідації НС доцільно використовувати програмне забезпечення MARPLOT, ALOHA і CAMEO Data Manager, які призначенні для таких завдань. Розробникам подібного програмного забезпечення потрібно враховувати можливості таких програм і удосконалювати їх.

### Література

1. Calixto, Eduardo. Safety Science: Methods to Prevent Incidents and Worker Health Damage at the Workplace. Bentham Science Publishers, Limited, 2015. [Electronic resource]. Access mode:

[https://search.library.smu.edu.sg/discovery/fulldisplay?vid=65SMU\\_INST:SMU\\_N UI&docid=alma99252479702601](https://search.library.smu.edu.sg/discovery/fulldisplay?vid=65SMU_INST:SMU_N UI&docid=alma99252479702601)

2. Marplot. [Electronic resource]. Access mode:

<https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/marplot.pdf>

3. MARPLOT Software [Electronic resource]. Access mode:

<https://www.iafc.org/topics-and-tools/resources/resource/marplot-software>

## УДК 614.84

**Застосування статичних змішувачів в системах пожежогасіння  
компресійною піною****Грищенко Д.В.,  
Коршенко Д.М.,****Виноградов С.А., кандидат технічних наук, доцент  
Національний університет цивільного захисту України**

Компресійна піна (англійською – CAF – Compressed Air Foam) – однорідна дрібноструктурна піна низької кратності, що отримана шляхом змішування води, піноутворювача та повітря, або азоту під тиском [1].

Особливість даної установки на відміну від повітряно-механічних систем полягає в можливості генерації піни за рахунок одночасної подачі в спеціальну камеру змішування повітря під тиском і рідкого розчину з піноутворювачем, а не генерації розчину за допомогою ежектуючого повітря. Для утворення компресійної піни необхідна спеціальна система, що складається, у загальному вигляді: циліндричного корпусу, каналу для подавання водного розчину піноутворювача, каналу для подавання повітря під тиском, камери змішування та камери піноутворення [2].

Перемішування – це з'єднання об'ємів різноманітних речовин з метою отримання однорідної суміші, наприклад розчинів, емульсій, суспензій і т.д [3]. 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 [3].

Статичне перемішування означає перемішування без участі механічних пристроїв. Продукти перемішуються лише за рахунок енергії потоку за участю нерухомо закріплених змішувальних елементів, що сприяють безперервному розподілу і перерозподілу загального потоку по перерізу змішувального каналу. Необхідна для перемішування середовищ енергія підводиться в потік за допомогою насосів, що перекачують ці рідини крізь трубопроводи.

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.

Отже основним етапом в утворенні компресійної піни є саме генерування в статичному змішувачі, з різними конструктивними особливостями, які в свою чергу покращують властивості отриманої піни для гасіння пожеж.

**Література**

1. Ларін О.М., Виноградов С.А., Баркалов В.Г. Пожежні машини. К.: МПБП «Гордон», 2016. 279 с.

2. Шахов С.М. Використання статичних змішувачів у системах подачі компресійної піни. Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій : зб. матеріалів доп. ІХ Міжнар. наук.–практ. конф., 18–19 трав. 2018 р. Черкаси : ЧПБ, 2018. С. 144–145.

3. Богданов В.В., Христофоров Е.И., Клоцунг Б.А. Эффективные малообъемные смесители. Л.: Химия, 1989. 224 с.

УДК 614.8

**ЗАХИСТ ВІД УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ  
ПІД ЧАС ПОЖЕЖОГАСІННЯ****Бережанський Т.Г.**, кандидат технічних наук.,**Пазен О.Ю.**, кандидат технічних наук.,**Придатко В.В.****Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Беззаперечним є факт, що розвиток науки, техніки та технологій в ХХІ столітті відбувається шаленими темпами. Продукти новітніх технологій, які ще кілька років тому здавались фантастикою, сьогодні стають предметами щоденного вжитку чи навіть необхідністю комфортної життєдіяльності. Проте із появою в нашому житті продуктів новітніх технологій також ускладнюються виклики для пожежно-рятувальних підрозділів при ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій. Електрифіковані пристрої та технології різного призначення такі як електромобілі, електросамокати, сонячні батареї та інші підвищують ризик ураження рятувальників електричним струмом під час пожежогасіння. Адже під час ліквідації більшості пожеж як вогнегасна речовина застосовується вода, яка за своїм хімічним складом проводить електричний струм.

Згідно ПУЕ ураження електричним струмом (англ. «electricshock») – патофізіологічний стан, спричинений проходженням електричного струму через тіло людини або тварини [1]. Ураження електричним струмом може спричинити опіки, втрату свідомості чи навіть призвести до летальних наслідків. А ураження струмом рятувальника під час ліквідації під час ліквідації пожежі може бути більш небезпечним, адже втрата свідомості в охопленому вогнем приміщенні може загрожувати його життю.

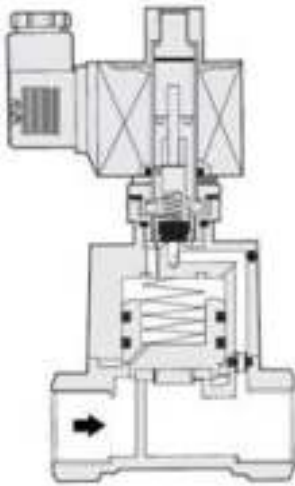
На сьогодні існує ряд нормативних документів та обладнання для забезпечення електробезпеки рятувальника під час ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій. Це і заборони введення вогнегасних речовин до відключення електроживлення об'єкту, оснащення пожежної техніки діелектричними комплектами, заземлення пожежного обладнання при ліквідації пожежі під напругою та інші [2, 3].

Методи електробезпеки, які зазначені вище, є ефективними лише тоді, коли ураження електричним струмом можливо спрогнозувати. Тобто, коли небезпека є очевидною. Проте у роботі пожежно-рятувальні підрозділи переважно здійснюють ліквідацію пожеж із подачею вогнегасних речовин на мало знайомих об'єктах. На таких об'єктах може не бути проживаючих чи представників робочого персоналу, які можуть надати інформацію про системи електроживлення, або ж ці особи можуть бути потерпілими.

Також існують випадки, коли інформація подана власниками об'єктів для оперативних карток чи планів про електроживлення є не повною чи недостовірною через використання незаконних електромереж. Також додаткову небезпеку ураження електричним струмом рятувальника під час ліквідації пожежі складає наявність сонячних батарей та транспортних засобів з електроприводом [4, 5].

Якщо небезпека ураження електричним струмом не є явною, то використати наявні методи електробезпеки рятувальників неможливо. Тому застосування автоматизованих пристроїв електробезпеки при ліквідації пожеж є актуальним завданням сьогодення.

Одним з методів автоматизованого пристрою електробезпеки рятувальників під час ліквідації пожеж є застосування електромагнітних клапанів постійно відкритого типу на ділянці робочої лінії та пожежного ствола.



**Рисунок 1** – Будова електромагнітного клапана постійно відкритого типу

Принцип дії нормально відкритого клапана полягає в тому, що в статичному положенні клапан знаходиться у відкритому положенні, а при подачі напруги на котушку клапан закривається перешкоджаючи руху води трубопроводом чи в даному випадку рукавом або стволом.

В пожежному обладнанні принцип дії клапана може полягати в тому, що коли водяний струмінь потрапить на джерело електроживлення, вода проведе електричний струм до ствола, спрацює електромагніт та клапан перекриє подачу води, що обірве електричне коло та забезпечить рятувальника, який здійснює пожежогасіння.

Таким чином результатом роботи такого автоматизованого пристрою електробезпеки є унеможливлення ураження електричним струмом рятувальника, який здійснює пожежогасіння або суттєве скорочення часу дії електричного струму на нього, що мінімізує наслідки такої дії.

Такі автоматизовані пристрої електробезпеки можуть використовуватись як вбудований елемент в конструкцію ручного пожежного ствола чи пожежного рукава, а також як додатковий елемент наприклад: насадка на пожежний ствол чи перехідник від рукава до ствола із

з'єднувальними головками. Будова електромагнітного клапана для пожежного обладнання потребує подальшого удосконалення для зручності використання. Також подальших досліджень потребує місцезнаходження такого елемента електробезпеки на робочій лінії.

Висновок. Застосування автоматизованих пристроїв електробезпеки рятувальників під час ліквідації пожеж із застосування електромагнітних клапанів постійно відкритого типу на ділянці робочої лінії та пожежного ствола дозволить значно зменшити ймовірність ураження електричним струмом рятувальника, який здійснює пожежогасіння або суттєво скоротить часу дії електричного струму на нього, що мінімізує наслідки такої дії. Застосування автоматизованих пристроїв електробезпеки рятувальників дозволить вберегти рятувальників від дії джерел електричного струму, які неможливо спрогнозувати.

### **Література**

1. Правила улаштування електроустановок. П'яте видання, перероблене й доповнене. – Харків: Видавництво «Форт», 2014. – 800 с.

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

3. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України (частина перша для підрозділів державної пожежної охорони). Затверджені Наказом №312 МНС України від 07.05.2007.

4. Лазаренко О.В., Посполітак В.І. (2021). Способи випробування літій-іонних елементів живлення на предмет пожежної небезпеки. Пожежна безпека, (39), 49-55.

5. Скоробагатько Т.М., Борисов А.В., Іллюченко П.О., Пруський А.В., Дівізінюк М.М., Гудович О.Д. (2021). Питання безпечного гасіння пожеж на об'єктах з наявністю сонячних електростанцій. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека (2), 82-91.



УДК 621.86:614.847.15

## **ЗМІННА СТРУКТУРА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМОМ ПОВОРОТУ ЛЮЛЬКИ ПОЖЕЖНОГО АВТОПІДДІМАЧА**

**Оксентюк В.М.**, кандидат технічних наук,

**Голота Н.Л.**, студент КН-410

**Національний університет «Львівська політехніка»**

Для успішної ліквідації або недопущення надзвичайних ситуацій у висотних будівлях житлового та адміністративного характеру використовують пожежні автомобілі з підіймачами. [1,2]. У загальному для проведення рятувальних робіт необхідно забезпечити переміщення люльки в задану точку простору та її нерухомість протягом усього часу роботи рятувальників, причому рух має бути плавним і рівномірним з високою точністю [1, 2]. Основною механічною складовою таких автомобілів є механізм повороту люльки пожежного автопідіймача. Механізм повороту люльки має два основні режими роботи. А саме позиціонування, коли необхідно перемістити люльку на заданий кут без статичної похибки з обмеженням координат та режим стабілізації люльки.

Вимоги, які повинна забезпечити система автоматичного керування (САК) силовим електроприводом (ЕП) механізму повороту люльки пожежного автопідіймача під час режиму переміщення і стабілізації суттєво відрізняються між собою [1]. Зокрема, переміщення люльки на заданий кут повинно відпрацьовуватися із заданою точністю, без статичної похибки з обмеженням відповідних координат для даного механізму [2, 3]. Робота механізму переміщення люльки на заданий кут детально розглянута в попередніх роботах, зокрема [3]. Під час роботи в режимі стабілізації ЕП повинен забезпечити необхідну статичну і динамічну точність, плавність стеження, для запобігання так званих зривів стабілізації та підтримування положення люльки на заданому рівні [1]. Тому для забезпечення різних вимог у режимах переміщення та стабілізації однією системою керування застосовано принцип змінної структури САК [4] залежно від режиму роботи.

Розроблено двоканальну САК зі змінною структурою з окремими каналами керування ЕП в режимах переміщення та стабілізації та автоматичним перемиканням режимів роботи, функціональна схем якої показана на рис. 1.

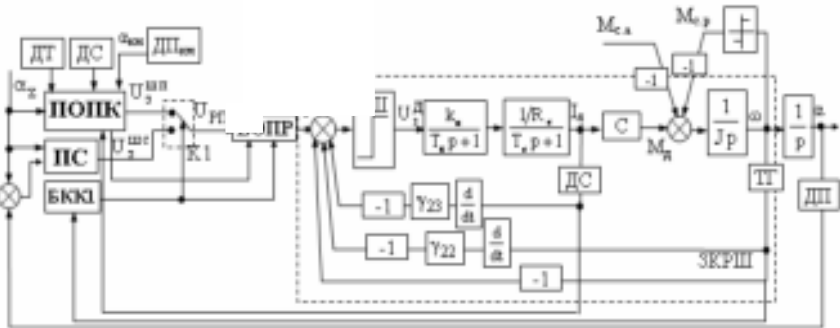


Рисунок 1 – Структурна схема системи автоматичного керування

Вона складається із замкнутого контуру регулювання швидкості – ЗКРШ, підсистеми оптимального керування в режимі позиціонування – ПОПК, підсистеми керування в режимі слідкування – ПС, керуваного ключа К1 для перемикавання структури САК, блоку керування ключем ББК1, блоку обмеження прискорення і ривка – БОПР, давача положення ДП. Блоком ЗКРШ представлено замкнуту систему регулювання швидкості, побудовану на основі релейного регулятора швидкості [5].

Для отримання заданих показників перехідного процесу координати швидкості було синтезовано і досліджено три варіанти ЗКРШ [5]: з лінійним регулятором пропорційно-інтегрального типу; з релейними регуляторами, синтезованими в  $\eta$ -базисі та  $\eta p$ -базисі за методологією структурно-алгоритмічного синтезу систем оптимального за швидкодією керування, стійких при безмежно великому коефіцієнті підсилення. Проведені порівняння результатів дослідження цих варіантів показали, що найкращі статичні і динамічні характеристики перехідних процесів відпрацювання стрибкоподібного і лінійно наростаючого сигналів завдання, а також під час дії параметричних і координатних збурень властиві останньому варіанту ЗКРШ із законом керування [4, 5]:

$$u_{\text{ЗКРШ}} = u_{\text{км}} \text{sign}[\omega^* - \omega - \gamma_{22} p \omega - \gamma_{23} p I],$$

де:  $p\omega$  – перша похідна координати швидкості;  $pI$  – перша похідна координати струму.

Коефіцієнти  $\gamma_{ij}$  визначаються з [5]

$$\gamma_{22} = \frac{T_M(T_\gamma + T_n)}{T_M + T_n}, \quad \gamma_{23} = \frac{T_M(T_\gamma + T_n)}{T_M + T_n},$$

де:  $T_n$ ,  $T_y$ ,  $T_m$  – сталі часу перетворювача, якірного кола МДПС та електромеханічна відповідно  $R_y$  – опір якірного кола ВМД.

ЗКРШ забезпечує астатизм першого порядку за стрибкоподібним сигналом завдання і під час накидання навантаження, кращою швидкістю та меншою чутливістю до дії параметричних збурень [5].

Під час роботи в режимі стабілізації ЕП механізму повороту платформи відпрацьовувати змінний у часі сигнал завдання. Як відомо [3], зведення динамічної похибки відпрацювання лінійно-наростаючого сигналу завдання практично до нульового значення без підвищення порядку астатизму та коефіцієнта підсилення замкнутої системи керування можливо за рахунок введення ланки прямого додаткового каналу керування за завданням та побудови комбінованої системи керування.

Попередньо розроблені підсистеми об'єднані в систему автоматичного керування зі змінною структурою відповідно до схеми рис.1. Причому перемикання структури САК відбувається автоматично за допомогою керованого ключа К1. Під час роботи в режимі переміщення необхідно вжити заходів для точного позиціонування, для чого запропоновано перемикання на режим стабілізації. Для подальших досліджень планується визначення умови такого перемикання для забезпечення точної зупинки двигуна. Також необхідно визначити параметр керування і його величину, за яким буде відбуватися замикання контуру положення за допомогою ключа К1.

### **Література**

1. Автодрабини пожежні. Загальні технічні вимоги та методи випробовування (EN 14043:2005, IDT) : ДСТУ EN 14043:2008. [Чинний від 2008-12-26]. – К. ; Дерспоживстандарт України, 2008. – 176с. (Національний стандарт України).

2. Неклонський І.М. Будова та експлуатація пожежної техніки і обладнання: Конспект лекцій. НУЦЗУ, 2019. 229 с.

3. Кушнір А. П., Марущак Я. Ю., Оксентюк В. М. Вентильний електропривод механізму повороту платформи пожежного автопідйомника. *Пожежна безпека: Збірник наукових праць*. 2014. №24. С.103-110.

4. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. Основи електропривода. Теорія та практика. *Частина 1. Навчальний посібник*. 2020. 387 с.

5. Кушнір А. П., Оксентюк В. М., Дзьоба Я.С. Вибір системи керування швидкістю поворотом люльки пожежного автопідйомача для стендових випробувань. *Пожежна безпека : Збірник наукових праць*. 2017. №31. С.82-89.

УДК 351.86

## КЛАСИФІКАЦІЯ СПОСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ТА РЕЧОВИН

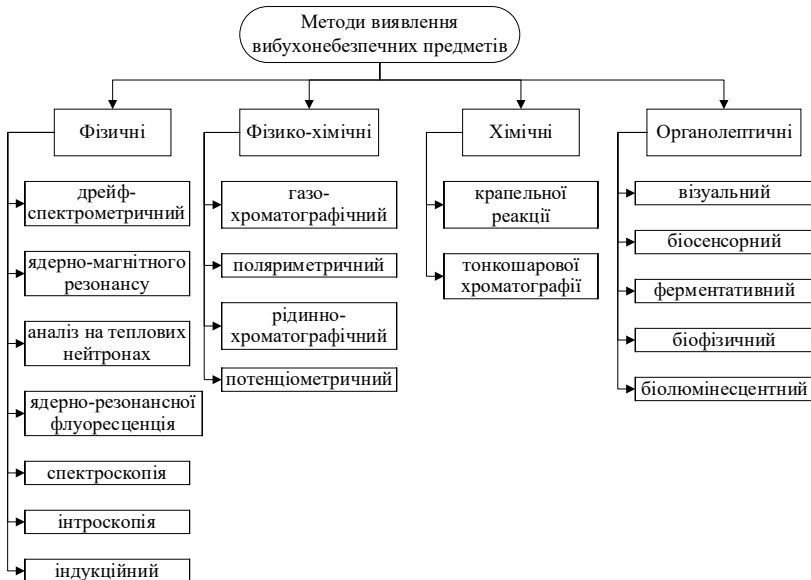
**Карпов А. А.,**

**Кустов М. В.,** доктор технічних наук, доцент

**Національний університет цивільного захисту України**

Сучасні військові конфлікти не проходять без використання мінної зброї. Дешеви́зна, простота встановлення, висока ефективність ураження ворожих підрозділів, кропіткий та довготривалий час деактивації робить привабливим її застосування. Окрім комбатантів, ушкоджень зазнає мирне населення.

Розвиток мінної зброї не стоїть на місці та спонукає до удосконалення засобів контрмінної діяльності. Способи виявлення базуються на різних методах, які наведені у схемі (рис. 1).



**Рисунок 1** – Методи виявлення вибухонебезпечних предметів

Відповідно до схеми всі методи виявлення вибухонебезпечних речовин та предметів можна поділити на чотири групи: фізичні, фізико-хімічні, хімічні, органолептичні.

До фізичної групи належать такі як дрейф-спектрометричний метод. Він полягає в тому, що іонізовані молекули вибухових речовин попадають в дрейф-камеру, під дією електричного поля переміщуються до колектора. Потрапляючи до нього, вони створюють імпульс струму в електричному ланцюзі, що підсилюється й обробляється електронним блоком. Час дрейфу до колектора залежить від рухливості іонів і параметрів електричного поля, що і покладено в основу ідентифікації аналізованої речовини [1].

Ядерні методи виявлення вибухових речовин використовують ядерні реакції для виявлення вибухових речовин, прихованих, наприклад, у багажі чи вантажі. Досліджені ядерні методи виявлення вибухових речовин, у яких нейтрони або, в деяких випадках, рентгенівські промені високої енергії (MeV) використовуються для опромінення [2]. Приклади включають аналіз на теплових нейтронах, спектроскопію, інтроскопію пропускання імпульсних швидких нейтронів, асоційоване зображення частинок і ядерну резонансну флуоресценцію [3].

Індукційний метод полягає на індукційному балансі - кілька котушок індуктивності, одна передавальна і одна або дві прийомні, що утворюють індуктивний датчик. Всі котушки розміщені в просторі таким чином, щоб сигнал з передавальної котушки при відсутності поблизу металевих предметів не наводився на приймальні, тобто вся система була збалансована і сигнал на виході був би рівний нулю.

До фізико-хімічних методів відносять газо-хроматографічний метод, який ґрунтується на виявленні часток вибухової речовини за рахунок розподілу її компонентів на межі фаз високочистих газів-носіїв та чутливого сорбенті. Рідинно-хроматографічний метод ґрунтується на виявленні часток вибухової речовини за рахунок його властивостей розчинятися в рідинах-носіях та утримуватися певний час на сорбенті. Потенціометричний метод ґрунтується на зміні електричного опору речовини під дією електричного струму. Поляриметричний метод – під дією світлового потоку кожна речовина має свій спектр [4].

До хімічних методів належить метод крапельної реакції (крапельні тести), який ґрунтується на зміні кольору слідів вибухової речовини під дією певного хімічного реагенту. Метод тонкошарової хроматографії ґрунтується на властивостях вибухової речовини в певних умовах (насичена пароповітряна суміш розчинників) розкладатися на чисті речовини. Ця група методів розрахована на знаходження вибухових речовин на різних поверхнях, шкірі, одязі.

До органолептичних методів відносять візуальний метод, який ґрунтується на вивченні розпізнавальних зовнішніх прикмет вибухових речовин та пристроїв. Біофізичний метод, який у свою чергу, поділяється на такі:

– біосенсорний метод ґрунтується на виявленні азотовмістовних речовин за допомогою собак, свиней тощо;

– біоломінесцентний метод ґрунтується на виявленні за допомогою УФ-люмінесценції залишок вибухової речовини на руках, одязі тощо.

Ферментативний метод ґрунтується на виявленні мікрочасток вибухової речовини на руках, багажу тощо при нанесенні її на спеціальний оброблений тампон.

В роботі проаналізовано та структуровано існуючі методи виявлення вибухонебезпечних приладів та речовин. Отримана класифікація дозволяє визначити переваги та недоліки кожного з методів та визначити умови використання цих методів де вони можуть розкрити свій потенціал.

### **Література**

1. Фірман В.М., Сенік В.В., Білінський Б.О. Виявлення вибухових пристроїв шляхом детектування парів і часток вибухових речовин та особиста безпека персоналу. Пожежна безпека, том 8, 2019, 30-32.

2. Avi Kagan, Jimmie C. Oxley. Counterterrorist Detection Techniques of Explosives, Second Edition, 2022, P. 429.

3. Edward T. H. Clifford, Harry Ing, John E. McFee, and Thomas Cousins "High rate counting electronics for a thermal neutron analysis land mine detector", Proc. SPIE 3769, Penetrating Radiation Systems and Applications, (1 October 1999). URL: <https://doi.org/10.1117/12.363677>

4. Іщенко А.В., Кобець М.В. Засоби і методи виявлення вибухових речовин та пристроїв у боротьбі з тероризмом. Київ, 2005, С. 146.

УДК 629.052.3

## **МОДЕЛІ НАПІВПРОЗОРИХ ПЕРЕПОН ЛОКАЛЬНОЇ RTLS-СИСТЕМИ РАЙОНУ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ**

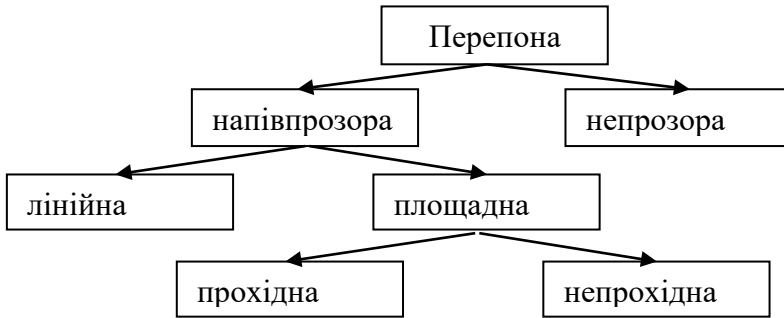
**Загора О.В.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Фещенко А.Б.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Національний університет цивільного захисту України**

RTLS-система позиціонування реального часу (від англ. Real-time Locating Systems) надає керівнику гасіння пожежі відомості про наявність у районі надзвичайної ситуації пожежних, які опинилися у пастці або є найближчими до критичної зони. Особливо це важливо при подоланні НС у висотних або складних будівлях (промислові об'єкти великої протяжності, кар'єри, шахти, місцевість зі складним рельєфом і т.д.) [1]. У наш час значна кількість мобільних технічних систем має в своєму складі системи позиціонування, які зазвичай приймають сигналів глобальної супутникової навігаційної системи GPS, однак в умовах, коли прийом сигналів цієї системи ускладнено, система не може виконувати свої функції. У таких умовах для визначення координат мобільних об'єктів необхідні альтернативні методи позиціонування, такі як розгортання локальної RTLS-системи, що складається зі стаціонарно розташованих маяків з відомими координатами і мобільних об'єктів, координати яких визначаються.

В умовах щільної міської забудови значно погіршується якість прийому GPS-трекерами сигналів, що використовуються задля позиціонування. Суттєвий вплив на робочу зону системи навігації вносять властивості перепон, що зустрічаються на шляху розповсюдження радіохвиль (PPX). Виходячи з цього актуальною проблемою є вдосконалення методів моделювання робочої зони локальної RTLS-системи з урахуванням основних різновидів напівпрозорих перепон в умовах надзвичайної ситуації. Метою проведеного дослідження була розробка математичної моделі розрахунку робочої зони різнице-далекомірної RTLS-системи з урахуванням напівпрозорих перепон PPX робочої зони локальної RTLS-системи, що містить розробку класифікацію та загального опису основних перепон PPX моделі оперативного розрахунку робочої зони RTLS-системи [1], а також експериментальне дослідження роботи моделі за відсутності та при наявності у зоні НС основних різновидів напівпрозорих перепон PPX.

Задля досягнення мети дослідження напівпрозорі перепони було поділено на лінійні та площадні (рис.1). До перших можуть бути віднесені напівпрозорі щодо перепускання електромагнітних хвиль (EMX) будівельні стіни, огорожі та подібні до них плоскі вертикально розташовані конструкції, які мають невелику товщину, але можуть суттєво

послаблювати ЕМХ у випадку їх перетинання. Площадні об'єкти-перепони можуть займати площі у десятки гектарів у межах зони НС і мати складні форми, при цьому розрізняючись у властивостях перепускання ЕМХ від майже вільного до повного їх поглинання.



**Рисунок 1** – Класифікація перепон PPX моделі робочої зони RTLS-системи

Для площадних об'єктів ступіть послаблення, крім властивостей середовища, суттєво залежить і від довжини перетину траси PPX площадним об'єктом - довжини відрізка траси з інтенсивним поглинанням ЕМХ. Крайнім випадком таких об'єктів є непрозорі, які повністю поглинають (відбивають) ЕМХ (рис.1). Програмно площинний об'єкт може бути заданий на площості за допомогою геометричних фігур (коло, прямокутник, трикутник), або як плоский багатокутник, контуром якого є замкнута ломана без перетинів. Координати вершин такої ломаної дозволяють досить точно описати контур відповідної зони. Додатковим параметром зони поглинання є характеристика радіопрозорості для відповідного діапазону радіохвиль.

Для врахування наявних напівпрозорих перепон у програмній моделі необхідно запровадити енергетичний критерій:

$$P_{BX} \geq P_{MNH}, \quad (1)$$

де:  $P_{MNH}$ , дБ/Вт - чутливість радіонавігаційного приймача по потужності, а потужність сигналу на вході навігаційного приймача, дБ/Вт, у досить загальному випадку визначається виразом:

$$P_{BX} = P_T + G_T + G_R - (K_{BP} + K_{TP} + K_{II}) = P_{const} - 20 \lg(D) - K_{II}, \quad (2)$$

де:  $P_T$ , дБ/Вт – потужність передавача радіостанції;

$G_T, G_R$ , дБ – коефіцієнти підсилення антен передавача й приймача по потужності;



$$K_{\text{ВП}} = 39,8 + 20 \lg(D) - 20 \lg(\lambda);$$

дБ – втрати потужності сигналу у вільному просторі;

$K_{\text{ТР}} \approx 0$ , дБ – втрати РРХ в атмосфері (для малих відстаней можна знехтувати);

$K_{\text{П}}$ , дБ - втрати потужності сигналу у переполах шляху розповсюдження;

$P_{\text{const}} = P_T + G_T + G_R - 39,8 + 20 \lg(\lambda) = \text{const}$ , дБ - енергетичний параметр, значення якого визначається параметрами навігаційних передавачів та приймачів й не залежить від властивостей траси РРХ і перепон.

Після підстановки (2) в (1) кінцево критерій радіонавігаційної доступності ділянки місцевості при наявності перепони подамо у вигляді:

$$K_{\text{П}} \leq P_{\text{const}} - P_{\text{МН}} - 10 \lg(D^2), \quad (3)$$

Значення параметру втрат у переполах  $K_{\text{П}}$  для лінійної перепони може бути задано типовим параметром втраг, дБ. Для площинної перепони  $K_{\text{П}}$  може бути визначений як добуток:

$$K_{\text{П}} = k_{\text{нрп}} \cdot D_{\text{нрп}}, \quad (4)$$

де:  $D_{\text{нрп}}$  - довжини шляху РРХ у межах перепони, м;

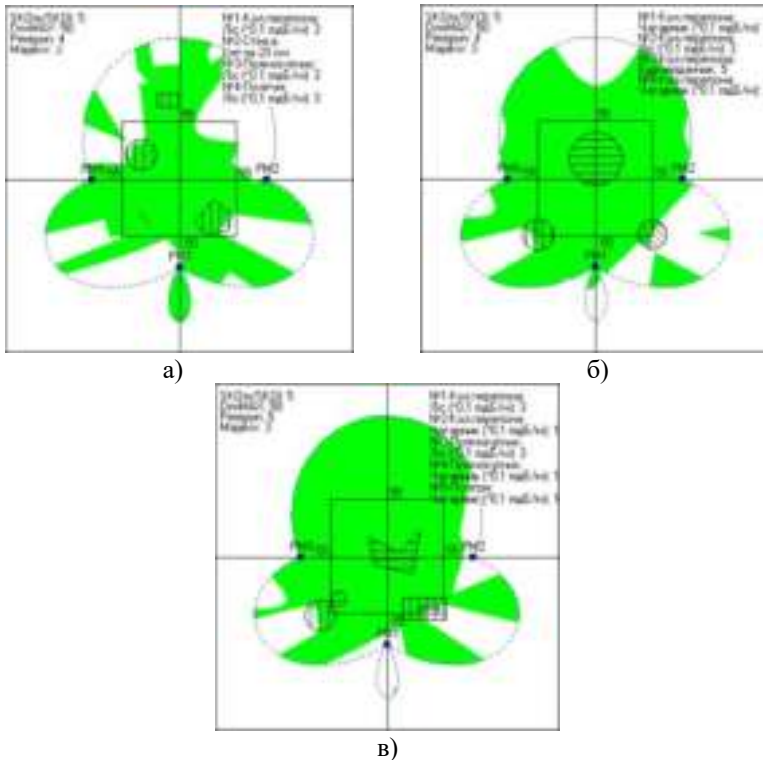
$k_{\text{нрп}}$  - питома згасання хвиль у перепоні, дБ/м.

Поширення радіохвиль усередині будівель має специфічні риси, пов'язані із середовищем поширення. На відміну від вільного простору, неможливо для обсягу всередині будівлі визначити діелектричну або магнітну проникність середовища. Параметри середовища поширення змінюються дуже сильно на дуже невеликих відстанях, як, наприклад, при міжповерховому поширенні. В результаті, поширення радіохвиль в будівлях дуже сильно залежить від таких специфічних характеристик, як тип конструкційний матеріал будівлі, наявність в стінах будівлі металу, кількості поверхів у будинку, щільність розміщення обладнання і т.п.

Наявність у зоні надзвичайної ситуації будівельних конструкцій призводить до з'явлення в цій зоні додаткових провалів (ділянок незабезпечення) у місцях, де умови прийому радіонавігаційних сигналів в наслідок впливу таких конструкцій стають незадовільними, або точність визначення місцеположення стає нижчою за припустимий поріг. Основними ефектами, які можуть визивати будівельні перепони, є неможливість прийому (втрата) сигналу радіонавігаційного маяка або суттєве скорочення їх робочої зони (граничної відстані рухомого об'єкта від маяка, за якої якість прийому сигналів залишається задовільною).

Перевірка практичної реалізації даного алгоритму у роботі здійснювалася за допомогою методів математичного моделювання, геометричного проектування та оптимізації обчислювального процесу. Практичну модель системи прогнозування робочої зони RTLS-системи отримано за допомогою математичного апарату програмного середовища Borland C++Builder. Під час моделювання використовувалися просторові комбінації з 3-4 радіомаяків, при цьому перевірявся вплив форми перепони, та її параметрів на форму робочої зони. Для дослідження впливу напівпрозорих перепон на робочу зону у розрахункові зони вводилося додатково від трьох до п'яти перепон різної форми, в тому числі досліджувався (рис.2,а)-в):

- вплив на форму робочої зони перепон з різних матеріалів,
- вплив на форму робочої зони перепон різної форми,
- вплив на форму робочої зони форми перепони та їх сполучення.



**Рисунок 2** – Робоча зона RTLS-системи при наявності: а) 4 перепон перетину типу "коло", "стінка", "прямокутник" та "багатокутник"; б) 3 колових перепон з різних матеріалів; в) перепони складної форми.

Отримані під час дослідження результати доводять, що вплив будівельних перепон на вигляд робочої зони в умовах міста може бути важко передбачуваним. Реальне зменшення робочої зони під впливом кількох непрозорих перепон може досягати 90 %, якщо вплив подібних факторів не враховано. Використання розробленої моделі розрахунку робочої зони RTLS-системи для оперативного прогнозування і корегування відповідної зони в умовах міста дозволяє оперативно вирішувати цю проблему. Експериментальне дослідження підтвердило відповідність роботи моделі системи прогнозування робочої зони RTLS-системи при наявності у зоні НС напівпрозорих перепон РРХ. Після розрахунку границь роботи локальної RTLS-системи керівник ліквідації НС може приймати обґрунтоване управлінське рішення про необхідність залучення додаткових сил або засобів. На випадок, якщо через умови траси РРХ робоча зона РНС є незадовільною, можуть бути передбачені інші технічні або організаційні методи навігаційного забезпечення.

### **Література**

1. Загора О.В. , Фещенко А.Б., Борисова Л.В., Михайлик В.О. Моделирование рабочей зоны локальной RTLS-системы района надзвичайної ситуації. Problems of Emergency Situations: Scientific Journal. –Х.: НУЦЗУ, 2021. № 2(34) pp.144-153.

УДК 539.3

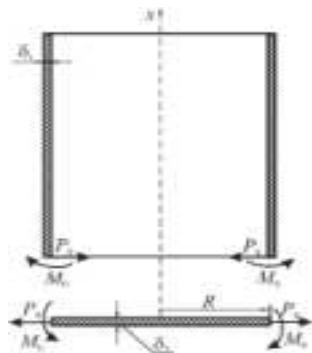
**ОЦІНКА МІЦНОСТІ ВУЗЛА СПРЯЖЕННЯ СТАЛЕВОГО  
ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО РЕЗЕРВУАРА****Дзюба Л.Ф.**, доктор технічних наук, доцент,**Чмир О.Ю.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент,**Шаповал Д.П.**, курсант**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

На території України створено потужну техносферу, навантаження якої на довкілля в 4–5 разів перевищує аналогічні показники у розвинутих країнах світу [1]. У структурі техносфери велика роль належить потенційно небезпечним підприємствам. Найбільш екологічно небезпечними джерелами техногенного навантаження на довкілля є резервуари для зберігання нафтопродуктів як об'єкти неконтрольованих викидів парогазоповітряних сумішей та проливів нафтопродуктів із подальшим виникненням пожеж і вибухів [2, 3]. Щорічно Україна споживає понад 20 млн. тонн нафти, що передбачає експлуатацію досить великого резервуарного парку. Дослідження та аналіз джерел екологічного впливу під час експлуатації резервуарів засвідчують, що вертикальні сталеві резервуари, призначені для зберігання нафтопродуктів, навіть за штатної експлуатації належать до екологічно небезпечних об'єктів [2].

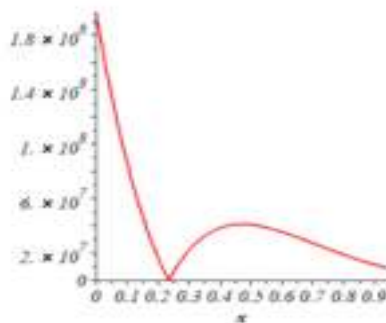
Вертикально розміщені сталеві циліндричні резервуари є зварними тонкостінними конструкціями з плоским круглим дном [4]. Стінки та дно заповнених рідиною резервуарів перебувають під дією гідростатичного тиску. У разі недосконалості клапанних пристроїв або їх відмови у резервуарах виникає додатковий газовий тиск. Наявність мікротріщин та інших дефектів матеріалу на внутрішніх поверхнях резервуарів сприяє виникненню концентрації напружень та знижує міцність конструкції. Отже, дія різних чинників може призвести до пошкодження заповнених рідиною резервуарів та виникнення небезпечних ситуацій для людини та довкілля.

Міцність резервуарів циліндричної, конічної та сферичної форм та вплив різних чинників на їхню міцність розглянуто в багатьох роботах, оскільки на сьогодні проблеми міцності залишаються і надалі актуальними. Багато авторів вважають, що найчастіше причиною аварій резервуарів є крихке руйнування матеріалу. У роботі [5] вказано на зародження тріщини біля місця стику стінки резервуара з дном, виготовлених з низьколегової сталі марки 09Г2С-15. Тому дослідження зміни напружень в стінці циліндричного тонкостінного сталевого циліндричного резервуара великої ємності з урахуванням сумісної деформації стінки з дном є актуальним завданням.

Методика дослідження та оцінка міцності вузла спряження стінки вертикального циліндричного резервуара з дном [6, 7] ґрунтується на теорії міцності оболонок з урахуванням крайових сил в стінці циліндричного резервуара та круглому дні (рис. 1). Для визначення крайової сили  $P_0$  та крайового моменту  $M_0$  використано рівняння сумісності деформацій стінки завтовшки  $\delta_1$  та дна циліндричного резервуара з товщиною  $\delta_2$  та радіусом  $R$ . Вертикальну стінку циліндричного резервуара вважали навантаженою тиском рідини, яка заповнює до певної висоти резервуар, та тиском газу, що у разі несправності або недосконалісті клапанних пристроїв може створювати додаткове навантаження на стінку. Для уникнення цього додаткового навантаження газовим тиском конструкції вертикальних сталевих резервуарів передбачають послаблений зварний шов для з'єднання стаціонарної покрівлі зі стінками резервуару. Такий шов має забезпечувати резервуар від руйнування у разі підвищення внутрішнього тиску за рахунок руйнування покрівлі. Однак, як наголошено в [8], світова практика показує невисоку ефективність такого захисту від руйнувань резервуарів. Часто траплялися випадки, коли покрівля резервуару не відривалася, а відривалося дно резервуару та вся циліндрична конструкція піднімалася в повітря [3]. Методику розрахунку напружень у вузлі спряження стінки сталевих вертикального циліндричного резервуара з круглим дном реалізовано в математичному середовищі Maple. Графік змін меридіанних напружень у цьому вузлі показано на рис. 2.



**Рисунок 1** – Крайові сили в стінці циліндричного резервуара та на круглому дні



**Рисунок 2** – Залежність меридіанних напружень у стінці вертикального циліндричного сталевих резервуара від відстані до дна

### Література

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 р. Київ, 2015. 365 с.

2. Гарбуз С. В. Підвищення екологічної безпеки процесу вентиляції резервуарів з нафтопродуктами. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Національний університет цивільного захисту України, Харків, 2018.

3. Чернецький В. В. Вплив теплових факторів пожежі на цілісність вертикальних сталевих резервуарів з нафтопродуктами. дис. канд. тех. наук 21.06.02 / Чернецький Володимир Володимирович. Львів, 2015. 121 с.

4. Відомчі будівельні норми України. Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа ВБН В.2.2-58.2-94. Державний Комітет України по нафті і газу, Київ, 1994.

5. Кондрашова О.Г. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров [Електронний ресурс] / О.Г.Кондрашова, М.Н. Назарова // Нефтегазовое дело. – 2004, №2. Режим доступу до журн.:

[http://www.oqbus.ru/authors/Kondrashova/Kondrashova\\_1.pdf](http://www.oqbus.ru/authors/Kondrashova/Kondrashova_1.pdf).

6. Dziuba L., Chmyr O., Lishchynska K., Tomenko V. Influence of boundary forces on the strength of a thin-walled cylindrical tank IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 1164(2021) 012045. doi:10.1088/1757-899X/1164/1/012045

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1164/1/012045/pdf>

7. Ольховий І.М., Ліщинська Х.І. Про вплив краєвих сил і додаткового газового тиску на міцність тонкостінних циліндричних резервуарів великої ємності // Пожежна безпека: збірник наукових праць. ЛДУБЖД, Львів, 2005, №7. С.28 - 31.

УДК 614.84

## **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЖЕЖНИХ ТАНКІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАТИВНИХ ЗАВДАНЬ В НЕБЕЗПЕЧНИХ РАЙОНАХ**

**Коваленко Р.І., кандидат технічних наук  
Національний університет цивільного захисту України**

В умовах війни процес гасіння пожеж в районах у яких відбуваються чи відбувалися бойові дії є надзвичайно складним та небезпечним для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП). Поряд із «класичними» небезпеками, якими супроводжується названий процес додаються небезпеки потрапляння особового складу під обстріл, а також мінна небезпека. Навіть за умови виконання вимог керівних документів щодо особливостей оперативного реагування підрозділів у населених пунктах і на територіях, що потрапляють у зону постійних обстрілів під час збройного конфлікту, які викладені в [1], на жаль, майже щодня зростає кількість загиблих та постраждалих серед особового складу ПРП. Відповідно розробка нових підходів до питання забезпечення належного рівня безпеки праці під час виконання оперативних завдань ПРП в небезпечних районах є актуальною проблемою.

Названа проблема повинна вирішуватися комплексно як організаційними так і технічними рішеннями. Одним із перспективних рішень за таких умов є використання в процесі оперативної діяльності підрозділів пожежних танків. Пожежні танки мають броньований корпус, що дозволяє забезпечити певний рівень захисту особового складу, який в ньому перебуває від прямих попадань окремих боєприпасів та осколків від них. Крім цього, пожежні танки забезпечені ємностями для вогнегасних речовин, пожежними насосами, лафетними стволами і бульдозерним обладнанням, що дозволяє використовувати їх для гасіння пожеж і розчищення проходів в завалах. Недаремно згідно [2] на територіях федеральних земель Німеччини, які залишилися замінованим після війни гасіння пожеж відбувається саме із залученням пожежних танків.

Поряд з цим є ряд обмежень та проблем під час їх застосування для гасіння пожеж. Пожежні танки можуть бути використані для гасіння пожеж на відкритих територіях, малоповерхових житлових будинків, складів, а також інших об'єктів, які мають висоту забудови, що дозволяє ефективно застосовувати стаціонарні лафетні стволи. З метою зменшення маси пожежних танків та збільшення за рахунок цього об'ємів вогнегасних речовин, що можуть ними доставлятися до місця гасіння пожежі з їх корпусу знімається частина бронелистів, що погіршує рівень захисту особового складу. Конструкція приводу на пожежний насос окремих моделей танків не

дозволяє забезпечувати подавання вогнегасних речовин в русі. Для забезпечення можливості подавання вогнегасних речовин в русі в окремих моделях пожежних танків привід встановлених на них пожежних насосів здійснюється від автономного силового агрегату, який займає частину об'єму їх внутрішнього простору. Відомі також випадки коли в процесі гасіння пожежі через брак кисню відбувалася відмова в роботі маршових двигунів пожежних танків, що стало причиною загибелі їх екіпажів через неможливість евакуюватися з небезпечної зони [3]. Значними є також габаритні розміри та маса пожежних танків, що також створює додаткові обмеження при їх практичному застосуванні. Не менш вагомою проблемою є значні витрати пального під час роботи танкових двигунів, що є однією з головних причин високої вартості їх експлуатації.

Відповідно частина проблем, що обмежують застосування пожежних танків пов'язані з їх конструктивними недоліками, які можуть бути вирішені. Наприклад, можна реалізувати гідравлічний привід пожежного насоса, що досягається встановленням гідронасоса, гідродвигуна та редуктора. Привід гідронасоса може здійснюватись від маршового двигуна пожежного танка. Це технічне рішення дозволяє не встановлювати окремий двигун внутрішнього згорання разом із системами, що повинні забезпечувати його роботу в середину корпусу пожежного танка, а це тим самим дає можливість збільшити корисний простір. Згідно [2], в моделі пожежного танку SPOT-55 реалізовано саме гідравлічний привід пожежного насоса.

В конструкції пожежного танку Fire Commander (рис. 1) передбачено розміщення засобів захисту органів дихання у вигляді ізолюючих протигазів для екіпажу з метою їх захисту від небезпечних продуктів горіння, а також встановлена система, яка забезпечує додаткове надходження необхідної кількості повітря до двигуна, що запобігає його зупинці у місцях зі зниженою його концентрацією [4].



Рисунок 1 – Пожежний танк Fire Commander



Одним із способів зменшення габаритів пожежних танків є зменшення ємностей з вогнегасними речовинами. При цьому зменшення об'єму ємностей з вогнегасними речовинами не повинно погіршувати тактичні можливості пожежних танків під час гасіння пожеж. Це можна реалізувати шляхом використання більш ефективних вогнегасних речовин порівняно з водою.

Таким чином, використання пожежних танків для цілей пожежогасіння в небезпечних районах є достатньо перспективним рішенням, яке дозволяє підвищити рівень безпеки особового складу ПРП, які задіяні в цьому процесі. Звичайно є певні складнощі та обмеження у використанні пожежних танків під час гасіння пожеж але значна частина з них пов'язана з недоліками у їх конструкції, що виходячи з аналізу проведеного у цій роботі можуть бути технічно вирішені.

### **Література**

1. 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 : наказ МВС України від 26.04.2018 р. № 340. Дата оновлення: 25.02.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#top> (дата звернення: 13.07.2022).

2. Löschpanzer SPOT-55. URL: <https://www.auto-motor-und-sport.de/neuheiten/loeschpanzer-spot-55/> (дата звернення: 13.07.2022).

3. Танки-рятувальники: народжені в Україні. URL: <https://armyinform.com.ua/2020/07/02/tanky-ryatuvalnyky-narodzheni-v-ukrayini/> (дата звернення: 23.07.2022).

4. Fire-fighting vehicle (track vehicle). URL: [www.racgermany.com/fr/produits/champ\\_petrolifere/fire\\_fighting\\_vehicle.html](http://www.racgermany.com/fr/produits/champ_petrolifere/fire_fighting_vehicle.html) (дата звернення: 23.07.2022).

**УДК 006.1****РИЗИКИ ТА БЕЗПЕКА РОЗУМНОГО БУДИНКУ****Луцяновець І. М.,****Лиса Н. К.,** доктор технічних наук, доцент,**Національний університет «Львівська політехніка»**

З розвитком всесвітньої павутини та бумом на цифрові технології тяжко собі уявити світ без соціальних мереж, популярних додатків, корисних сервісів. Попит на нові інформаційні технології (ІТ) породжує все нові й нові пропозиції, що конкурують за рівнем оригінальності та можливості цілей. Технології «всесвітньої павутини» міцно затвердились у практиці розробки та проектування інформаційних систем. Ці технології включають в себе сучасні засоби зв'язку, засоби автоматизації, засоби організації збереження, передачі, накопичення, оброблення та аналізу інформації[1].

І найпопулярнішим напрямком з усіх сфер цифрових технологій в наші часи є створення веб додатку до певної предметної області. Це доказує наймовірне зростання популярності технологій, які зв'язані з таким напрямком.

Веб додаток - це основний засіб швидко, якісно і порівняно недорого автоматизувати певний процес. Кожний бізнес прямує до створення свого власного сайту для визначених потреб. Багато варіантів вирішення проблеми роботи з інформацією, безмежною документацією знаходяться в вільному доступі Інтернету і людина, яка має бажання розвиватися, має змогу досягти в цьому напрямку великих успіхів.

В сучасному світі більшість повсякденних завдань спрощені або автоматизовані, і з кожним роком ця тенденція зростає. У побут сучасної людини щільно увійшли електроніка і технології віддаленого управління. Популярність автоматизованих систем, таких як розумний будинок, обумовлена прагненням людини до комфорту і зручності. Розумний дім – це технологія, яка об'єднує усі прилади та системи постачання в домі в єдину автоматизовану систему (BAS), яка дозволяє управляти ними, як одним цілим. Очікується, що до наступного року кількість розумних будинків у світі зросте до 478,2 мільйонів [1]. Однією з найбільших переваг технологій розумного будинку є використання пристроїв, підключених до Інтернету, для дистанційного захисту особистих помешкань. Незважаючи на те, що пристрої безпеки розумного дому легко захищають будинки від крадіжки, пошкодження чи нещасного випадку, пристрої розумного дому також створюють загрозу безпеки особистих даних.

Концепція інтелектуальної будівлі містить в собі такі положення [3]:

- Створення інтегрованої системи управління будівлею - системи з можливістю забезпечення комплексної роботи всіх інженерних систем будівлі: освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування, водопостачання, контролю доступу та багатьох інших.

- Відсутність обслуговуючого персоналу і передача функцій контролю і прийняття рішень підсистемам інтегрованої системи управління будівлею. У ці підсистеми і закладається «інтелект» – алгоритм дій у відповідь на зміну параметрів датчиків системи та інші події типу позаштатних ситуацій.

- Реалізація механізму негайного відключення і передачі, при необхідності, управління людині будь-якою підсистемою інтелектуальної будівлі.

Разом з цим людині повинен надаватися зручний і однаковий доступ до управління і відображення всіх підсистем і частин «розумного будинку».

- Забезпечення коректної роботи окремих підсистем в разі відмови загальної керуючої системи або інших частин системи.

- Наявність в будівлі прокладеною комунікаційного середовища для підключення до неї пристроїв і модулів.

- Мінімізація вартості обслуговування і модернізації систем будівлі, що має забезпечуватися застосуванням загальних стандартів у побудові підсистем, 12 автоматичне конфігурування і виявлення нових пристроїв і модулів при їх додаванні в систему.

Поряд з цим, можливість використання в якості комунікаційного середовища в системі управління різних типів фізичних каналів: слабкострумів лінії, силові лінії, радіоканал.

Дослідницький проект 2021 року показав, що типові розумні будинки вразливі до великої кількості атак даних.[2] Повідомлялося про випадки атак на розумні будинки, включно з хакерами, які дистанційно керували розумними світильниками та смарт-телевізорами [3], відмикали двері з підтримкою Інтернету речей, а також дистанційно вмикали та транслювали відео зі смарт-камер [4-6].

Атаки на пристрої розумного будинку здійснюються різними методами залежно від пристрою та протоколу зв'язку. Поширені методи атак включають:

Викрадення особистих даних. Незахищені пристрої IoT надають кібер-зловмисникам достатній простір для атаки на особисту інформацію. Це потенційно може призвести до крадіжки особистих даних і шахрайських операцій.

Викрадення пристрою та підробка зв'язку: IoT пристрої можуть бути викрадені--, тим самим передаючи контроль в руки зловмисників. Зловмисники маніпулюють пристроєм, підробляють зв'язок між двома сторонами та можуть отримати контроль над іншими пристроями, навіть над усією мережею.

Атака на відмову в обслуговуванні (DDoS): пристрої або мережеві ресурси стають недоступними для використання через тимчасове або невизначене порушення роботи служб.

Хоча деякі пристрої мають вбудовані властивості безпеки, для того, щоб розумні домашні пристрої були стійкими до атак, їхні власники повинні дотримуватися деяких основних заходів захисту.

Надійні паролі: переконайтеся, що маршрутизатори та всі пристрої мають надійні паролі. Збережені за замовчуванням паролі є найлегшою точкою доступу для хакерів.

Гостьові мережі: використовуйте гостьову мережу для налаштування розумних домашніх пристроїв, коли це можливо. Це може допомогти відокремити пристрої від конфіденційної інформації, що зберігається на ноутбуках або телефонах. Навіть якщо кіберзлочинці зламують один із пристроїв IoT, вони не зможуть проникнути в основну мережу та поставити під загрозу підключені до неї комп'ютери та смартфони.[3]

Двофакторна автентифікація: увімкнення двофакторної автентифікації, коли пристрій вимагає додаткової перевірки за допомогою мобільного пристрою або програми автентифікації, значно зменшує можливості хакерів маніпулювати пристроями.

Оновлення прошивки: хоча багато пристроїв забезпечують автоматичне оновлення, ручна перевірка та оновлення програм маршрутизаторів і пристроїв Інтернету речей гарантує, що найновіші протоколи безпеки активні, використовуйте локальне сховище замість хмари, щоб звести до мінімуму ризик атаки на дані під час завантаження їх в хмарні сховища.

Шифрування найвищого рівня: використовуйте на маршрутизаторі шифрування найвищого рівня (WPA3), щоб забезпечити безпечний зв'язок.

Брандмауери: використання брандмауерів є одним із відомих способів захисту розумних домашніх пристроїв. Брандмауер дозволяє користувачеві бачити потенційні атаки та керувати рівнем безпеки окремих підключених пристроїв. Брандмауери надсилають сповіщення хосту, коли виявляються будь-які відхилення в мережі чи пристроях.

Отже, IoT пристрої є вразливими до атак, тому розуміння ризиків безпеки персональних даних і способів їх уникнення є критично важливим. Виробники IoT пристроїв також повинні взяти на себе відповідальність за те, щоб розумні будинки майбутнього мали вбудовану безпеку як основну функцію, а не додаткову функцію. Основними правилами захисту IoT пристроїв є: використання надійних паролів, створення окремих гостьових мереж, оновлення програм, використання брандмауерів та шифрування найвищого рівня

### Література

1. Rudyk Y.I., Solyonyj S.V. IoT components integration into human life Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей V

Міжнародної науково-практичної конференції «MSIE-2021» Київ : КНУТД, 2021, С. 204-206.

2. Laughlin A. which.co.uk. [Електронне джерело]. Режим доступу: [which.co.uk/news/2021/07/how-the-smart-home-could-be-at-risk-from-hackers/](https://www.which.co.uk/news/2021/07/how-the-smart-home-could-be-at-risk-from-hackers/).

3. Patrascu M. Integrating Services and Agents for Control and Monitoring: Managing Emergencies in Smart Buildings. Service Orientation in Holonic and MultiAgent Manufacturing and Robotics. / Patrascu., 2014. – 544 с.

4. Лагун А., Рудик А., Рудик Ю. Аналіз виявлення вразливостей сучасного хостингу при тестуванні на проникнення, Захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах: збірник тез доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції, Львів, 28 листопада 2019 року. С.53-55.

5. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage [Електронний ресурс] / Dickson. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-being-forced-into-botnet-slavery/>.

6. Безнос Н.І., Рудик Ю. І., Цаль О.В. Рудик Ю.І. Впровадження систем IoT в роботу пожежного рятувальника на місці надзвичайної ситуації, Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць XVI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. Львів : ЛДУ БЖД, 2021. С. 11-14.

УДК 621.86:614.847.15

**СТРУКТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СТАБІЛІЗАЦІЄЮ  
МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ ЛЮЛЬКИ ПОЖЕЖНОГО  
АВТОПІДЙМАЧА**

**Оксентюк В.М.**, кандидат технічних наук, асистент  
**Голота Н.Л.**, студент КН-410  
**Національний університет «Львівська політехніка»**

Під час виникнення надзвичайних ситуацій у висотних будівлях як житлового, так і адміністративного характеру незамінними для використання є пожежні автомобілі [1,2]. Одним із таких автомобілів, які широко застосовуються для проведення рятувальних робіт є пожежні автопідіймачі з люлькою. Для проведення рятувальних робіт на значних висотах необхідно забезпечити переміщення люльки в задану точку простору та її нерухомість протягом усього часу роботи рятувальників, причому рух має бути плавним і рівномірним з високою точністю [1, 2]. Система повороту люльки працює в режимі позиціонування, коли необхідно перемістити люльку на заданий кут без статичної похибки, а також в режимі стабілізації. До силового електроприводу механізму переміщення люльки, що працює в режимі стабілізації та режимі позиціонування висувають різні вимоги [1].

Переміщення люльки на заданий кут повинно відпрацьовуватися із заданою точністю, без статичної похибки з обмеженням відповідних координат для даного механізму [2, 3]. Під час повороту люльки як в режимі переміщення, так і в режимі стабілізації можливі параметричні та координатні збурення [1,3]. Усі ці фактори негативно впливають на роботу систем. Робота механізму переміщення люльки на заданий кут детально розглянута в попередніх роботах, зокрема [3]. Під час роботи в режимі стабілізації електропривід (ЕП) повинен забезпечити як необхідну статичну і динамічну точність, так і плавність стеження, для запобігання так званих зривів стабілізації. У даній роботі поставлено і вирішено завдання розроблення структури системи автоматичного керування (САК) механізмом повороту люльки під час роботи в режимі стабілізації.

Під час роботи механізму повороту люльки в режимі стабілізації необхідно підтримувати положення люльки на заданому рівні [1]. Відхилення люльки від заданого положення в свою чергу спричинене збурюючими впливами. У підіймальних механізмах стріла не є абсолютно жорсткою, а тому за рахунок різноманітних збурюючих впливів під час підймання люльки на висоту 50-112 м виникають пружні коливання. До факторів, які викликають коливання люльки від заданого положення, можна віднести недосконалість виконання механічних елементів та їх з'єднань, реактивну дію вогнегасної речовини, що подається по

сухотрубках, дію реактивного моменту статичного навантаження. Крім того, усі пожежні автопідіймачі та автодрабини застосовуються повинні розглядатися, як такі, що піддаються дії вітру зі статичним тиском до  $100\text{Н/м}^2$ , що відповідає швидкості вітру  $12,5\text{м/с}$  (6 балів за шкалою Бафорта) [1]. Перераховані фактори спричиняють відхилення люльки від необхідного місця позиціонування для знешкодження аварійної ситуації.

Оскільки вимоги, що ставлять до режиму переміщення і стабілізації суттєво відрізняються між собою, тому існує необхідність розроблення САК окремо для різних режимів роботи механізму повороту люльки.

Для побудови САК механізму повороту люльки в режимі стабілізації застосовано комбінований принцип керування, математичною базою якого є теорія інваріантності [4]. Це дасть можливість забезпечити астатизм другого порядку відпрацювання лінійно-наростаючого сигналу завдання. Необхідно визначити структуру і розрахувати параметрикомпенсуючих ланок, залежно від того, вплив конкретно яких компонент похибки сигналу завдання необхідно знешкодити.

Під час роботи механізму переміщення люльки в режимі стабілізації ЕП повинен відпрацьовувати змінний у часі сигнал завдання. Зведення динамічної похибки відпрацювання лінійно-наростаючого сигналу завдання практично до нульового значення без підвищення порядку астатизму та коефіцієнта підсилення замкненої системи керування можливо за рахунок введення ланки прямого додаткового каналу керування за завданням та побудови комбінованої системи керування (рис.1). У такому випадку підсистема керування в режимі стабілізації ПС має у своєму складі регулятор положення з  $W_{РП}(p)$  та додаткову ланку за завданням з  $W_{\alpha}(p)$ , які сполучені за схемою показаною на рис. 1. Вхідними сигналами ПС є сигнали завдання  $\alpha_3$  і реального положення  $\alpha$ . Вхідним сигналом блоку  $W_{РП}(p)$  є сигнал  $\Delta\alpha$  різниці сигналів завдання і реального положення валу  $\alpha$ , а вхідним сигналом блоку  $W_{\alpha}(p)$  є сигнал завдання  $\alpha_3$ . На виході ПС формується сигнал завдання швидкості  $U_3^{шс}$  шляхом додавання сигналів  $U_{\alpha}$  і  $U_{РП}$ .

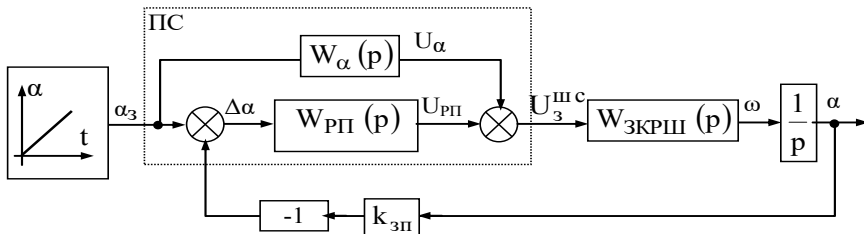


Рисунок 1 – Структурна схема системи автоматичного керування стабілізації електродпривода механізму повороту платформи пожежного автопідіймача

Сформований таким чином сигнал  $U_3^{usc}$  відпрацьовується замкнутим контуром регулювання швидкості(ЗКРШ) з астатизмом першого порядку. ЗКРШ було синтезовано у  $p\eta$ -базисіза методологією структурно-алгоритмічного синтезу систем оптимального за швидкодією керування, стійких при безмежно великому коефіцієнті підсилення [5].

За базовий варіант САК прийнято систему, побудовану за принципом підпорядкованого керування. У такому випадку замкнутий контур регулювання положення налаштовуємо на технічний оптимум, а регулятор положення РП буде пропорційного типу. Синтезування інших параметрів САК стабілізації положення люльки є предметом подальших досліджень.

### Література

1. Автодрабини пожежні. Загальні технічні вимоги та методи випробовування (EN 14043:2005, IDT) : ДСТУ EN 14043:2008. – [Чинний від 2008-12-26]. – К. ; Дерспоживстандарт України, 2008. – 176 с. – (Національний стандарт України).

2. Неклонський І.М. Будова та експлуатація пожежної техніки і обладнання: Конспект лекцій. НУЦЗУ, 2019. 229 с.

3. Кушнір А. П., Марущак Я. Ю., Оксентюк В. М. Вентильний електропривод механізму повороту платформи пожежного автопідіймача. *Пожежна безпека: Збірник наукових праць*. 2014. №24. С.103-110.

4. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. Основи електропривода. Теорія та практика. *Частина 1. Навчальний посібник*. 2020. 387 с.

5. Кушнір А. П., Оксентюк В. М., Дзьоба Я.С. Вибір системи керування швидкістю поворотом люльки пожежного автопідіймача для стендових випробувань. *Пожежна безпека : Збірник наукових праць*. 2017. №31. С.82-89.



УДК 614.846.6

## **СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У СФЕРІ ВИРОБНИЦТВА ПРОТИПОЖЕЖНИХ АЕРОДРОМНИХ АВТОМОБІЛІВ**

**Товаряньський В.І.**, кандидат технічних наук  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Сьогодні транспортна галузь світу займає передове місце. Особливо успішно розвивається цивільна авіація. Разом із основними завданнями її діяльності важливими аспектами є охорона праці, порятунок життя та забезпечення здоров'я людини. Аеродроми, аеропорти та злітно-посадкові смуги є об'єктами, де нерідко виникають пожежі. Статистика пожеж та авіакатастроф свідчить, що 75% з них відбуваються в аеропорту або поблизу нього. Значна увага приділяється також і повітряним суднам. Пасажирські літаки характеризуються великими пасажиромісткістю — понад 400 місць, а також сумарним об'ємом ємностей для авіаційного пального. Сучасні літаки спроможні транспортувати до 230 тисяч літрів пального, зокрема: Ан-124 — 230000 л, Boeing B.747(200) — 200000 л, Lockheed C-5 Galaxy — 185000 л [1]. При виникненні аварійної ситуації з'являється ризик пожежної небезпеки. Тому виникає необхідність виконання оперативного-тактичних дій пожежно-рятувальними підрозділами щодо порятунку членів екіпажу повітряного судна та пасажирів з використанням пристосованої техніки, до якої належать протипожежні аеродромні автомобілі. Зазначимо, що аеродромні автомобілі відрізняються від інших з категорії протипожежної техніки, що зумовлено окремими технічними вимогами. У 1960-х роках з'явилися виробники спеціалізованих автомобілів цього типу, причому Західна Європа стала орієнтиром для проектування та конструювання такої техніки. Розглянуті нижче виробники протипожежних аеродромних автомобілів впродовж тривалого часу вдосконалюють дану техніку, застосовуючи сучасні технології та рішення.

«WISS Wawrzaszek» — одна з польських фірм-виробників протипожежної техніки та обладнання. 2001 року вироблено перший аеродромний протипожежний автомобіль на шасі MAN, а в 2009 — автомобіль пожежно-рятувальний аеродромний важкого типу FELIX 8×8 TWIN ENGINE [2]. Автомобіль обладнаний двома силовими агрегатами сумарною потужністю 1030 кВт. Трансмісія автоматична. Кузов одномодульного типу. Об'єм ємностей: для води — 15 м<sup>3</sup>, піноутворювача — 1,6 м<sup>3</sup>. Маса вогнегасного порошку становить 250 кг. Насосне устаткування автомобіля — WISS-Ruberg E 100, продуктивність якого 167 л/с при напорі 10 бар. Ствол-пробійник з гідравлічним приводом, освітлювальна шогла — з пневматичним приводом.

Особливістю цього автомобіля є можливість гасіння пожежі компресійною піною, що здійснюється з використанням системи RUBERG CAFS 50 (рис.1).



**Рисунок 1** – Система RUBERG CAFS 50 аеродромного протипожежного автомобіля FELIX 8×8 TWIN ENGINE: а) – пульта управління; б) – система змішування розчину піноутворювача зі стиснутим повітрям; в) – компресорне обладнання

Функціонал системи достатньо великий: подавання піноутворювача зі стаціонарної чи сторонньої ємності, а стисненого повітря з ресивера; зміна концентрації піноутворювача і стиснутого повітря; одночасне або поетапне подавання піноутворювача, розчину піноутворювача та повітря; формування та використання тільки стиснутого повітря в якості джерела енергії для роботи пневматичного аварійно-рятувального обладнання. Сьогодні фірма-виробник забезпечує авіаційно-транспортну інфраструктуру Польщі та країн Європи автомобілями FELIX T26-700 (4×4) та FELIX F800 (6×6) v4.

Ще одним відомим виробником аеродромних протипожежних автомобілів є Австрійська корпорація «Rosenbauer International AG», яка функціонує вже понад сто років. Потрібно зазначити, що потужності виробництва охоплюють не лише протипожежні автомобілі, а й протипожежне та аварійно-рятувальне обладнання за видами. Автомобіль Rosenbauer PANTHER [3] є одним з найбільш ефективних та затребуваних засобів для ліквідації надзвичайних ситуацій на об'єктах авіації. Розроблення та виробництво систем пожежогасіння і обладнання для пожежогасіння — два основні напрямки діяльності корпорації.

Обладнання, що використовується в автомобілях серії PANTHER, є повністю інтегрованою і потужною системою. Одним з запатентованих технічних рішень австрійських винахідників є технологія ChemCore, яка впроваджена шляхом використання насадок для можливості подавання водно-порошкових вогнегасних сумішей (рис. 2). В цьому випадку використовуються насадки для стволів RM15, RM35, RM60, RM80, RM135, які різняться тактико-технічними характеристиками.



**Рисунок 2** – Загальний вигляд RM60 з насадкою ChemCore (а) та фото одночасної подачі водно-порошкових та пінних вогнегасних речовин (б)

Керування устаткуванням здійснюється з використанням електроприводу. Також можна застосовувати ручне аварійне керування. Ствол з насадкою характеризується максимальною подачею суміші вогнегасних речовин 117 л/с (робочі характеристики для води — 31 л/с, для порошку — 15 кг/с).

Висновок. Як свідчить огляд, протипожежні аеродромні автомобілі європейського виробництва є сучасними цільовими транспортними засобами. Вдосконалення цієї техніки полягає не тільки у покращенні її основних, а й додаткових систем, що позиціонують її як пристосовану техніку для ліквідації надзвичайних ситуацій повітряних суден та аеродромів. Щодо огляду сучасних зразків протипожежних аеродромних автомобілів, відзначимо лідерами-виробниками «WISS Wawrzaszek» та «Rosenbauer International AG».

### **Література**

1. Sprzęt lotniskowy. Lotniskowa Straż Pożarna. 2017 r. URL: [https://www.pilot.net/pl/sprzet\\_lotniskowy\\_lotniskowa\\_straz\\_pozarna\\_2017](https://www.pilot.net/pl/sprzet_lotniskowy_lotniskowa_straz_pozarna_2017) r (дата звернення: 06.08.2022).
2. WISS Special Vehicles Engineering URL: <https://www.wiss.com.pl/en/offer/fire-fighting-special-vehicles.html> (дата звернення: 20.08.2022).
3. Rosenbauer International AG. URL: <https://www.rosenbauer.com/en/int/rosenbauer-world> (дата звернення: 20.08.2022).

УДК 614.84 + 629.73

**ФОРМУВАННЯ ПІДХОДУ ДО УТВОРЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ  
З ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В  
ДСНС УКРАЇНИ****Маладика І.Г.**, кандидат технічних наук, доцент,**Биченко А.О.**, кандидат технічних наук, доцент,**Пустовіт М.О.**,**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля**

Поява принципово нових технічних засобів на озброєнні ДСНС України формує проблему раціонального їх використання не тільки за прямим призначенням, а і зумовлює потребу в організації їх експлуатації та оптимізації використання як технічного ресурсу.

Прикладом таких технічних засобів безумовно є безпілотні літальні апарати, що стрімко увійшли в повсякденну діяльність підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Технічне розмаїття БпЛА включає в себе моделі від звичайних споживчих (наприклад DJI Mavic, Phantom 4 тощо), які можна вільно придбати та використовувати як для розваги, так і для виконання завдань з візуального спостереження. Більш складні БпЛА мають спеціалізоване корисне навантаження, а саме: тепловізійні камери, засоби гучномовного зв'язку та освітлення, технічні засоби для перенесення вантажів тощо; пилевологозахиснені БпЛА; дрони для використання всередині будівель та споруд; БпЛА літакового типу (наприклад DJI Mavic 2 Enterprise, DJI Matrice 300, Autel EVO 2 Dual, Лелека – 100 тощо) [1].

Відповідно споживчі БпЛА набули широкого поширення та вже не є новинкою в багатьох підрозділах. Вони доволі прості у використанні, не потребують високої кваліфікації оператора і цілком придатні для проведення розвідки на місці виникнення НС.

Інший тип БпЛА – спеціалізовані – значно менш доступні внаслідок їх високої вартості, проте спектр задач, які вони виконують, важко переоцінити. Вони потребують операторів, що мають високий рівень підготовки, є складними як у використанні, так і в технічному обслуговуванні.

Відповідно постає задача раціонального розподілу БпЛА по територіальним підрозділам таким чином, щоб з одного боку забезпечити легкий доступ до використання БпЛА для вирішення таких простих задач як розвідка надзвичайних ситуацій (спостереження за осередками виникнення НС, в тому числі пожеж; оцінка шляхів введення сил та засобів; оцінка процесу ліквідації НС; збір даних для оцінки збитків і т.ін.), візуальне спостереження за процесом ліквідації НС, здійснення пошукових робіт в денний час.

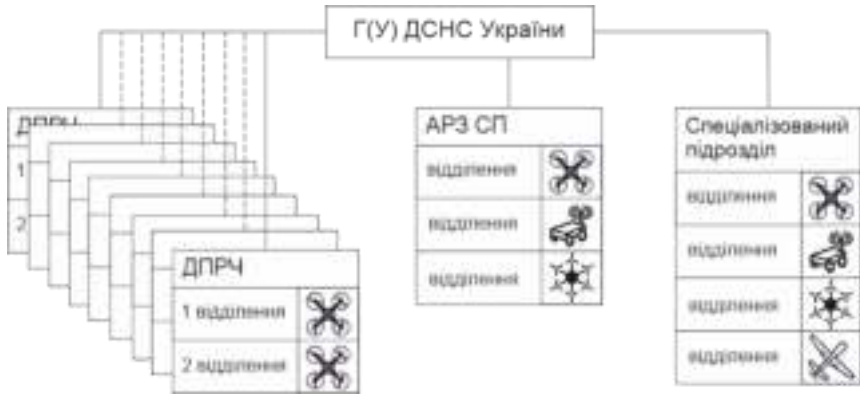
З іншого боку – використання спеціалізованих БпЛА. Спектр задач, що виконують такі БпЛА залежить від їх технічного оснащення, конструктивних особливостей, тож для повсякденного використання такі технічні можливості можуть бути надлишковими. По суті, спеціалізовані БпЛА призначені для виконання спеціальних робіт на місці ліквідації надзвичайної ситуації, що зумовлює відсутність потреби в них під час виконання типових робіт. На нашу думку, бажано створити таку структуру використання БпЛА в підрозділах ДСНС, яка б дозволила це зробити.

Ця структура повинна передбачати розподіл БпЛА за їх технічними характеристиками умовно відносячи їх до двох категорій, наприклад: БпЛА початкового рівня (споживчі) та більш складних (спеціалізовані).

Забезпечити легкий доступ до БпЛА споживчого рівня можливо лише за умови їх розміщення в кожному територіальному підрозділі ДСНС України (пожежно-рятувальної частині), а в подальшому – в оснащенні кожного відділення на протипожежній та аварійно-рятувальній техніці. Звісно, зрозуміло що на сьогоднішній день кількість БпЛА такого типу не дозволить оснастити кожен підрозділ, а тим більше відділення, проте на першому етапі необхідно починати оснащення з більш крупних підрозділів (наприклад, пожежно-рятувальних загонів), поступово насичуючи усі підрозділи. Це дозволить покращити можливості підрозділів з проведення розвідки, пошуково-рятувальних робіт та з метою визначення необхідних ресурсів для ліквідації надзвичайних ситуацій.

Оскільки спеціалізовані БпЛА є апаратами вищого рівня як за складністю використання, так і за спектром виконуваних завдань, тому вони потребують, в першу чергу операторів з іншим рівнем підготовки та високим рівнем кваліфікації; інших вимог до їх транспортування до місця застосування, більшим часом підготовки БпЛА до виконання завдань за призначенням. Виходячи з досвіду використання спеціалізованих БпЛА, частота їх використання буде значно нижчою, ніж у БпЛА початкового рівня.

Таким чином доцільним є створення спеціалізованих підрозділів при територіальних органах управління, персонал яких за посадовими обов'язками буде залучено до експлуатації спеціалізованих БпЛА та робототехнічних систем, які також можуть використовуватись під час виконання завдань за призначенням. У випадку необхідності залучення, такі підрозділи повинні забезпечувати використання БпЛА та роботизованих систем у найкоротші терміни. Організація їх діяльності може здійснюватись як у форматі чергування, так і у режимі дій за сигналом «Збір» (рис. 1).



**Рисунок 1** – Структурна схема розподілу БпЛА в Г(У) ДСНС в областях

Для забезпечення роботи такого підрозділу його необхідно укомплектувати спеціалізованими транспортними засобами, що дозволять доставити БпЛА та інші робототехнічні системи до місця ліквідації НС, здійснювати їх обслуговування під час застосування за призначенням, заряджання елементів живлення на місці НС, забезпечення надійного зв'язку з можливістю передачі відео- та фото контенту в режимі реального часу тощо.

Така система, з одного боку, дозволить забезпечити вільний доступ підрозділам ДСНС до засобів проведення повітряної розвідки, з іншого боку, створить підґрунтя для раціонального використання спеціалізованого обладнання із забезпеченням його належної експлуатації, що повинно позитивно вплинути на ефективність діяльності підрозділів ДСНС України.

Також, окремим питанням вбачається створення нової класифікації БпЛА в системі ДСНС України, яка б не йшла в розрізі існуючих систем класифікації БпЛА в Україні та світі, а доповнювала б її ознаками, що відповідають їх функційному призначенню, складності використання та іншими параметрами, важливими для потреб служби. Це дозволило б більш ґрунтовно та виважено підійти до утворення підрозділів з використання безпілотних літальних апаратів в ДСНС України.

### Література

1. І.Г. Маладика, А.О. Биченко, М.О. Пустовіт; М.Ю. Удовенко. Перспективні напрями використання безпілотних літальних апаратів в діяльності оперативного-рятувальної служби цивільного захисту. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій», 2020. Черкаси, ЧПБ. с. 95-96.

## МЕНЕДЖМЕНТ БЕЗПЕКИ

УДК (UDC) 620.191.33: 669.788

### HYDROGEN INFRASTRUCTURE FIRE AND EXPLOSION SAFETY MANAGEMENT DUE TO CURRENT EUROPEAN UNION DIRECTIVES

**Balitskii A.I.**, prof.<sup>1,2</sup>,  
**Ivaskevich L.M.**, dr.<sup>1</sup>,  
**Balitska V.O.**, dr.<sup>3</sup>,  
**Pudlo T.**, mgr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karpenko Physico-Mechanical Institute National Academy of Sciences of Ukraine,  
<sup>2</sup>West Pomeranian University of Technology in Szczecin  
<sup>3</sup>Lviv State University of Life Safety

The aim of the research is to implement the current requirements of the European Union directives ADR-2019 (concerning the conditions for safe transport of hydrogen), ATEX-2014 (concerning the risks to areas affected by hydrogen explosions, hydrogen fires and safe distances from facilities), PED-2014 (regarding the operation of hydrogen pressure vessels) in order to improve the efficiency and safety management of the hydrogen infrastructure based on the evaluation of the risk of hydrogen destruction of storage tanks with hydrogen receivers (with a working pressure of 9 bar), stationary electrolyzer sets (with pressure hydrogen 10 bar), hydrogen cooling elements (with a pressure of 6 bar) using fracture mechanics approaches [1-4].

Over the past 40 years, more than 100 incidents have been recorded in the hydrogen infrastructure, including 30 hydrogen fires (which can be localized by liquid nitrogen), hydrogen explosions with hard consequences [5-12].

In transport installation failures of diesel equipment, accompanied by hydrogen leakage, are as follows: leakage through flanged connections of the pipeline and fittings with hydrogen pressure tanks (up to 20%), squeezing out of rubber gaskets (covers, housing flanges) between the seal housing and the outer casing, etc., including hydrogen ignition (up to 20%), breakdown through the float's hydraulic seal (e.g. ignition in the bearing drain pipes) (up to 10%), leakage and self-ignition of hydrogen at sharp opening of the valve at the refueling station (up to 10%), leakage through sealing rubber gaskets, leakage or crack in the bearing

housing (including due to damage to the sealing insert) (up to 9%), leakage through welded joints of pipelines and tanks under hydrogen pressure (up to 6%), leakage through the horizontal joints of the end shields (up to 3%) [10-12].

In energy installation the frequency of hydrogen leakage, accompanied by ignition or "clapping" of hydrogen, was about 15%. One of the perspectives in energy is applying the hydrogen buffer with electrolyzer, hydrogen storage, fuel cells.

Automotive industry is currently undergoing changes related to the in industry is currently undergoing changes related to the ongoing global problems of environmental degradation and forces the hydrogen cars traffic, which now can realize from Norway to Portugal.

The assessment of the degree of compliance with the requirements regarding the actual capacity reserve and fatigue life of the hydrogen tank, electrolyzer column the rate of degradation of structural material properties caused by hydrogen embrittlement, etc. is made primarily on the basis of the test results of prototypes subjected to various types of loads and environmental impacts.

In accordance with the requirements of Directive 2014/34 / EU (ATEX), the manufacturer is fully responsible for the compliance of the hydrogen installation product. This also applies to products manufactured individually or for private use. The technical solutions applied by the manufacturer are subject to mandatory assessment of compliance with the essential health and safety requirements for the design and construction of devices intended for use in potentially explosive atmospheres contained in Directive 2014/34 / EU and harmonized national standards. This applies to all explosion-proof products, including: electrical equipment, non-electrical (hydrogen) equipment, components (formerly parts and subassemblies), safety, control and regulation devices, protective systems.

Equipment and protective systems used in hydrogen potentially explosive atmospheres must be properly designed. One of the main streams of activity in the field of technical safety is the preparation and implementation of the device assessment process in the field of safety measures selection, preparation of product documentation, and carrying out the necessary analyzes. A detailed analysis of the documentation is carried out in terms of completeness and compliance with the requirements of the directive, consultations on the selection of appropriate safety measures in potentially explosive atmospheres (EX), ignition risk assessment for non-electrical devices, necessary tests, product certification (ATEX), full assessment of the internal control system the production process.

In fact, some of the differences in hydrogen provide safety benefits compared to gasoline or other fuels. However, all combustible materials must be handled responsibly. Like petrol and natural gas, hydrogen is highly flammable and can behave dangerous under certain conditions. However, hydrogen can be safely handled when simple rules are followed and the user understands its behavior [10-12].



Comparison of hydrogen with other flammable materials has shown that hydrogen is lighter than air and diffuses quickly - 3.8 times faster than natural gas - which means that when it is released, it is quickly diluted in a non-flammable concentration. Hydrogen rises twice as fast as helium and six times faster than natural gas at a speed of nearly 70 km/h. Therefore, if a roof, a poorly ventilated room, or other structure is trapping gas floating, the laws of physics prevent hydrogen from stagnating in the vicinity of the leak (or in the vicinity of people using hydrogen-filled equipment). Simply put, for a fire to occur, hydrogen must first be collected in high concentration, but since hydrogen is the lightest element in the universe, it is very difficult to do so. The hydrogen structures help to float up and away from the user in the event of an unexpected release. Hydrogen is odorless, colorless, and tasteless, so the human senses will not detect any leakage. However, given the tendency for hydrogen to float rapidly, indoor hydrogen leaks would briefly accumulate under the ceiling and eventually travel to corners. For this and other reasons, the industry often uses hydrogen sensors to detect hydrogen leaks and has maintained a high level of safety in use for decades.

During combustion, hydrogen primarily produces heat and water. Due to the lack of carbon and the presence of heat-absorbing water vapor formed during the combustion of hydrogen, a hydrogen fire has much less thermal radiation compared to a hydrocarbon fire. Since hydrogen fire radiates heat near the fire (the flames themselves are just as hot), the risk of secondary fires is lower. Like any flammable substance, hydrogen can burn. However, hydrogen displacement, diffusion coefficient and small molecular size make it difficult to concentrate it and create a combustible situation. For a hydrogen fire to occur simultaneously, the appropriate concentration of hydrogen must be present, an ignition source must be present, and an appropriate amount of oxidant (e.g. oxygen) must be present. Hydrogen has a wide flammability range (4% to 74% in air) and the energy required to ignite hydrogen (0.02 MJ) can be very low. However, at low concentrations (below 10%), the energy required to ignite hydrogen is high - analogous to the energy required to ignite natural gas and gasoline in the respective flammability ranges. Hydrogen is in fact difficult to ignite at a concentration close to its lower flammable limit.

The explosion cannot occur in any container or enclosed place that contains only hydrogen atoms. The oxidizing agent, such as oxygen, must be present in a concentration of at least 10% pure oxygen or 41% air. Hydrogen can be explosive at concentrations ranging from 18.3% to 59%. While the range is wide, keep in mind that gasoline can be more dangerous than hydrogen as there is a risk of explosion with gasoline at much lower concentrations: 1.1% to 3.3%. In addition, there is a very small chance that the hydrogen will explode to the outside due to its tendency to volatilize rapidly. Hydrogen is non-toxic. It will not pollute groundwater (under normal atmospheric conditions it is a gas) and it will not pollute the atmosphere during its release.

Modern hydrogen tanks designed and manufactured in accordance with previous editions of standards and regulations for gas tanks for motor vehicles, which were approved at the time the vehicles were homologated - can still be used when the gas fuel storage systems are tight and show no signs of damage external that may affect their security. If the hydrogen storage systems are not tight or are overfilled or have damage that might affect their safety, they shall be carried, in accordance with ADR, only in emergency pressure receptacles. If the hydrogen fuel storage system is equipped with two or more valves arranged in series, the two valves shall be closed so as to be tight under normal conditions of carriage. If only one valve is functioning properly all openings, with the exception of the pressure relief device, shall be so closed as to be tight under normal conditions of carriage.

### References

1. Safety Standards for Hydrogen and Hydrogen Systems, NASA NSS 1740, 16, 2005.
2. ASME STP/PT-0003, Hydrogen Standardization Interim Report for Tanks, Piping and Pipelines, New York, NY, USA (2005).
3. Management system standards: Comparison Between IAEA GS-R-3 and ASME NQA-1-2008 AND NQA-1a-2009 ADDENDA (Safety Reports Series N 70. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2012, 66.
4. Safety classification of structures, systems and components in nuclear power plants (IAEA Safety Standards Series No. SSG-30). International Atomic Energy Agency, Vienna, 2014, 23 p.
5. Laursen, T. Fire protection for weak citizens, Proceedings of the Nordic Fire and Safety Days, Copenhagen, Denmark, 2019; RISE Research Institutes of Sweden AB. <http://dx.doi.org/10.23699/k40z-m473>.
6. Kraaijeveld, A. Fire protection of atrisk groups by IG-541 and water based sprinklers: full scale tests, Proceedings of the Nordic 432 Fire and Safety Days, Copenhagen, Denmark, 2019; RISE Research Institutes of Sweden AB. <http://dx.doi.org/10.23699/k40z-m473>.
7. McGrattan, K.; Hostikka, S.; McDermott, R.; Floyd, J.; Weinschenk, C.; Overholt, K. Fire dynamics simulator user's guide, 6th ed., NIST special publication, 2013. <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.SP.1019>.
8. Hu, X., Jia F., Wang Z., Galea E. Grouping methods for MPS soot transport model and its application in large-scale enclosure fires. Fire Safety Journal, 2017, 9, 361-370. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.03.045>.
9. Hu, X. Numerical study of the effects of ventilation velocity on peak heat release rate and the confinement velocity in large tunnel fires. Safety Science, 2021, 142, 105359,1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105359>.
10. McGrattan, K., Hostikka, S., McDermott, R., Floyd, J., Weinschenk, C., Overholt, K. Fire dynamics simulator technical reference guide volume 1:

mathematical model, 6th ed.; NIST special publication 1018(1), 2013. <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.SP.1018>.

11. Balitskii A., Panasyuk V. Workability Assessment of structural steels of power plant units in hydrogen environments. *Strength of Materials*, 2009, 1, 52-57. <http://dx.doi.org/10.1007/s11223-009-9097-4>.

12. Balitskii A., Semerak M., Balitska V., Subota A., Wus O. Hydrogen degradation of the pressure gas tanks materials after long-term service. *Solid State Phenomena*, 2015, 225, 39-44. [dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.225.39](http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.225.39).

## POMOC HUMANITARNA W WARUNKACH WOJNY, WYBRANE ASPEKTY

Telak O., mł. kpt. dr hab. (UFU)  
Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie

Pomoc humanitarna obejmuje zagadnienia, tj.:

- ratowanie i ochrona życia ludzkiego w przypadkach zdarzeń niekorzystnych, w tym klęski i katastrofy spowodowane zjawiskami naturalnymi lub w związku z działalnością człowieka;
- udzielanie pomocy i wsparcia ludziom narażonym na długotrwałe kryzysy oraz pomoc w „zapomnianych kryzysach”;
- przeprowadzanie krótkoterminowych prac związanych z odbudową i rekonstrukcją;
- pomoc i wsparcie związane z konsekwencjami migracji ludności, spowodowanymi przez klęski żywiołowe lub katastrofy związane z działalnością człowieka;
- realizacja działań w celu zapobiegania katastrofom oraz ograniczania ich skutków. [1, 2]

Pomoc humanitarna udzielana jest na podstawie Reguł Dobrego Świadectwa: humanitaryzmu, bezstronności, neutralności, niezależności. Oznacza to, że jest ona udzielana potrzebującym bez względu na narodowość, rasę, wyznanie i poglądy polityczne, z poszanowaniem ludzkiej godności, nie wspierając żadnej ze stron konfliktów (w sytuacjach wojny lub konfliktu zbrojnego), zachowując autonomię celów humanitarnych oraz politycznych, gospodarczych i militarnych. [4] Szybkość, adekwatność i możliwie niskie koszty administracyjne są zasadami, które mają zapewniać efektywną pomoc humanitarną. [1]

Podstawę prawną udzielania pomocy humanitarnej stanowi art. 214 **Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej**. [8] Natomiast w art. 21 Traktatu o Unii Europejskiej zawarto zasady prowadzenia działań zewnętrznych UE a ust. 2 lit. g określiło zakres operacji humanitarnych. [7] Szczegółowe rozwiązania formalne daje rozporządzenie Rady dotyczące pomocy humanitarnej z 1996 r., [9] Rezolucja Parlamentu Europejskiego z 2011 r. w sprawie realizacji Konsensusu europejskiego w sprawie pomocy humanitarnej z przeglądem śródkresowym planu działania i wskazanymi dalszymi działaniami. [10]

Różnego rodzaju działania (koordynacyjne, organizacyjne, pomocowe, pomoc finansowa) w ramach pomocy humanitarna mogą być świadczone poprzez wyspecjalizowane agendy Organizacji Narodów Zjednoczonych, Unię Europejską, organizacje rządowe, Międzynarodowy Komitet Czerwonego Krzyża i Czerwonego Półksiężycy oraz organizacje pozarządowe. [3, 5]

W warunkach wojny pomoc humanitarna powoduje szereg wyzwań i problemów związanych z jej dostarczeniem. [1] Może nastąpić odmowa przyjęcia

помocy humanitarnej, blokowanie przejazdu oraz dostarczania pomocy potrzebującym, ataki na pracowników organizacji humanitarnych, co jest uważane za zbrodnie wojenną i naruszenie postanowień konwencji genewskich z 1949 r. [11, 12, 13, 14] oraz protokołów dodatkowych z 1977 r. [15] Dotarcie pomocy humanitarnej może być utrudnione ze względu na toczące się walki. Pomoc humanitarna powinna mieć charakter kompleksowy: zaczynając od zapewnienia podstawowych potrzeb (żywności, schronienia, środków higienicznych), ale również zapewniając możliwości nauki, poszukiwanie rodzin, działania długofalowe. [1, 6]

Od początku inwazji rosyjskiej na Ukrainę społeczność międzynarodowa udziela pomocy humanitarnej w różnych obszarach, poprzez liczne mechanizmy koordynujące i organizacje, w tym organizacje pozarządowe. [16] Według danych UE, ponad 17,7 mln osób w kraju będzie potrzebowało pomocy humanitarnej do końca 2022 r. [4]

Europejski Mechanizm Ochrony Ludności został aktywowany na rzecz Ukrainy i realizuje swoją największą w historii operację. Wszystkie kraje członkowskie zaoferowali pomoc, która jest dostarczana bezpośrednio na Ukrainę lub za pośrednictwem hubów logistycznych zlokalizowanych w Polsce, Rumunii i Słowacji. Udzielono również w szerokim zakresie pomocy ukraińskim uchodźcom wojennym w całej Europie. [17]

### **Literatura**

1. Galarowicz O., Polska pomoc humanitarna Państwowej Straży Pożarnej po zdarzeniach na obszarach wodnych. Wybrane aspekty, w: Ratownictwo wodne oraz inne aspekty bezpieczeństwa na obszarach wodnych, dylematy i wyzwania, red. Nauk. J. Telak, wyd. Centrum Szkolenia Policji w Legionowie, Legionowo 2017.

2. Grzebyk P., Mikos-Skuza E. (red. nauk.), Pomoc humanitarna w świetle prawa i praktyki, Warszawa 2016.

3. Polman L., Karawana kryzysu. Za kulisami przemysłu pomocy humanitarnej, Wydawnictwo Czarne, Wołowiec 2016.

4. Telak O., Państwowa Straż Pożarna w akcjach pomocy humanitarnej, „Zeszyty Naukowe” nr 2 (60)/2018, wyd. Uczelni Warszawskiej im. Marii Skłodowskiej-Curie, Warszawa 2018.

5. Zygierewicz A., Pomoc humanitarna Unii Europejskiej, Biuro Analiz Sejmowych, Warszawa 2009.

6. UN Office for Disaster Risk Reduction, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters CRED, Human cost of disasters an overview of the last 20 years (2000-2019), Nowy York 2020.

7. Traktat o Unii Europejskiej i Traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską, sporządzony w Lizbonie dnia 13 grudnia 2007 r. (Dz.U. 2009 nr 203, poz. 1569).

8. Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (wersja skonsolidowana), (Dz.U. UEC 326/47z 26.10.2012).

9. Rozporządzenie Rady (WE) nr 1257/96 z dnia 20 czerwca 1996 r. dotyczące pomocy humanitarnej (Dz.U. UE L 163 z 2.07.1996).

10. Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 18 stycznia 2011 r. w sprawie realizacji Konsensu europejskiego w sprawie pomocy humanitarnej: przegląd śródkresowy planu działania i dalsze kroki (2010/2101(INI)) (2012/C 136 E/01).

11. Konwencja o ochronie osób cywilnych podczas wojny, podpisana w Genewie dnia 12 sierpnia 1949 r. (Dz.U. 1956 nr 38 poz. 171).

12. Konwencje o ochronie ofiar wojny, podpisana w Genewie dnia 12 sierpnia 1949 r. (Dz.U. 1956 nr 38 poz.171).

13. Konwencja o traktowaniu jeńców wojennych, podpisana w Genewie dnia 12 sierpnia 1949 r. (Dz.U. 1956 nr 38 poz. 175).

14. Konwencja Genewska o polepszeniu losu chorych i rannych w armiach czynnych, podpisana dnia 27 lipca 1929 r. (ratyfikowana zgodnie z ustawą z dnia 28 stycznia 1932 r.) (Dz.U. 1932 nr 103, poz. 864).

15. Protokoły dodatkowe do Konwencji genewskich z 12 sierpnia 1949 r., dotyczący ochrony ofiar międzynarodowych konfliktów zbrojnych (Protokół I) oraz dotyczący ochrony ofiar oraz międzynarodowych konfliktów zbrojnych (Protokół II), sporządzone w Genewie dnia 8 czerwca 1977 r. (Dz.U. 1992 nr 41 poz. 175).

16. Konsensus europejski w sprawie pomocy humanitarnej P7\_TA (2011)0005 Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 18 stycznia 2011 r. w sprawie realizacji Konsensu europejskiego w sprawie pomocy humanitarnej: przegląd śródkresowy planu działania i dalsze kroki (2010/2101(INI)) (2012/C 136 E/01), Dz.U. UE. C.2012. 136E.1. Akt nienormatywny. Wersja od: 11 maja 2012 r.

17. Ukraine – European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations, [https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/where/europe/ukraine\\_en](https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/where/europe/ukraine_en) [30.09.2022].

УДК 342.125

## **БЕЗПЕКА ТУРИСТИЧНИХ ПОДОРОЖЕЙ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ**

**Бугіль С.Я.**, кандидат екологічних наук, доцент  
**Львівський національний університет природокористування**  
**Вовк С.С.**, студентка 2-го курсу факультету землевпорядкування та  
туризму  
**Львівський національний університет природокористування**

Безпека та туризм - явища пов'язані між собою та доповнюють один одного. Турист відправляючись у подорож може стикнутися з цілою низкою проблем, які при збігу обставин можуть призвести до негативних наслідків для його здоров'я та майна, погано вплинути на настрої та враження від подорожі.

Закон України "Про туризм" у розділі VIII надає гарантії безпечного перебування туристів на території України і зобов'язує органи влади та суб'єктів туристичної діяльності розробити комплекс заходів з безпеки туристів. Зокрема, в статті 26 сказано: "Місцеві органи державної виконавчої влади в галузі туризму розробляють і організують виконання регіональних програм забезпечення захисту та безпеки туристів, особливо в місцях туристичної активності [4].

В Україні діє міждержавний стандарт (ГОСТ 28681.1-95) "Туристично-екскурсійне обслуговування", який передбачає порядок розробки туристичних послуг, включаючи розгляд ймовірних ризиків, які можуть викликати негативні наслідки і спричинити шкоду здоров'ю туриста та його майну. Згідно чинного законодавством України туристичні підприємства з метою забезпечення безпеки туристів зобов'язані: повідомляти туристів про можливі небезпеки під час туристичних поїздок; створювати безпечні умови в місцях надання туристичних послуг, забезпечувати належне облаштування трас походів, прогулянок, екскурсій; виконувати спеціальні вимоги з безпеки під час надання туристичних послуг із підвищеним ризиком тощо.

Над питаннями безпеки туризму працюють відповідні міжнародні організації: Міжнародна організація праці, Всесвітня організація охорони здоров'я, Організація Об'єднаних Націй, Міжнародна організація цивільної авіації, Міжнародна морська організація та ін. Сеульська декларація "Світ і туризм", ухвалена Всесвітньою туристичною організацією 27 вересня 2001 р., містить практичні рекомендації щодо ролі туризму у сприянні миру в усьому світі.

Значно ускладнюється безпека туристичних подорожей під час воєнного стану. Туристична сфера чи не найбільше постраждала в умовах

російської військової агресії проти України. За даними деяких досліджень в Україні зараз працює лише 30 відсотків від загальної кількості турів та туристичних послуг, але і це є хорошим показником в умовах такого стану. Для подорожей люди здебільшого обирають Західну Україну – Львів, Франківщину та Закарпаття. І такий вибір цілком можна пояснити з точки зору вищого рівня безпеки перебування.

Мандрувати та пересуватися країною сьогодні не заборонено. Але, необхідно пам'ятати, що у кожній області за безпеку відповідають насамперед військова адміністрація, а також місцева влада, ДСНС, поліція та військові. Саме до них варто звертатися, щоб уточнити рівень безпеки того чи іншого туристичного маршруту.

Збираючись у мандрівку під час воєнного стану, необхідно дізнатися про наявність укриттів по маршруту подорожі. Туроператори та екскурсоводи мають формувати маршрути з урахуванням розташування укриттів. Дозволи і обмеження, які діють під час воєнного стану обов'язкові до виконання.

На сьогоднішній день в Україні заборонені такі туристичні заходи:

➤ сплави, походи, прогулянки та екскурсії по маршрутах біля критичної інфраструктури, військових та стратегічних об'єктів;

➤ масові заходи (фестивалі, концерти тощо);

➤ відвідування туристичних точок, наближені до кордонів з Білоруссю та Росією;

➤ відвідування деяких гірських маршрутів, водойм, лісів у різних областях;

➤ відпочинок на сході України, зокрема у прифронтових зонах.

Відносно безпечними є центральні та західні регіони України. Проте, і на цих територіях діють певні обмеження, які можуть відрізнятися у різних областях.

➤ У Києві та Київській області заборонено відвідувати ліси та зелені зони поза межами житлових масивів;

➤ на Черкащині можна відпочивати біля водойм, але тільки тих, які визначила ВА. Відвідування лісів категорично заборонено;

➤ на Полтавщині заборонено відвідувати ліси. Дозволено купатись, але без жодних плавзасобів, якщо це не відбувається в рамках спортивних змагань;

➤ на Волині повністю заборонено відвідувати ліси, оскільки область межує з білоруським кордоном;

➤ на Львівщині можна ходити в ліс, але заборонено в'їжджати в нього на транспорті. Винятками є лише випадки, коли лісовим масивом пролягає транзитний шлях або людина їде на велосипеді. Дозволені сплави на байдарках та катамаранах. Купатися та загорати дозволено тільки на тих пляжах, що перевірені та рекомендовані ДСНС;

➤ На Закарпатті можна ходити в ліси, але деякі маршрути для відвідування закриті. Зокрема, йдеться про частину Ужанського національного



парку та Карпатського біосферного заповідника, які межують з кордонами інших держав. Заборонена така туристична атракція, як польоти на одномоторних літаках;

➤ в Івано-Франківській області дозволено відвідувати гори й ліси. На території курорту Буковель, заборонено кататися у лісах на джипах, квадроциклах, багті та мотоциклах;

➤ на Тернопільщині дозволено відвідувати ліси, але заборонено розпалювати багаття. Проводиться туристична діяльність на водоймах області, при організації масових заходів необхідне отримання дозволу обласної військової адміністрації. Заборони на відвідування лісів немає;

➤ усі туристичні об'єкти Вінниччини працюють у звичному режимі та відповідно до своїх графіків. Дозволена туристична діяльність на водоймах окрім місць, де є об'єкти критичної інфраструктури, а також у прикордонній зоні. Відвідування лісів заборонено;

➤ у Рівненській області дозволено ходити в ліси і збирати ягоди, однак не на всій території. Заборонено відвідувати північні частини шести територіальних громад: Локницькій, Зарічненській, Висоцькій, Миляцькій, Старосільській, Березівській;

➤ на території Житомирської області дозволено збір ягід, грибів та лікарських рослин у лісах окрім територій, які знаходяться в 20-ти кілометрах від лінії державного кордону України з республікою Білорусь та місцевостей, що були тимчасово окуповані. Заборонено відвідування заповідників області. Закриті водойми, що знаходяться поруч об'єктів критичної інфраструктури. Серед закладів культури області працюють виключно ті, які мають облаштовані укриття [3].

За таких умов перед туристом постає дилема, чи варто та чи можна подорожувати під час війни? На нашу думку, відповідь – так, і навіть треба! Через великий стрес та травматичний досвід психіка українців здебільшого не в найкращому стані та потребує відновлення. Високий рівень тривожності та кортизолу в організмі може призвести до поганих наслідків не лише для ментального, а й фізичного здоров'я, тому фахівці в цій сфері радять не нехтувати туризмом та пізнавати навколишній світ, що українці активно й роблять.

Наведемо кілька правил, які необхідно знати туристам, які хочуть подорожувати Україною під час військового стану:

1. Якщо правила і обмеження в тому чи іншому регіоні невідомі, туристу потрібно звертатися до військової адміністрації, ДСНС, поліції чи військових, щоб уточнити безпечні місця для туризму і активності.

2. Коли турист буде збиратися в подорож, він повинен уточнити наявність там укриттів та сховищ (а турсервісерам потрібно розробляти такі маршрути, в яких вони є).

3. Якщо турист планує туристичну подорож, потрібно дізнатися графік роботи об'єкта, який може часто змінюватися щодо ситуації в країні.

4. Якщо це інша область чи місцевість, туристу необхідно знайти інформацію про комендантську годину, щоб бути в курсі часу, коли не можна виходити.

Саме через недотримання цих найпростіших правил у туристів та рекреантів можуть виникати проблеми та притягнення до відповідальності, тому нехтувати ними не варто.

Таким чином, одна з перших та базових потреб під час туристичних мандрівок – безпека. І саме через війну Україна не можемо її повністю задовільнити. Зарубіжні туристи теж це розуміють, тому й відкладають подорожі до України. Для того, щоб дана потреба була повністю покрита, туроператорам потрібно працювати над розробкою туристичних маршрутів на найбільш віддалених територіях, де немає бойових дій та шукати укриття й цікаві для туристів об'єкти, які зможуть привернути їх увагу.

Для того, щоб тури були оптимальними для туристів, туди варто включити:

- укриття в основних місцях перебування;
- страхування та відповідні умови;
- інструктаж з питань безпеки з усією необхідною щодо подорожі інформацією;
- уточнення щодо часу роботи об'єктів та комендантської години;
- проведення їх на більш безпечних територіях.

З огляду на ситуацію, що склалась в нашій країні, можемо зробити певні прогнози щодо розвитку туристичної індустрії. По-перше, все залежить від швидкості здобуття Україною перемоги та відновлення інфраструктури. З позитивних рис – підвищена пильність та увага до України зараз та широкий спектр ресурсів, що можуть бути використані для туристичних маршрутів та послуг.

Не можна не додати, що в Україні після війни та відбудови буде дуже багато робочих місць, обов'язково знайдеться час для креативних ідей молоді щодо розвитку туристичного бізнесу, відкриється новий туристичний ринок, повний можливостей та спрямований на національного і зарубіжного споживача.

Отже, основна проблема туристичних подорожей Україною на даний момент – війна та недостатній рівень безпеки. виправивши це, можна відродити і значно розвинути вітчизняну туристичну галузь. Туристична індустрія та уряди повинні навчитися ефективно діяти в умовах невизначеності, у тому числі керувати кризовими ситуаціями, а також розумно використовувати засоби масової інформації під час труднощів.

### **Література**

1. Барвінок Н.В. Безпека туристів під час подорожей як важливий чинник організації туризму. Актуальні проблеми безпеки життєдіяльності (24 листопада 2021 р.). С. 86-90.

2. Безпека туриста – заорука вдалої подорожі. URL: [www.legalaid.gov.ua/publikatsiyi/bezpeka-turysta-zaporuka-vdaloyi-podorozhi/](http://www.legalaid.gov.ua/publikatsiyi/bezpeka-turysta-zaporuka-vdaloyi-podorozhi/).

3. Про доцільність подорожей під час війни та майбутнє українського туризму – голова ДАРТ. URL: <https://visitukraine.today/uk/blog/579/o-celesoobraznosti-putesestvii-vo-vremya-voiny-i-budushhem-ukrainskogo-turizma-glava-dart>

4. Про туризм: Закон України від 15.09.1995 р. № 325/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/324/95-%D0%B2%D1%80#Text>

УДК 006.8

**ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА  
ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ УКРАЇНОМОВНОГО КОНТЕНТУ****Каралаш М.І.,****Лиса Н. К.,** доктор технічних наук**Національний університет «Львівська політехніка»**

Актуальність популяризації україномовного контенту спричинена нестачею таких ресурсів на просторах Інтернету, складним пошуком чи подекуди його відсутністю. Оскільки, тільки в Україні може відбуватися створення інформаційного продукту українською мовою, важливо забезпечувати і підтримувати його розвиток.

Українська мова – єдина державна мова в Україні, що закріплена конституцією, проте роками витіснялася іноземними через бажання охопити якнайбільшу аудиторію. Такі дії призвели до гострої нестачі україномовного контенту.

Протягом останніх кількох років поетапно поширювалися окремі норми Закону України «Про забезпечення функціонування української мови як державної» на різні сфери публічного життя. Останній введений етап стосувався використання державної в мережі Інтернет. Таким чином регулювання застосування української установлено законом. Такі дії є важливою опорою, що створює чіткий кордон між державною мовою та іноземними [1].

Проте україномовний контент все ще недостатньо поширений, що змушує приєднуватися до середовища, де розвинені теми, що цікавлять, іншими мовами. Тому інформаційні ресурси українською не розвиваються через втрату потенційної аудиторії.

Для вирішення такої проблеми роблять підбірки можливих рекомендацій для заохочення використання україномовного у вигляді публікацій, проте вони орієнтуються на загальну аудиторію, містять тільки найбільш популярні ресурси та не оновлюються.

Через таку ситуацію виникає потреба в інформаційній базі, яка би містила достатньо даних про україномовний контент та періодично оновлювалася модераторами чи самими користувачами. Актуальні відображені дані мотивуватимуть до використання системи та розвитку і підтримки ресурсів, створених державною мовою.

Сьогодні веб-орієнтовані системи є важливим аспектом бізнесу та частиною повсякденного життя. Використовуючи їх, як компанії, так і окремі особи можуть виконувати більше завдань, витрачаючи менше ресурсів та досягаючи цілей ефективніше [2]. Такий варіант організації системи найкраще підходить, якщо вона повинна взаємодіяти з великою кількістю інформації та користувачів.

Відповідно до даної проблематики проведемо системний аналіз досліджуваної області. Системний аналіз передбачає застосування методики розбиття цілої системи на менші частини задля вивчення, наскільки ефективно ці складові взаємодіють між собою. Один з етапів системного аналізу є аналіз проблеми, який в собі має побудову дерева проблем. Воно представляється таким чином, як графічне зображення усієї ієрархії проблематики системи. Будується на основі поділу загальної проблеми на під проблеми, як це зображено на рис 1. Графічно фігурують основний тип проблеми, тобто стовбур, інші типи проблем, як гілки, підтипи проблем – зображення гілок, і власне проблеми, тобто мається на увазі листки [1].

Побудова дерева проблем складається із трьох гілок:

Перша гілка складається:

1.1 - призначення, ціль системи, яка надалі стане вершиною дерева цілей (ДЦ);

1.2 - умови, в яких буде діяти новостворювана система (тут може застосуватись відповідний метод прогнозування);

1.3 - існуючі та перспективні способи досягнення цілей у виявлених умовах функціонування системи.

Друга гілка складається з:

2.1 - функції системи (що повинна виконувати система);

2.2 - структури частини забезпечення системи (інформаційне, програмне, апаратне (технічне), лінгвістичне, організаційне, правове забезпечення);

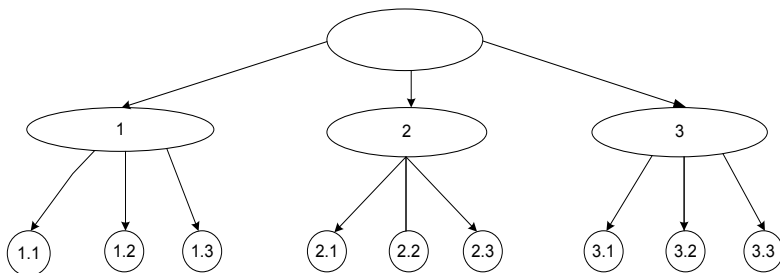
2.3 - механізму функціонування системи (пакетний, по запиту, інтерактивний (on-line), багатозадачний, розподілений, мережний) - тобто як система має діяти в раціональному режимі.

Третя гілка першого рівня розділюється на такі складові:

3.1 - характеристику способу організації розробки системи;

3.2 - організацію функціонування системи (способи взаємодії підсистем системи у визначеному раціональному режимі);

3.3 - організація взаємодії системи з іншими систем.



**Рисунок 1** – Графічне зображення декомпозованого дерева проблем  
1.1 – вершина дерева цілей (ДЦ);

Проблемою є розробка веб-орієнтованої інформаційної системи популяризації україномовного контенту, з таким функціоналом:

- Створення користувачького профілю;
- Додавання, редагування, видалення публікацій;
- Пошук контенту;
- Розбиття по категоріях та фільтрація;
- Додавання контенту в обране;
- Створення відгуків;

1.2 - умови, в яких буде існувати новостворювана система. Кількість аналогів, що мають схожий функціонал, не є багато. Здебільшого інформація такого характеру подається статтями, що містять найбільш популярні дані та не часто оновлюються.

1.3 - існуючі та перспективні способи досягнення цілей у виявлених умовах функціонування системи.

Також потрібно потурбуватись про захист та безпеку даних користувачів [3]. Щоб покращити загальну якість системи, розробники повинні ще під час створення ввести перевірку типу, формату та значень даних, що додаються у систему. Це запобігає обробці пошкоджених чи несумісних файлів, що можуть стати причиною несправності наступних у черзі на виконання компонентів системи.

Застосовується шифрування – основний процес кодування інформації для захисту від будь-кого, хто не має доступу до неї. Воно не запобігає передачі даних, але приховує вміст.

Необхідною вимогою вважається впровадження автентифікації та контроль доступу. Ефективною практикою керування обліковими записами буде: перевірка створення та надійні механізми відновлення паролів, багатофакторна автентифікація. Також можна вимагати повторний вхід у систему, якщо користувач намагається виконати певні дії у критичних частинах системи.

Шифрування на рівні обслуговування є необхідним профілактичним заходом, який можна застосувати для захисту інформації. Зазвичай це робиться за допомогою HTTPS.

Secure Sockets Layer – це технологія, яка використовується для встановлення зашифрованого з'єднання між веб-сервером і браузером. Інформація, яка передається між браузером і веб-сервером, залишається конфіденційною. SSL є стандартом для захисту даних.

Крім того, рекомендовано загальне використання SSL тому, що проблеми можуть виникнути з ресурсами, як CSS, JavaScript чи іншими файлами, якщо на них не посилаються через HTTPS і SSL [4].

Висновок. Популяризація україномовного контенту є актуальною. Найкращий варіант організації такої системи, що матиме справу з великою

кількістю інформації та користувачів, буде у вигляді веб-орієнтованої через масштабність застосування, зручність у використанні та захист даних.

### **Література**

1. 3 16 липня 2022 року - новий контрнаступ української мови! [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mova-ombudsman.gov.ua/16-lipnya-2022-roku-novij-kontnastup-ukrayinskoji-movi>

2. Горбань В., Рудик Ю. Оцінювання ефектів від впровадження проєктів для українських ЗМІ у контексті європейської інтеграції. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2014. № 10. С. 76–85.

3. Рудик Ю. І., Улинець Е. М. Принципи побудови систем управління якістю підготовки персоналу для галузі безпеки життєдіяльності. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2011. № 5, ч. 1. С. 78–82.

4. Best Practices for Developing Secure Web Applications URL: <https://www.lrswebsolutions.com/Blog/Posts/32/Website-Security/11-Best-Practices-for-Developing-Secure-Web-Applications/blog-post/>

УДК 332.012.2

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІВНИКІВ ЯК СКЛАДОВА  
КОРПОРАТИВНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ КОМПАНІЙ****Пасінович І.І.**, кандидат економічних наук, доцент  
**Національного університету Львівська політехніка**

Корпоративна соціальна відповідальність (далі – КСВ) на сьогодні є невід’ємною частиною бізнесу в розвинених країнах. В Україні цей глобальний тренд набуває розвитку, чому сприяють зростання уваги інвесторів до ESG факторів (екологічних, соціальних та управлінських аспектів роботи компанії), вимоги до прозорості компаній та необхідність їх звітування за нефінансовими показниками, підтримка Україною курсу на сприяння сталому розвитку.

За визначенням українських науковців КСВ – це імплементований у корпоративне управління певний тип соціальних зобов’язань (здебільшого добровільних) перед працівниками, партнерами, інститутами громадянського суспільства і суспільством загалом. У широкому сенсі КСВ – це бізнес-модель, яка допомагає компанії нести соціальну відповідальність перед собою, зацікавленими сторонами (стейкхолдерами) і суспільством загалом [1, с. 67]. У «Керівництві із соціальної відповідальності», розробленим Міжнародною організацією із стандартизації (ISO) зазначено, що «прихильність організації до добробуту суспільства та навколишнього середовища перетворилася на центральний критерій для вимірювання її загальної продуктивності та її здатність продовжувати ефективну діяльність» [2]. Європейська Комісія розглядає КСВ як частину внеску в сталий розвиток та Стратегію європейського економічного зростання і зайнятості.

У 2015 році Резолюцією Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 року» (Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development) було визначено 17 Цілей сталого розвитку (ЦСР), серед яких ціль 8 «Сприяння поступальному, всеосяжному і сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх». Вона, зокрема, передбачає сприяння здійсненню політики, орієнтованої на розвиток і створення гідних робочих місць, захисту трудових прав і сприяння забезпеченню надійних і безпечних умов праці для всіх працівників.

КСВ можна розглядати як інструмент досягнення Цілей сталого розвитку. Це багатоаспектний феномен, який включає дві складові: внутрішню (фокусується на задоволенні інтересів власників, працівників, менеджерів) і зовнішню (спрямована на зовнішніх зацікавлених осіб). Ключовими внутрішніми стейкхолдерами компанії є її працівники.



Охорона та безпека праці належить до внутрішньої КСВ, тобто такої, що стосується працівників підприємства. КСВ у сфері охорони праці та промислової безпеки полягає в тому, що підприємство: 1) створює належні, безпечні та здорові умови праці; 2) забезпечує достатній рівень промислової безпеки; 3) вживає заходи, спрямовані на попередження виробничого травматизму і профзахворювань; 4) забезпечує ліквідацію наслідків аварій та нещасних випадків; 5) забезпечує дотримання чинного законодавства в сфері охорони праці та впровадження міжнародних стандартів охорони праці на підприємстві [3, с. 274].

Соціально відповідальний підхід у бізнесі стимулюється і державою. Так, згідно Концепції реалізації державної політики у сфері сприяння розвитку соціально відповідального бізнесу в Україні на період до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 січня 2020 р. № 66-р, до основних напрямів розвитку соціально відповідального бізнесу у сфері трудових відносин, зокрема, передбачено:

- створення безпечних та ергономічних умов праці, проведення оздоровчих та культурних заходів;
- впровадження сучасних систем управління безпекою та гігієною праці [4]

Доводиться констатувати, що за оцінками МОП, рівень травматизму зі смертельними наслідками в Україні – один із найвищих серед європейських країн. Відтак найперше, що повинно зробити підприємство – це забезпечити безпечні й комфортні умови праці. Програми охорони здоров'я та безпеки співробітників є важливою складовою бізнес-стратегії компаній і елементом КСВ. У багатьох із них ці питання висвітлені вже в місії і цінностях та інтегровані в корпоративну культуру на рівні політик і програм.

Система забезпечення здоров'я та безпеки працівників включає такі компоненти:

- створення здорових робочих місць;
- впровадження системи менеджменту професійної безпеки та здоров'я;
- формування та підтримка культури безпеки в компанії;
- реалізація програм, спрямованих на благополуччя і здоров'я співробітників;
- профілактика професійних захворювань.

Показники професійної безпеки та здоров'я, за якими звітує компанія, поділяють на дві групи: «запізнілі» (*lagging*) і «запобіжні» (*leading*). «Запізнілі» індикатори – це традиційні показники ефективності системи забезпечення безпеки і здоров'я співробітників, що показують, скільки людей постраждало (кількість нещасних випадків, кількість захворювань чи травм, пов'язаних з роботою на 100 працюючих і т. п.).

«Запобіжні» показники орієнтовані на майбутні події та використовуються для вимірювання діяльності, що здійснюється для попередження травм і нещасних випадків. До них належать такі показники:

- кількість навчальних годин (тренінгів) з питань безпеки та здоров'я;
- кількість перевірок/аудитів з охорони здоров'я, проведених за певний період часу;
- відсоток виконаних рекомендацій за результатами аудиту;
- відсоток завершених або реалізованих програм з безпеки та охорони здоров'я;
- відсоток наявних індивідуальних засобів захисту, які відповідають вимогам законодавства і корпоративних політик;
- відсоток співробітників, залучених до прийняття рішень з питань професійної безпеки та здоров'я;
- кількість ідей і пропозицій щодо поліпшення безпеки;
- час реагування на скаргу, пов'язану з питанням безпеки і т. п.

Великі компанії, які працюють на зовнішніх ринках (експортують продукцію, мають заводи в інших країнах) регулярно оприлюднюють нефінансові звіти, в яких питанням створення безпечних і комфортних умов праці відводиться значна увага. Наприклад, у міжнародній гірничо-металургійній групі компаній «Метінвест» ще у 2008 році було створено Дирекцію з промислової безпеки та екології, затверджено Стратегію з промислової безпеки та екології, що регулярно переглядається. В компанії розробили і впровадили інтегровану систему управління промисловою безпекою, охороною праці й довкілля на основі найкращих світових практик, використовують найновіші корпоративні стандарти для зниження травматизму. Метінвест щороку підтверджує відповідність міжнародним стандартам OHSAS 18001 та ISO 14001. На всіх підприємствах компанії діють «Кардинальні правила з охорони праці та промислової безпеки» – по суті це зібрання канонів, що рятують життя. Одночасно створено систему мотивації співробітників, щоб відвертати небезпечні ситуації. На сайті підприємства зазначено: «Ми формуємо позитивну культуру безпечної роботи. Це означає, що кожен керівник відповідає за безпеку своїх підлеглих, а кожен співробітник – за свою безпеку і безпеку колег» [5].

У фармацевтичній компанії «Фармак» також велику увагу приділяють безпеці співробітників. Задля збереження життя і створення безпечних умов праці на підприємстві впроваджена сертифікована Система управління безпекою та гігієною праці. Яка відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO 45001:2018 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування». У компанії регулярно проводиться навчання з охорони праці співробітників, а також спеціальне навчання робітників, які виконують роботи підвищеної небезпеки. Всі працівники, які

влаштовуються на роботу, а також робітники підрядних організацій та відвідувачі проходять вступний інструктаж з охорони праці.

За 2020 рік було організовано та проведено навчання з питань охорони праці для 325 керівників та інженерно-технічних працівників. Спеціальне навчання пройшли 645 робітників, які виконують роботи з підвищеною небезпекою. За 2020 рік нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, аварій, аварійних ситуацій, пов'язаних з використанням небезпечних речовин, не виникало [6, с. 30].

Першочергового значення забезпеченню безпеки співробітників та підтримці найвищих стандартів охорони праці надає керівництво агрохолдингу «Миронівський хлібопродукт» (МХП). Метою є досягнення нульового рівня смертельних випадків та інцидентів у галузі охорони здоров'я та безпеки праці, які призводять до травм або мають негативний вплив на здоров'я співробітників [7, с. 39].

МХП впровадила ризикоорієнтований підхід до питань охорони здоров'я та безпеки праці відповідно до відповідних міжнародних стандартів. Цей підхід дозволяє керівництву МХП:

- визначити потенційні проблеми з питань безпеки та оцінити пов'язані з ними ризики;
- оцінити ефективність наявних заходів безпеки та за необхідності вживати заходів щодо їх поліпшення;
- підтримувати культуру інформування з питань безпеки на всіх підприємствах МХП;
- підтримувати системи управління, що запобігають нещасним випадкам, виробничим травмам і захворюванням, а також впливу небезпечних речовин на співробітників;
- мотивувати кожного на підтримання безпечних умов праці у будь-який час та регулярно оновлювати системи управління МХП відповідно до передової галузевої практики.

**Таблиця 1**

**Інформація про інциденти та інвестиції в охорону здоров'я та безпеку співробітників в компанії МХП (Україна), 2021 рік\***

	2019	2020	2021
<b>Інциденти</b>			
Загальна тривалість втраченого часу у зв'язку з інцидентами, пов'язаними з охороною здоров'я та безпекою праці, годин / днів	6616/827	3160/392	17097/1822
Кількість смертельних випадків	2	0	1
Кількість інцидентів важкого ступеня тяжкості	5	5	12
Кількість інцидентів легкого ступеня тяжкості	12	7	26
<b>Інвестиції в охорону здоров'я та безпеку праці співробітників</b>			
Загальні витрати, млн грн	52 288	66 245	118 352
Обсяг фінансування заходів з охорони здоров'я та безпеки праці як відсоток фонду оплати праці, %	0,5-3,4	0,6-4,6	0,5-8,2

	2019	2020	2021
Інциденти			
Витрати на сучасні сертифіковані засоби індивідуального захисту, млн. грн.	28 068	26 712	43 344
Навчання співробітників з питань охорони здоров'я та безпеки праці, млн. грн	1 202	1 069	1 902

Джерело: [7]

Як бачимо, в МХП все ще мають місце втрати часу у зв'язку з інцидентами, пов'язаними з охороною здоров'я та безпекою праці. В компанії усвідомлюють, що виробничий травматизм зумовлює не тільки прямі втрати (грошову компенсацію страхового випадку), але й непрямі втрати, які можуть значно перевищувати прямі. Саме тому менеджери збільшують загальні витрати в охорону здоров'я та безпеку праці співробітників.

Кожен інцидент у галузі охорони здоров'я та безпеки праці в МХП ретельно розслідується кваліфікованими фахівцями з охорони праці та безпеки, а також з метою зниження ризику їх повторення активно заохочується культура навчання. [7, с. 41].

Охороні праці приділяють увагу не лише виробничі підприємства, а й банки. Із Звіту зі сталого розвитку (2020 рік) можна дізнатися, що АТ «Перший український міжнародний банк» (ПУМБ) традиційно інвестує у створення безпечних, здорових і комфортних умов праці. За 2020 рік інвестиції ПУМБ в охорону праці та безпеку співробітників склали понад 25,5 млн грн. [8]. Служба охорони праці в умовах пандемії COVID-19 впровадила нові підходи у роботі, оскільки більша частина співробітників переведена на дистанційну роботу, та з'явилися нові вимоги щодо дотримання санітарно-епідемічних заходів під час карантину. Банк забезпечив співробітників засобами індивідуального захисту. З метою навчання співробітників діям при виникненні надзвичайних ситуацій у будівлях відділень банку проведені тестування систем автоматичної системної сигналізації, оповіщення, шляхів евакуації, а також тренування співробітників щодо евакуації на випадок пожежі. Також проводились інструктажі та перевірка знань відповідальних співробітників за виконання робіт підвищеної небезпеки, пожежної безпеки, охорони праці. Традиційно проведено технічне обслуговування вогнегасників, внутрішніх пожежних кранів, ліфтів, газового та електричного обладнання, обладнання шляхів евакуації.

У 2020 році нещасних випадків виробничого характеру в ПУМБ не зареєстровано. Проведено розслідування та оформлені матеріали щодо 81 травми не виробничого характеру. Співробітники сектора охорони праці банку ведуть постійну роботу і взаємодіють з державними контролюючими органами в сфері охорони праці, пожежної безпеки, екології та фондом соцстрахування [8].

Варто відзначити, що одним із чинників, що стимулюють складання і оприлюднення нефінансової звітності є набуття членства в Глобальному договорі ООН. Всі розглянуті вище компанії у різний час стали членами Глобального договору.

Висновки. Забезпечення безпечних і комфортних умов праці на сьогодні є складовою корпоративної соціальної відповідальності, а працівники розглядаються як внутрішні стейкхолдери. Інвестуючи в охорону праці компанії звітують про свою роботу над досягненням восьмої цілі сталого розвитку «Сприяння поступальному, всеосяжному і сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх». Питання охорони праці займають чільне місце у нефінансовій (соціальній) звітності компаній різних видів економічної діяльності. Сприяють цьому вимоги інвесторів, партнерів, кредиторів та інших зовнішніх зацікавлених осіб, які ретельно досліджують ESG показники, які характеризують компанію, щоб оцінити нефінансові ризики і її довгострокову стійкість.

### **Література**

1. Соціальна відповідальність : навч. посіб. / [А. М. Колот, О. А. Грішнова, О. О. Герасименко та ін.] ; за заг. ред. д.е.н., проф. А. М. Колота. К. : КНЕУ, 2015. – 519. – С. 67.

2. ISO 26000 «Керівництво із соціальної відповідальності». URL : <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100258.pdf>

3. Брінцева О.Г. Соціальна відповідальність в сфері охорони праці та промислової безпеки / О.Г. Брінцева // Теоретичні та прикладні питання економіки. – 2013. – Вип. 28, т. 1. – С. 271–277.

4. Концепція реалізації державної політики у сфері сприяння розвитку соціально відповідального бізнесу в Україні на період до 2030 року. Схвалена розпорядженням КМУ від 24.01.2020 р. №66-р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/66-2020-%D1%80#n8>

5. Звіт зі сталого розвитку за 2020 рік Метінвест. URL: <https://metinvestholding.com/ua/responsibility/health>

6. Звіт зі сталого розвитку за 2020 рік Фармак. URL: <https://farmak.ua/wp-content/uploads/2021/12/zvit-zi-stalogo-rozvitku.-farmak-2020.pdf>

7. Звіт зі сталого розвитку за 2021 рік МХП. URL: <https://mhp.com.ua/uk/press-releases/Zvit%20zi%20staloho%20rozvytku%20MKhP%20za%202021%20rik>

8. Звіт зі сталого розвитку за 2020 рік ПУМБ. URL: [https://about.pumb.ua/content/cmsfile/ua/press\\_content\\_\\_fuib%20cop%202020\\_ua.pdf](https://about.pumb.ua/content/cmsfile/ua/press_content__fuib%20cop%202020_ua.pdf)

УДК 004.81

**ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА ВІД ШКІДЛИВОГО  
ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ****Філіпчук Б.Ю.,  
Ткачук Р.Л.**

Інтенсивний розвиток інформаційних технологій та широке використання віртуального середовища у різних сферах діяльності передбачає збереження, опрацювання та використання великих обсягів інформації. Досить часто ця інформація носить конфіденційний характер, а частина її стосується критичних сфер діяльності, які пов'язані з енергетичною, промисловою та фінансовою сферами діяльності. Такий стан речей вимагає зосередити особливу увагу на аспектах безпечного використання інформаційних технологій (програмного забезпечення, інтернет ресурсів). Не винятком з цього процесу є і персональні девайси, які використовуються не тільки для особистих потреб, а досить часто і як робочий інструмент.

Кожного разу, виходячи у мережу, користувач наражає свій комп'ютер ризику зараження вірусами через мережу інтернет. Це шкідливе програмне забезпечення може принести низку проблем, що стосуватимуться різного ступеню репутаційних та фінансових втрат.

Щоб згодом не ламати голову, як їх усунути, і не витратити на це час, а іноді і значні суми грошей, краще відразу ж задуматися про те, як захистити свій комп'ютер від вірусів. Для цього існують спеціальні програми - антивіруси. Але не всі вони однаково корисні і можуть ефективно вберегти комп'ютер від вірусів. Запобігти зараженню можливо тільки за допомогою комплексного підходу. Тобто правильний вибір антивіруса повинен обов'язково доповнюватися вашою обережністю і розумністю дій при виході в мережу [1-3].

Шкідливе програмне забезпечення з'являється в різноманітних формах. Серед найпоширеніших видів, які можуть інфікувати цифрові дані — віруси, черв'яки, троянські програми, програми-шпигуни, програми-вимагачі та ботнети. Загрози розповсюджуються через відвідування небезпечних веб-сайтів, відкриття інфікованих вкладень електронної пошти та використання змінних носіїв. Їх автори часто використовують «соціальну інженерію» з метою викрадення особистих файлів користувачів. Наприклад, зловмисники часто використовують фішингові схеми, відправляючи інфіковані посилання на підроблені веб-сайти. Результатом атак такого виду часто стає несправність комп'ютера або отримання доступу до паролей облікового запису з метою викрадення особистої інформації. Зловмисники завжди змінюють способи розповсюдження шкідливих програм, щоб уникнути виявлення спеціалістами.

Тому ефективно програмне забезпечення використовує кілька методів їх виявлення. До них належать виявлення відомих вірусів та підозрілої поведінки за допомогою перевірки шкідливого коду або запуск їх у захищеному режимі. Також до методів виявлення відносять використання репутаційної системи, яка містить інформацію про загрози в реальному середовищі [4].

В більшості випадків таке програмне забезпечення уповільнить роботу вашого персонального комп'ютера, але слід розуміти що можуть бути ще інші наслідки а саме: пошкодити або знищити важливі для вас файли, заблокувати пристрій і вимагати внести гроші за розблокування, зловмисники можуть отримати доступ до будь-якої конфіденційної інформації: банківських рахунків, номерів і паролів кредитних карт, телефонів і т.д., перетворити ваш комп'ютер в розповсюджувач спаму або співучасника кіберзлочинів. Нам потрібно розуміти що віруси проникають в комп'ютер різними способами. Їх джерелом можуть стати диски з піратськими копіями програм, але найчастіше зараження відбувається в інтернеті через повідомлення в пошті або соціальні мережі, викачані з ненадійних джерел додатку і т.д.

У зв'язку з постійно зростаючою загрозою вірусів, потрібно знати як ми можемо себе від них захистити, і особливо коли одним персональним комп'ютером користується кілька людей (як це зазвичай відбувається в підрозділах ДСНС з обмеженим фінансуванням, коли кілька робітників мають доступ до одного і того ж самого персонального комп'ютера і це несе ще більшу загрозу нашій безпеці), для основної безпеки нам просто потрібно дотримуватися певних правил користування персональним комп'ютером які можна згрупувати у п'ятих базових правилах:

1. Використовувати на робочих комп'ютерах правила безпеки та групові політики (це потрібно коли одним персональним комп'ютером користується кілька працівників) такий метод захистить та структурує цифрові дані [5].

2. Працювати тільки з надійними ліцензійними версіями антивірусного програмного забезпечення. Вони мають розширений і покращений функціонал, регулярно оновлюються та здатні розпізнати та захистити найбільшу кількість інноваційного небезпечного програмного забезпечення [6]. Ліцензійне, сертифіковане програмне забезпечення (наприклад український антивірус Zillya. Експертний висновок ДССЗІ України №1110 від 28.05.2020, рівень оцінки Г-2) в обов'язковому порядку слід використовувати в державних установах, а особливо на підприємствах що входять до об'єктів критичної інфраструктури (ПНО, ОПН) [7].

3. Завантажувати додатки і програмне забезпечення тільки з надійних, перевірених джерел.

4. Не відкривати отримані електронною поштою повідомлення від незнайомих осіб, особливо, які містять незрозумілі вкладення (скрипти, незрозумілі символи, текст з великою кількістю орфографічних помилок і т.п.), посилання, не відкривайте їх.

5. Якщо у вас на робочому столі або в завантаженнях незрозумілим чином з'явилися файли, які ви точно не завантажували (чи сумнівається в цьому), не поспішайте їх відкривати. Так можна вберегти комп'ютер від шкідливого програмного забезпечення, та захистити загальну (локальну) мережу від несанкціонованого вторгнення [7-8].

Також слід звертати увагу на загрози що можуть нести прості файли з якими переважно працює користувач (PDF чи DOCX), їх також потрібно перевіряти на вміст шкідливого кода та скриптів, наприклад інструментом Oletools: це потужний інструментарій Python для аналізу файлів Microsoft OLE2, в першу чергу, документів Microsoft Office, таких як Word або Powerpoint files цей набір забезпечить вашу систему від компрометації [9-10].

Отже, при дотриманні певної низки нескладних правил можна на первинному рівні захистити не тільки свій комп'ютер а й корпоративну мережу від впливу шкідливого програмного забезпечення, її компрометації та несанкціонованого вторгнення. Адже дотримання правил безпеки на первинному рівні формує рівень безпеки організації, установи та держави загалом. Ми маємо розуміти що наша безпека залежить від нас, тому потрібно притримуватися нашої особистої кібергігієни.

### Література

1. Захисний комплекс Microsoft URL: [www.microsoft.com/uk-ua/security/business/security-101/what-is-malware](http://www.microsoft.com/uk-ua/security/business/security-101/what-is-malware)
2. Шкідливе програмне забезпечення URL: <https://sites.google.com/site/zagrozu/project-updates>
3. Що таке шкідливе програмне забезпечення? URL: [eset.com/ua/support/information/entsiklopediya-ugroz/vredonosnyye-programmy/](http://eset.com/ua/support/information/entsiklopediya-ugroz/vredonosnyye-programmy/)
4. Загальні рекомендації щодо зменшення наслідків від впливу шкідливого програмного забезпечення URL: [cert.gov.ua/recommendation/2502](http://cert.gov.ua/recommendation/2502)
5. Мельцов В. В., Ткачук Р. Л. Організація захисту сайту створеного за технологіями: MONGODB, ANGULAR 12, HTML5, CSS3, JAVASCRIPT, NESTJS. Збірник тез доповідей VIII Всеукраїнської заочної науково – практичної конференції “Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України” (м. Київ, 28 квітня 2022 р.). Київ, НПУ імені М.П. Драгоманова, 2022. С. 84–85.
6. Шахуб С. М., Ткачук Р. Л. Дослідження методів і засобів при запровадженні концепції BYOD на підприємстві. Збірник тез доповідей VIII Всеукраїнської заочної науково – практичної конференції “Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України” (м. Київ, 28 квітня 2022 р.). Київ, НПУ імені М.П. Драгоманова, 2022. С. 149–150.
7. Zillya URL: [zillya.ua/tipi-shkidlivikh-program-vid-trojan-do-rootkit](http://zillya.ua/tipi-shkidlivikh-program-vid-trojan-do-rootkit)



8. Засоби ТЗІ, які мають експертний висновок про відповідність до вимог технічного захисту інформації URL: <https://cip.gov.ua/ua/news/zasobitzi-yaki-mayut-ekspertnii-visnovok-pro-vidpovidnist-do-vimog-tekhnichnogo-zakhistu-informaciyi>

9. What-is-malware URL: [nordvpn.com/uk/cybersecurity/what-is-malware/](http://nordvpn.com/uk/cybersecurity/what-is-malware/)

10. Безпека інформаційно-комунікаційних систем URL: [http://virt.ldubgd.edu.ua/pluginfile.php/39805/mod\\_resource/content/3/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%201.4.pdf](http://virt.ldubgd.edu.ua/pluginfile.php/39805/mod_resource/content/3/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%201.4.pdf)

УДК 330.341

**ЕКОНОМІКО-ПРАВОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ МАЛОГО  
ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ****Дубинецька П.П., кандидат економічних наук  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

В структурі підприємництва в Україні важливе місце посідає малий та середній бізнес (МСБ). Sullivan, Steven M. Sheffrin вважають, що бізнес (також відомий як підприємство або фірма) є організацією, що бере участь у виробництві продукції, торгівлі товарами чи послугах споживачам [6].

Створення МСБ в Україні має низку переваг у порівнянні з великими підприємствами, а саме:

- МСБ може змінити структуру економіки (в країнах зі сприятливими умовами для ведення бізнесу переважну частину ВВП виробляють МСБ);
- за рахунок МСБ створюються додаткові робочі місця;
- МСБ забезпечують конкуренцію на ринку, допомагають наповнити ринок товарами й послугами, які мають попит, забезпечити швидку окупність витрат, своєчасне реагування на зміну попиту, а також дає можливість подолати галузевий монополізм.

Незважаючи на переваги МСБ існують певні причини гальмування розвитку МСБ в Україні є, зокрема:

- важкий тягар оподаткування, що примушує багатьох суб'єктів малого підприємництва перейти в тіньову економіку;
- відсутність належного нормативно-правового регулювання розвитку МСБ. Недостатньо врегульовані відносини ФОП з органами влади і управління, відсутній законодавчий механізм державної фінансової підтримки МСБ;
- обмеженість або повна відсутність матеріально-фінансових ресурсів. Багато МСБ не розпочали свою діяльність через відсутність достатньої суми стартового капіталу, власних виробничих площ та устаткування;
- недосконалість системи обліку та статистичної звітності малого підприємництва, обмеженість інформаційного та консультативного забезпечення, недосконалість системи навчання та перепідготовки кадрів для підприємницької діяльності тощо[1].

На сьогодні, уряд України визнає МСБ важливою рушійною силою в подоланні негативних тенденцій в економіці. Тому, для швидкого виходу з фінансово-економічної кризи і формування умов для поглиблення впроваджуваних ринкових реформ було прийнято програму державної підтримки МСБ, у якій визначено напрямки реалізації програми:

1. вдосконалення ринкової інфраструктури та інфраструктури, що сприятиме розвитку МСБ, подальша державна підготовка, перепідготовка та підвищення кваліфікації персоналу, в тому числі і для МСБ;

2. запровадження дієвої та ефективної системи пільг, розповсюджених на МСБ;

3. вдосконалення діючої спрощеної системи оподаткування, обліку і звітності;

4. фінансова, зокрема кредитна підтримка МСБ;

5. залучення представників МСБ до реалізації наукових, технічних, соціальних, економічних програм, здійснення організація поставок продукції (робіт, послуг) на державні та регіональні потреби [2].

Варто зауважити, що в Україні МСБ забезпечує 79% робочих місць, а серед усіх підприємств України МСБ складає 99,8%. Таку інформацію поширює Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Для порівняння, в Німеччині МСБ складає 99,7% всіх суб'єктів господарювання. Тобто, в Україні зараз навіть вищий показник. Також український МСБ створює 59% доданої вартості, що теж перевищує аналогічні показники Польщі та Німеччини. В Німеччині МСБ забезпечує державі більше половини ВВП. За даними ООН загалом на МСБ задіяно 50% трудового населення світу та виробляється від 30 до 60 % національного продукту, залежно від країни.

Ще одним важливим показником є частка експорту. Більше 98% німецьких МСБ експортують свою продукцію за кордон. В Україні ж частка загального експорту в структурі ВВП складає 16%. Тому в даний час важливо зосередитися на якісному складнику розвитку МСБ, який залежить від того, як держава впливатиме на кредитні ставки для бізнесу [5].

Отож, з наведених тверджень бачимо, що формування ринкової економіки в Україні нерозривно пов'язане із зростанням МСБ в усіх сферах, тому на наш погляд першочерговими заходами ефективної підтримки та визначення головних перспектив розвитку МСБ є:

- державна підтримка: сприяти формуванню сприятливого підприємницького клімату (привести чинні нормативно-правові акти місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування у відповідність до принципів державної регуляторної політики; розробити механізм часткового відшкодування з місцевих бюджетів відсоткових ставок за кредитами, залученими суб'єктами МСБ для реалізації інвестиційних проєктів;

- міжнародна допомога (фінансова, технічна, у підготовці кадрів): розробити механізми надання матеріальної допомоги МСБ, що виробляють екологічно чисту продукцію сільського господарства, займаються її переробкою та експортом; сприяти переорієнтації вивільненої робочої сили на нові види діяльності у сільському господарстві та у сфері розвитку «зеленого туризму»; сприяти залученню безробітних, зареєстрованих у містах, до працевлаштування на новостворених робочих місцях у сільській місцевості [3];

- інтеграційна підтримка через субпідряд, франчайзинг, лізинг тощо;
- кооперування та самоорганізація МСБ на політичних та економічних засадах, а саме: спілки, асоціації, громадські об'єднання, кооперативи, мережі, стимулювати проведення регіональних конкурсів (тендерів) щодо закупівлі товарів та надання послуг малими підприємствами за кошти державних та місцевих бюджетів, а також участь підприємців у виконанні регіональних замовлень.

- професійна підготовка та ефективне управління кваліфікованими кадрами: місцевій владі необхідно сприяти самозайнятості безробітних шляхом надання їм одноразової грошової допомоги для започаткування власної підприємницької діяльності; при перепідготовці та підвищенні кваліфікації особливу увагу слід приділяти професіям, що не тільки користуються попитом на ринку праці, але й дають змогу започаткувати власну справу; проводити семінари та курси підвищення кваліфікації для всіх бажаючих розпочати підприємницьку діяльність. Для інформаційного забезпечення малих підприємців та спрощення їх доступу до необхідної інформації сформувати у регіонах бази даних, які будуть нагромаджувати та впорядковувати інформацію щодо норм чинного законодавства України; інформаційно-аналітичні матеріали відносно розвитку підприємництва регіону, цінової ситуації, регуляторної політики, наявних банківських установ та кредитних спілок з переліком їх послуг у сфері кредитування суб'єктів МСБ [4].

Виходячи з цього, уряду країни й надалі потрібно покращувати ситуацію у сфері МСБ, зокрема шляхом створення відповідної правової бази розвитку МСБ, фінансово-кредитну та матеріально-технічну підтримку, науково-методичне, інформаційно-консультативне та кадрове забезпечення МСБ.

### Література

1. Мескон М.Х., Хедуори Ф. Основи менеджмента- М.: Дело, 2004
2. Іванілов О. С. Економіка підприємства : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О. С. Іванілов. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 728 с.
3. Васильєва Д.В. Актуальні проблеми розвитку малого бізнесу в Україні / Д.В. Васильєва // Механізм регулювання економіки, 2011, № 3.
4. Тимченко О.І. Проблеми та перспективи розвитку малого підприємництва в регіонах України / О.І. Тимченко // Ефективна економіка № 6, 2015.
5. Матеріали з порталу «Еспресо» URL: [https://espresso.tv/article/2017/07/11/malyu\\_seredniy\\_biznes](https://espresso.tv/article/2017/07/11/malyu_seredniy_biznes)
6. Sullivan, arthur; Steven M. Sheffrin (2003). Economics: Principles in action. Upper Saddle River, New Jersey 07458: Pearson Prentice Hall. с. 29. ISBN 0-13-063085-3.

УДК 005.8+614

## **МЕНЕДЖМЕНТ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ СПОРТИВНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

**Івануса А.І.**, кандидат технічних наук, доцент,  
**Кобилкін Д.С.**, кандидат технічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Проблематика безпечної евакуації людей із об'єктів різного типу призначення інтенсивно досліджується провідними вченими України та світу. Їх результати відображенні у численних публікаціях та представлені у нормативно-правових актах, рекомендаціях, правилах тощо. Складність досліджень полягає в тому, що евакуаційний потік людей характеризується багатьма факторами і здатен до своєї швидкої, непередбаченої видозміни на всьому етапі евакуації. Тому, на сьогодні уже існує широкий спектр робочого інструментарію для обрахунку параметрів процесу евакуації людей. Проте не існує уніфікованої моделі, яка б відображала конкретні параметри, що впливають на евакуацію людей на певному його етапі та швидко підібрати оптимальну методику розрахунку ключового параметру – часу евакуації людей.

Як бачимо із зазначеного вище інформаційного аналізу предметної області управління евакуацією людей, на сьогодні існує декілька методів визначення часу евакуації людей із споруд різного роду призначення. Проте, кожен н із цих методів передбачає проведення аналізу об'ємно-планувальних рішень у середині будівлі чи споруди, з метою визначення оптимального евакуаційного маршруту. Враховуючи той факт, що на рух людей у складі потоку впливає багато факторів, які часто призводять до видозміни його руху і складу, то обчислення його часової характеристики нерідко вимагає компіляції декількох методів обрахунку часу евакуації людей. Тому доцільно створювати візуальну модель руху людей оптимальним евакуаційним маршрутом, яка б показала які саме фактори впливають на рух людей у складі потоку на певній евакуаційній ділянці, що дозволить підібрати найбільш оптимальну методику обрахунку часу евакуації людей саме на цій ділянці й загалом [1-3, 7].

Метою наукової роботи є розроблення моделі руху евакуації людей із об'єктів спортивної інфраструктури, яка показує які саме фактори впливають на людину при її евакуації на певній ділянці евакуаційного маршруту, що дозволить швидко обрати найбільш коректні методику обрахунку часу евакуації людей із споруди в безпечну зону.

Для кращого розуміння впливу різного роду факторів на процес евакуації людей дане дослідження доцільно розглянути на конкретному

прикладі. Тому для проведенні факторного аналізу було обрано існуючий сучасний об'єкт спортивної інфраструктури (ОСІ) з масовим перебуванням людей – стадіон «Арена Львів», який збудований у рамках підготовки України до проведення Євро 2012.

Аналізуючи склад та особливості руху людського потоку, можна дійти до висновку, що сам процес евакуації людей із будь-якого об'єкту доцільно розглядати як технологічну лінію, оскільки весь евакуаційний маршрут кожної людини в складі руху потоку людей поділяється на певні своєрідні евакуаційні ділянки. Тому успіх реалізації проєкту безпечної евакуації людей залежить від ступеня оптимізації технологічної лінії процесу їх евакуації у безпечну зону. Кожен блок технологічної лінії процесу евакуації (ТЛПЕ) ми позначимо як  $Z_i$  та  $H_i$ , які характеризуються множиною вхідних  $X = \{x_1, \dots, x_k\}$  та вихідних  $Y = \{y_1, \dots, y_k\}$  параметрів, оператором  $F = \{f_1, \dots, f_k\}$ , що зв'язує ці дані  $Y=F(X)$  та часом виконання операції  $t_i$ .

Множину  $X$  вхідних параметрів, які включає блок технологічної лінії процесу евакуації можна поділити на дві підмножини:  $X_1$  та  $X_2$ . Підмножина  $X_1$  включає в себе відомі вихідні дані такі як: ширина  $\sigma_i$ , довжина  $l_i$  евакуаційного шляху, площа горизонтальної проєкції людини  $f_i$ , кількість людей в потоці  $N_i$ , напрям руху (верх, вниз, по горизонталі) та кількість поворотів потоків зацікавлених сторін проєктів тощо. До множини  $X_2$  віднесемо дані, які визначаються на окремому етапі виходячи із початкових даних підмножини  $X_1$ : щільність, інтенсивність та швидкість руху зацікавлених сторін, час евакуації попереднього евакуаційного шляху тощо.

У дійсності ТЛПЕ відвідувачів із стадіону в безпечну зону має дуже велике число блоків і, відповідно, ще більше число інтегрованих зв'язків, яких між двома блоками може бути декілька.

Використовуючи імовірнісний метод та оптимізаційний синтез гнучких технологічних ліній, евакуацію відвідувачів стадіону в безпечну зону представимо у вигляді топологічних моделей безпеко-орієнтованого управління потоками людей. Загальний вигляд вербально-топологічної моделі процесу евакуації людей із секторів стадіону в безпечну зону наведений на рис. 1. Модель утворюється в результаті об'єднання послідовної та паралельної схем ТЛПЕ людей із ОСІ, оскільки такий процес проходить одночасно і незалежно один від одного із усіх секторів та приміщень споруди. Тому блоки, які описують рух відвідувачів стадіону в ТЛПЕ утворюють «деревоподібну» топологічну модель.



Рисунок 1 – «Деревоподібна» вербально-топологічна модель безпеко-орієнтованого управління евакуацією людей із ОСІ

Розроблені топологічні моделі дали можливість провести аналіз руху людей по споруді, синтезувати евакуаційну систему стадіону з урахуванням нормативно-правової бази та виявити найбільш навантажені евакуаційні ділянки (критичні шляхи), «вузькі» місця та буферні зони, які потрібно враховувати при безпеко-орієнтованому розподілі людських потоків для забезпечення своєчасної евакуації людей із стадіону у безпечну зону.

Таким чином, використовуючи розроблені моделі та методику розрахунку часу евакуації людей із споруд різного роду призначення, що наведена в [4-6, 8], можна провести оптимізацію евакуаційної системи стадіону «Арена Львів» загалом. Розрахунки часу евакуації людей із стадіону в безпечну зону можна проводити засобами Excel, або створити спеціалізований програмний продукт такий як, наприклад, «ТОПАЛ-ЕВАКАС».

### Література

1. Boyce, K. E., Tavana, H., & Aghabayk, K. (2021) A comparative study of flows through funnel-shaped bottlenecks placed in the middle and corner. *Collective Dynamics*. <https://doi.org/10.17815/CD.20XX.X>
2. Jianyu W, Jian M, Peng L, Juan C, Zhijian F, Tao L, et al.: Experimental study of architectural adjustments on pedestrian flow features at bottlenecks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* vol. 2019(8), pp. 083402-083402 (2019), doi:10.1088/1742-5468/ab3190
3. Zachko O., Golovyati R., Yevdokymova A. Development of a simulation model of safety management in the projects for creating sites with mass gathering of

people / O. Zachko, // East-ern-European Journal of Enterprise Technologies. –2017. Vol. 2, Issue 3 (86). –P. 15–24. doi:10.15587/1729-4061.2017.98135.

4. Kovalyshyn V. V., Khlevnoy O. V., Kharyshyn D. V. Primary school-aged children evacuation from secondary education institutions with inclusive classes. Sciences of Europe. Praha, 2020. Vol 60. P. 53–56.

5. Ivanusa A. «Project of forming «culture and safety» of the airport» // MATEC Web of Conferences, V. 247, 00045 (2018) URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/20182470004>

6. Yemelyanenko S., Ivanusa A., Klym H. Mechanism of fire risk management in projects of safe operation of place for assemblage of people // Computer sciences and information technologies (CSIT 2017), September 05-08, 2017, Lviv, Ukraine, p. 305-308.

7. Kobylkin, D., Zachko, O., Ratushny, R., Ivanusa, A., Wolff, C. Models of content management of infrastructure projects mono-templates under the influence of project changes // CEUR Workshop Proceedingsthis link is disabled, 2021, V. 2851, pp. 106–115.

8. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 163 с.

9. Guide to Safety at Sports Grounds: ISBN 9780117020740. Fifth edition: First published 2008.



УДК 65.012.32+355.01(043.2)

## **МЕНЕДЖМЕНТ БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ВІЙНИ**

**Перетятко Л.А., кандидат економічних наук, доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Закономірним етапом розвитку сучасних суспільних відносин є зміщення фокусу з державної безпеки на безпеку людини. Державна безпека і безпека людини мають не протиставлятися, а взаємно доповнювати одна одну. Ситуація ускладнюється ще й фактором збройних конфліктів, які утримують на першому плані проблематику традиційної жорсткої державної безпеки.

Сьогоднішня реальність воєнного конфлікту Україна-Росія поставила безпрецедентні вимоги та виклики для керівників вітчизняного бізнесу. Глибину впливу, яку війна має і матиме на людей, підприємства, суспільство та економіку країни в цілому, не можна недооцінювати. Після початку війни в Україні значна кількість фірм та організацій вимушено припинили свою діяльність. За даними ООН, за перші два тижні війни з України виїхало понад 2,5 млн людей. На сьогодні ця цифра сягнула близько 5 млн.

В умовах постійно зростаючої тривоги у суспільстві роботодавці часто стає головним орієнтиром для працівників щодо отримання своєчасної та достовірної інформації про розвиток ситуації в країні та світі. Це накладає на функцію HR менеджера підвищену відповідальність за формування відповідної комунікаційної стратегії у компанії. Керівники підприємств мають контролювати, щоб працівники вчасно отримували перевірену інформацію щодо: необхідних в період воєнного стану ліній зв'язку зі службами першої необхідності, контактів волонтерських центрів, корисні мапи щодо забезпечення їжі/води/ліків в регіонах їх перебування тощо.

Тактика менеджменту безпеки персоналу в умовах війни має формуватися комплексно та спиратися на чітке розуміння усіх наслідків кожного прийнятого рішення.

Слід відмітити, що криза – це не лише час можливостей, а й загроза для бізнесу. В таких умовах змінюються робітничі ритми, у співробітників з'являються нові звички. Одні можуть стати основою для корисних бізнес-рішень, інші можуть бути небезпечні для компанії. Тому підприємствам доцільно розробляти антикризову політику менеджменту безпеки персоналу в умовах війни. Така антикризова політика повинна бути реалістичною, творчою, орієнтованою захист працівників на сталий розвиток підприємства. Успішна реалізація антикризової стратегії менеджменту безпеки персоналу в умовах війни відбувається на основі розроблених тактичних, оперативних та короткострокових планів організації.

Одним з головних завдань HR менеджменту в умовах війни є адаптація колективу до обставин. Необхідно розуміти, що напруження впливає на кожного. Хтось може більш-менш самостійно впоратись з ним та продуктивно працювати, проте у більшості людей ефективність праці може знижуватися. Ситуація в країні щодня може приносити якісь несподіванки і не дуже добрі новини. Люди всі різні та реакція на будь-які події може відрізнятись. Потрібно враховувати, що відбувається в кожному конкретному моменті та намагатись швидко адаптувати свої запити під це. Психологічний стан працівника впливає на мотивацію, а вона — на результати діяльності фірми.

Стратегія ефективного менеджменту безпеки персоналу в умовах війни має бути спрямована на досягнення високої продуктивності та низького рівня вірогідності виникнення стресу у підлеглих. Для цього повинні бути створені відповідні передумови, до їхнього числа відносяться:

- вибір обсягів та типів робіт для підлеглих відповідно до їхніх потреб, нахилів, спроможностей та здібностей;
- надання права на відмову від виконання будь-якого завдання для підлеглих, якщо не вони мають для цього обґрунтовані підстави;
- чітке визначення меж повноважень, відповідальності та виробничих очікувань для підлеглих та встановлення чіткої системи винагород за продуктивну працю;
- застосування стилю лідерства у взаємовідносинах із співробітниками.

Зросте найближчим часом і потреба у менеджерах-психологах, фахівцях із розв'язання виробничих та соціальних конфліктів, що буде наростати та переходити у площину пріоритетних завдань менеджменту безпеки персоналу в умовах війни. Провідним сучасним трендом конфліктології стосунків у менеджменті персоналу є сценарії «техніки перемовин» шляхом побудови довір'я та розгортання перемовин. Це є ефективною технологією розв'язання як соціальних, так і бізнес-конфліктів.

Все більшій актуальності буде набувати завдання удосконалення процесу формування «soft»-компетенцій менеджера, що є невід'ємною частиною професійної підготовки та передумовою ефективної діяльності у будь-якій галузі.

На нашу думку, серед дій, які слід впроваджувати бізнесу в контексті менеджменту безпеки персоналу в умовах війни слід виділити:

- виявлення та визначення напрямів впливу воєнного стану на працівників підприємства та бізнес у цілому;
- забезпечення захисту працівників та їхніх сімей одночасно з максимально можливим захистом бізнесу від коротко- та довгострокових наслідків воєнного стану;
- формування тактики менеджменту безпеки персоналу в умовах загальносвітових та національних макроекономічних та соціальних змін;

➤ вчасне реагування в умовах безперервності та небувалої динамічності змін у країні та світі.

➤ постійний безперервний моніторинг ситуації та своєчасне формулювання ключових завдань менеджменту безпеки персоналу в умовах війни для забезпечення стійкості бізнесу.

Таким чином, воєнний конфлікт вплинув на усі сфери життя, але працівники компаній поступово адаптуються та починають перетворювати негативні, на перший погляд зміни на корисні, які можуть вдосконалити та покращити бізнес-процеси. Система менеджменту безпеки персоналу в умовах війни має ґрунтуватися виключно на новітніх, часто інноваційних методах підбору, навчання, стимулювання росту та мотивування персоналу, а також забезпечення високої продуктивності та низького рівня вірогідності виникнення стресу у підлеглих.

### **Література**

1. Жосан Г.В., Кириченко Н.В. Менеджмент персоналу в умовах постпандемії та воєнного стану в Україні. Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка. Випуск 12, 2022., С. 46-51.

2. Менеджмент і безпека в умовах війни: теоретичні та прикладні аспекти: матеріали-науково-практичної інтернет-конференції (м. Львів, 13 травня 2022 року) / упоряд. В.С. Бліхар. Львів : ЛьвДУВС, 2022. 348 с.

3. Новик І.В. Менеджмент безпеки як невід'ємний складник інтегрованої системи менеджменту підприємства. Економіка та управління підприємствами. Випуск 30. 2019. С. 191-196

4. Управління та адміністрування в умовах протидії гібридним загрозам національній безпеці: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 7 грудня 2021 року). К.: ДУІТ, ХНУРЕ. 2021. 694 с.

5. Ярмолюк А. Ринок праці під час війни: як організувати HR процеси у компаніях? URL: <https://eba.com.ua/rynok-pratsi-pid-chas-vijny-yak-organizuvaty-hr-protsesy-u-kompaniyah/>

УДК 330.11

**МЕНЕДЖМЕНТ У СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНІВ****Содома Р.І.**, кандидат економічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

У сучасних умовах, децентралізація створила сильне місцеве самоврядування, здатне протистояти навіть військовій агресії, проте залишаються актуальними і потребує докладнішого розгляду питання фінансової та економічної безпеки.

Фінансова система регіонів охоплює межі двох чи більше населених пунктів, формуючи таким чином територіальні громади. Це сприяє посиленому контролю з боку громади щодо наповнення бюджету та контролю за його виконанням. У громадах з'являється значний ресурс, здатний впливати на соціально-економічний розвиток території.

Фінансова безпека громад є складовою фінансової безпеки території (регіону) в синергетичній єдності з фінансовою безпекою домогосподарств і суб'єктів господарювання, розташованих на відповідній території [1, с.101].

Модель виконання управлінського процесу оперативного планування лежить в основі прийняття якісних управлінських рішень щодо формування оперативних планів [2, с. 52]

Економічне зростання в регіонах пов'язано з інноваційними програмами та проектами, реалізація яких дозволяє громаді підвищити конкурентоздатність та покращити економіку свого середовища, але все це неможливе без спільної діяльності громади.

Механізми фінансової безпеки територіальних громад передбачають наявність стратегічного фінансового аналізу на основі якого аналізуються зовнішні й внутрішні фактори фінансової безпеки, стратегічне фінансове планування, ефективні заходи фінансової безпеки. Ключове місце у формуванні стратегії фінансової безпеки займає прогнозування в регіонах з точки зору цілей громади та фінансової спроможності.

Механізм фінансової безпеки включає методи, важелі та інструменти, які забезпечують зростання рівня фінансової безпеки щодо врахування фінансових інтересів громади. Фінансово-економічна безпека продемонстровано на рис.1.

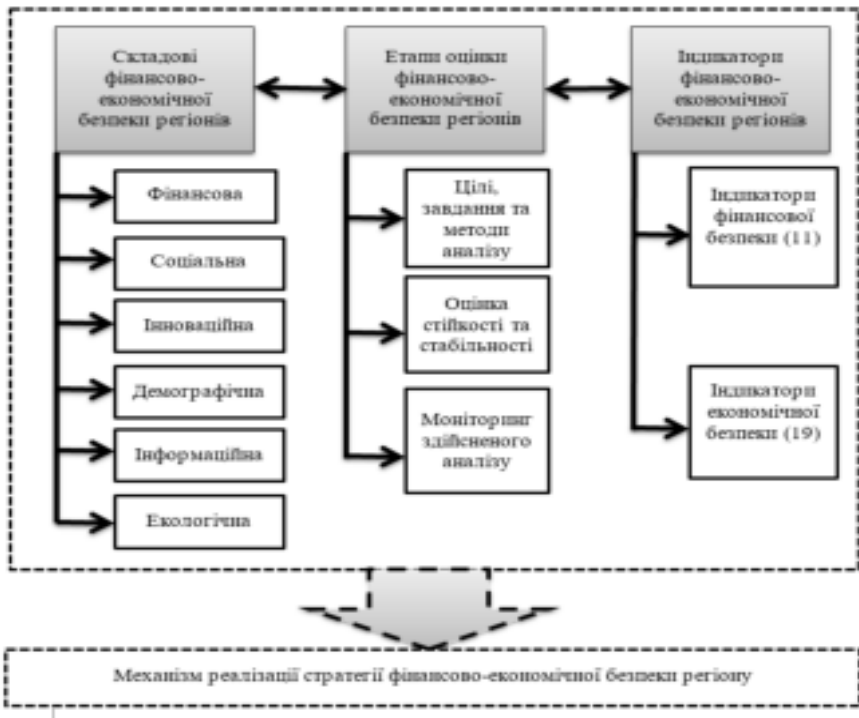
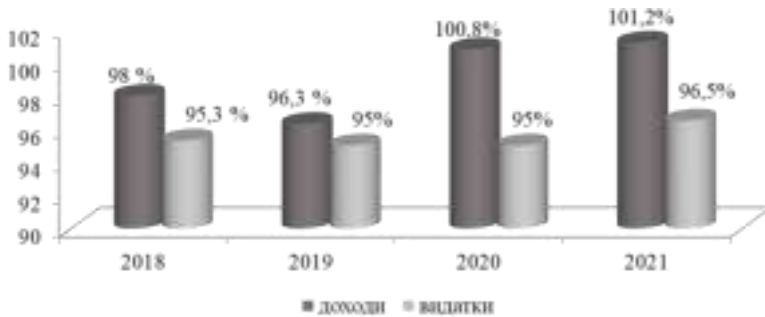


Рисунок 1 – Схема фінансово-економічної безпеки регіонів\*

\*Джерело: власна розробка

Система економічної безпеки регіону має базуватися на таких принципах: незалежність, самозабезпеченість, доступність, якість. Саме ці характеристики варто враховувати при формуванні державної політики відносно економічної безпеки регіону.

Основні фінансові загрози для регіонів в Україні спричинені війною в країні, нестабільністю валюти, неефективним оподаткуванням, відсутністю належного кредитування, значною диференціацією в оплаті праці, неефективністю державної та регіональної політик щодо стимулювання інноваційної діяльності, зростання прихованого безробіття, зниження рівня та якості життя населення. Наявність значної кількості загроз потребує впровадження заходів щодо їх мінімізації. На рисунку 2 можна промоніторити виконання бюджету громад в розрізі чотирьох років – 2018-2021 рр. Бачимо у 2021 році зростання доходів на 0,4% , проте і зростання видатків збільшується на 1,5%.



**Рисунок 2** – Виконання бюджету 2018-2021 рр.

Основні напрямки діяльності органів місцевого самоврядування мають бути спрямовані для активізації підприємництва в регіоні. Серед них:

- стабільна фіскальна політика на місцевому рівні, зокрема в рамках встановлення та адміністрування місцевих податків та зборів;
- стабільність та простота в сфері вирішення юридичних питань;
- забезпечення ефективного землекористування, формування планової та функціональної структури земельних ділянок в межах громади, інформування потенційних інвесторів про можливості використання земель громади;
- можливість ефективного використання комунального майна громади та інформування потенційних інвесторів про ці можливості;
- інформаційна політика та організаційна культура на рівні органів місцевого самоврядування стосовно інвесторів, підтримка бізнес-ініціатив на рівні місцевої влади [3, с. 109].

Для зміцнення фінансово-економічної безпеки регіонів потрібно впроваджувати інновації та підвищувати інноваційну привабливість, підтримувати розвиток бізнесу та фінансувати нові актуальні стартапи, важливим є підтримка пріоритетних галузей в регіоні, створення ефективної та конкурентної системи управління в регіоні.

Сучасні технології мають сприяти підвищенню ефективності державного управління та автономії. Конкурентоспроможність регіонів базується на здатності місцевої економіки (компаній розташованих на території громади), надавати якісні послуги, виробляти товари зазубувані на міжнародних ринках, тим самим збільшати сукупний дохід громади, створюючи зацікавленість для місцевого бізнесу, залучаючи зовнішні інвестиції в територію, заохочуючи до проживання та праці людей в цій території.

### **Література**

1. Бак Н. А. (2019) Фінансова безпека територіальних громад в Україні: сутність, структурні складові, загрози. Світ фінансів. 2019. Вип. 1. С. 98-110.

2. Коваль Н. (2021). Особливості створення інформаційної технології оперативного планування заготівлі молока на території громад. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 24, 48-56. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20784643.24.2021.06>

3. Sodoma R., Dubynetska P., Kupchak M., Lesyk L., Podzizei O., Zhuk M. (2021) Financial decentralization of territorial communities in the context of the implementation of international experience. Financial and credit activity: problems of theory and practice. Vol 6, No 41 (2021), p.100-111. <https://fkd.ubs.edu.ua/index.php/fkd/article/view/3554>

УДК 005.8:316.422

**МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ  
ПРОЄКТНИХ КОМАНД В СФЕРІ БЕЗПЕКИ****Ковальчук О.І.,****Зачко О.Б.,** доктор технічних наук, професор**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Важливим завданням із управління проекту є формування проектних команд із компетентних кандидатів та спеціалістів із різних відділів та організацій. Етап формування проектних команд безпеко-орієнтованої системи розпочинається після завершення процедури найму. Існує ряд ризиків, які впливають на успішний відбір, а саме: різні людські якості та цінності, психологічні аспекти, швидкоплинність, новизна та унікальність задач проекту. В сфері безпеки життєдіяльності учасникам слід постійно адаптуватись до зміни середовища, відповідати стандартам, нормам та діяти синхронно як один соціальний організм та колектив, який здатний досягати цілей і запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій. Інтегруючим елементом формування проектної команди виступає стратегічна мета реалізації проекту. Члени команди впливають на організаційне середовище, задаючи цінності, принципи, одночасно керуються метою управління.

Важливим фактором, який впливає на успіх реалізації мега проекту безпеко-орієнтованого середовища є кадровий менеджмент, що вимагає докорінних змін та оновлень змодельованих з успішними країнами Європейського союзу, членів НАТО та Сполучених Штатів Америки. Для цього слід використовувати проектний підхід, який зарекомендував себе з позитивної сторони у всьому світі. Він вимагає нових методик відбору членів проектних команд, їх якісної експертної оцінки, використання сучасних інформаційних систем HRM (Human resource manage system), якісно нової структури інформаційної системи підтримки прийняття рішень використовуючи оптимізовані комп'ютерні моделі із системами управління баз даними.

Необхідно враховувати негативні умови внутрішнього та зовнішнього середовища України, які впливають на досягнення цілей портфелю проєктів: міжнародна геополітична ситуація, бюрократія та незавершеність системи реформ, що вимагають оновлення нормативної бази, неефективне планування (в тому числі і людськими ресурсами), уразливість інформаційної інфраструктури, недосконалість системи відбору, підготовки фахівців в нестабільному динамічному середовищі, відтік з держави висококваліфікованих спеціалістів та плинність кадрів, корупція та високий рівень злочинності, наявність у суспільстві суперечностей, складне економічне становище, недостатній моніторинг та контроль важливих та ключових



процесів у формуванні проектних команд безпеко-орієнтованої системи, невизначеність цілей національних інтересів, що формуються в процесі трансформації та глобалізації світу потребують структуризації процесів завдяки методології проектного підходу з формалізацією життєвих циклів з врахуванням специфіки сфери діяльності.

Завдяки індексним методам можна виміряти спостережувані показники та фактори для подальшої експертної оцінки. Індексний метод (популярний та потужний інформативний інструментарій), який спрямований на загальне кількісне дослідження ступеню впливу окремих факторів на загальний результат за допомогою відносних величин. Цей метод доцільно використовувати щодо системного аналізу продуктивності окремих членів команди, що являє собою обсяг робіт якісно виконаних за одиницю часу (в нашому випадку - це результати конкурсу, які в подальшому будуть враховані в оцінюванні учасників) із відносним порівнянням портрета «ідеального кандидата».

На теперішньому ринку IT-продукції наявні автоматизовані системи управління персоналом умовно можна поділити на такі, що базуються на концепції ERP, CRM-системи (менеджмент відносин із клієнтами), фінансово-аналітичні системи, довідкові системи, системи захисту інформації, системи проектування CASE засобами.

ERP (Enterprise Resource Planning, планування ресурсів підприємства) - організаційна стратегія інтеграції виробництва та операцій, управління трудовими ресурсами, фінансового менеджменту та управління активами, орієнтована на безперервне балансування та оптимізацію ресурсів підприємства за допомогою спеціалізованого інтегрованого пакета прикладного програмного забезпечення, що забезпечує загальну модель даних та процесів для всіх сфер діяльності. ERP – це насамперед інформаційна система, яка дозволяє зберігати та обробляти більшість критично важливих для роботи компанії даних-роль аналітики.

Програмне забезпечення HRIS часто містить ряд взаємопов'язаних баз даних. HRMS (Програмне забезпечення управління людськими ресурсами) - це більш повний інструмент управління персоналом, що пропонує кілька функцій управління персоналом, таких як нарахування заробітної плати, адміністрування виплат, аналіз ефективності та огляд, а також набір та навчання. Система управління персоналом - це багатофункціональне програмне забезпечення. Тому слід бути гранично обережним, перш ніж вибрати такий для своєї компанії, HRIS має бути мобільним та зручним для користувачів. На українському ринках цей вид систем представлений переважно такими продуктами західних фірм, як "SAP", "Oracle", "BAAN", "PeopleSoft" і "Platinum".

Для автоматизації діяльності відділу кадрів, як і для будь-якого іншого відділу підприємства, розроблено цілий ряд програмних продуктів.

Вибір автоматизованої інформаційної системи (АІС) залежить від її функціональних особливостей, масштабу підприємства тощо. Перелік програмних продуктів, розроблених для кадрової служби, досить великий і постійно поповнюється. Однак далеко не всі підприємства можуть дозволити собі досить дорогі програмні продукти, а деякі організації й досі все діловодство ведуть у паперовому вигляді.

Для успішного управління організаціями необхідно вміти правильно приймати різні управлінські рішення та обирати методи їх прийняття. В статті розглядаються особливості застосування методу експертних оцінок для прийняття рішень в умовах функціонування проектних установ. Існуючі на сьогодні об'єктивні методи визначення оптимального варіанта розвитку організації в умовах невизначеності не здатні з достатньою точністю відобразити в кількісних показниках якісний зміст HR процесів і не дають змогу визначити комплексну оцінку. Тому однією із альтернатив є використання методу експертних оцінок.

Під час розв'язування задач експертного оцінювання в галузях кваліметрії та професійного відбору з використанням різних шкал виникає потреба у виявленні взаємозв'язку між кількісними та якісними показниками деяких об'єктів порівняння (ОП), якщо їх треба або можна ранжувати. Для цього використовують коефіцієнт кореляції Пірсона для шкал відношень, інтервалів та кількісної шкали, рангову кореляцію Спірмена або Кендалла та інші – для шкали порядку.

При оцінці об'єкта порівняння за кількома параметрами сумарна оцінка об'єкта проводиться наступним чином: експерти виносять судження про вагу параметрів (наприклад, про ваги критеріїв) і оцінки об'єкта згідно всіх параметрів (наприклад, оцінки альтернатив за критеріями). Аналітики обробляють отримані оцінки. Обчислюють нормалізовану вагу параметрів (наприклад, критеріїв) за формулами середнього арифметичного, середнього геометричного або середньозваженого. Потім комплексні оцінки нормалізують. Для аналізу кандидатів доцільно застосовувати індексний метод, в основу якого закладено поняття «еталонного» кандидата – таланта, який має необхідні навички для проекту. Відповідність претендента визначається на основі відношення відхилення від «ідеального кандидата» до максимального відхилення. Якщо відхилення кандидата рівно максимальному, то коефіцієнт відповідності буде рівним 0. Якщо кандидат має всі необхідні навички, то він співпадає з «потретом ідеального кандидата» і коефіцієнт відповідності рівний 1.

Індексний метод на вході отримує дані профілів претендентів і інформацію по вимогах на включення в проектну команду. В результаті генерується список профілів кандидатів, відсортованих в порядку спадання коефіцієнта відповідності претендента на проект навчання в ЗВО ЦЗ.

Найбільш відповідні кандидати будуть представлені ОНР із перших записів отриманого рейтингу.

Інформаційно-аналітична технологія професійного відбору передбачає виконання такої послідовності процедур.

1. Експертне оцінювання відповідності кандидатів визначеній моделі.
2. Попереднє оброблення результатів оцінювання. Побудова візуалізованих персонограм кандидатів. Розрахунок коефіцієнтів відповідності кожної зі складових професіограми для кожного з кандидатів.
3. Розрахунок узагальнених показників і рейтингів кожного з кандидатів та складання ранжованого списку.

Інкрементна розробка являє собою процес часткової реалізації всієї системи і функціональних можливостей. Діє по принципу каскадної моделі з перекриттями, завдяки чому функціональні можливості продукту, які придатні до експлуатації, формуються раніше. Потребує повного заздалегідь сформованого набору вимог, може початися з формування загальних цілей, які потім уточнюються і реалізуються. Інкрементна модель є розвинутою каскадною моделлю. В результаті виконання кожного інкременту одержується функціональний продукт. Використання послідовних інкрементів дозволяє об'єднати отримані результати у комплексний продукт, тобто можливість розбиття задачі на частини, якими можна ефективно керувати.

Склад програмного та технічного забезпечення залежить від конкретних умов організації діяльності підприємства, а саме від масштабів виробництва, чисельності персоналу, організаційної структури апарату управління, масштабності документообігу, потреб в оперативній та ретроспективній інформації, ступеня централізації робіт з документами тощо.

HRIS – це сукупність інтелектуальних інформаційних застосувань та інструментальних засобів, які використовуються для маніпулювання даними, їхнього аналізу і надання результатів такого аналізу кінцевому користувачеві. Сучасна СППР дає змогу передбачати ступінь впливу ухвалених рішень на подальший розвиток організації. Під багатовимірним аналізом ми розуміємо техніку подання даних з різних точок зору, або «вимірювань». Дані завантажуються у сховище у вигляді фактів, а «вимірювання» є індекси, які забезпечують простий і швидкий доступ до цих фактів з різних напрямів. Для реалізації багатовимірного аналізу потрібна підтримка спеціалізованої багатовимірної БД. Засоби багатовимірної обробки можуть бути реалізовані в межах реляційної технології. У СППР, що оперують агрегованими даними, традиційна технологія підготовки інтегрованої інформації на основі запитів і звітів стала неефективною через різке збільшення кількості та різноманітності вихідних даних. Розв'язок був знайдений і сформульований у вигляді концепції сховища даних (Data Warehouse, СД).

Використання архітектури клієнт-сервер підтримує максимальний рівень надійності зберігання, актуальність та достовірність програм, що

розраховані на багато користувачів ІС з централізованою базою даних, незалежні від апаратної частини сервера БД.

Особливостями програмного рішення є: його web-орієнтованість, адаптованість до особливостей діяльності, можливість обрання кандидатів з сформованого списку, після введення вимог до кандидата, підтримка необмеженої кількості користувачів, одночасно працюючих з базами даних, можливість створення звітів та різних документів з шаблонів.

Отже, розроблено інформаційну технологію підтримки прийняття кадрових рішень для закладу вищої освіти як експертну систему. Аналітична підсистема забезпечить організацію та супроводження діяльності приймальної комісії на всіх етапах, починаючи від аналізу плану набору здобувачів ЗВО ЦЗ. Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що удосконалені модель і методи доцільно реалізувати у вигляді програмного модуля. Це дозволяє поліпшити якість відбору кандидатів. Створена система дозволить сортувати, вибирати із списків потрібну інформацію, проводити арифметичні операції і виконувати чимало інших функцій, які дозволять автоматизувати рутинну роботу фахівця відділу кадрів.

### **Література**

1. Зачко О. Б., Рак Ю. П. Оцінка стану безпеки життєдіяльності регіонів України: інтегрований підхід. Пожежна безпека.–2008.–№ 13.–С. 86-90
2. Зачко О. Б. Методологія безпеко-орієнтованого управління проектами розвитку складних систем (на прикладі цивільного захисту): дис. докт. техн. наук : 05.13.22. Львівський державний університет безпеки життєдіял, 2015.
3. Зачко О. Б., Рак Ю. П., Рак Т. Є. Підходи до формування портфеля проектів удосконалення системи безпеки життєдіяльності. Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр.-Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008.-№ 3 (27).-С. 54-61.

УДК 005.8:316.422

## **МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ТРАНСПОРТНИХ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЕКТІВ**

**Демчина В.Р.,**

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

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Сьогодні в Україні в умовах військових дій, нових безпекових викликів та загроз, різко зростає кількість надзвичайних ситуацій, які несуть загрозу життю, здоров'ю та безпечній життєдіяльності населення і територій. Як правило, галузі інфраструктури особливо такі, як дорожня мережа і споруди, пов'язані з охороною природи, підвищеною капіталоемністю. У масштабі проекту проблема оптимізації його інфраструктури – проблема визначення таких пропорцій між нею і основними інвестиціями в проект, за яких загальна ефективність системи виявиться найвищою.

Термін «критична інфраструктура» зазвичай охоплює ті об'єкти, порушення функціонування або руйнування яких призведе до найсерйозніших наслідків для соціальної та економічної сфери держави, негативно вплине на рівень її обороноздатності й національної безпеки, а також підтримання життєво важливих функцій у суспільстві. До об'єктів критичної інфраструктури зараховують енергетичні магістральні мережі, нафто- та газопроводи, морські порти, канали швидкісного й урядового зв'язку, системи життєзабезпечення (водо- та тепlopостачання) мегаполісів, утилізації відходів, служби екстреної допомоги населенню та служби реагування на надзвичайні ситуації, високотехнологічні підприємства й підприємства військово-промислового комплексу, а також органи центральної влади. Оскремої уваги потребують об'єкти транспортної інфраструктури, такі як транспортні магістралі, транспортні підприємства державного значення, мости, морські порти, аеропорти, трубопроводи тощо. Ці об'єкти є стратегічними, тобто вразливими, і потребують особливого захисту, відповідно, можуть бути зараховані до об'єктів критичної інфраструктури транспорту. В Україні об'єкти критичної інфраструктури транспорту розташовані в усіх регіонах, відповідно, питання безпеки цих об'єктів є надзвичайно актуальним. Для формування дієвого апарату управління безпекою критичних об'єктів транспорту варто застосовувати програмний підхід. Тому для досягнення прийняттого рівня безпеки критичної інфраструктури транспорту необхідно мати дієвий механізм досягнення цього результату, якого можна досягнути шляхом формування й ефективного управління регіональними програмами безпечного функціонування об'єктів критичної інфраструктури транспорту.

Насамперед варто визначитися з поняттям «програма» та її основними складниками. Згідно з методикою Р2М, програма визначається як органічне об'єднання групи проектів, які спрямовані на досягнення місії програми. Існує два типи програм: перший – програми, в яких концепція із самого початку є в певною мірою загальною для всіх зацікавлених сторін (операційний тип програми), і другий – програми, які ініціюються за умови, що концепція є багатовекторною, виникає в силу надзвичайних обставин (програма створення та перетворення). Програмою є група проектів, управління, які здійснюються в комплексі для здобуття певних результатів, оскільки під час індивідуального управління ці результати отримати неможливо. Бізнес-ідеї, що формують програму, або концепції, що розроблені або представлені інвесторами або власниками як місія програми, втілюються в групі проектів, які становлять програму. Програма, як правило, створюється для вирішення комплексних проблем, тому в ній переплітаються різні галузі знань, які наповнюють програму багатим змістом і контекстом і формують дорожню карту вирішення проблем. У цьому різноманітті синтезуються різні елементи – політичні, економічні, соціальні, технологічні та етичні, в результаті через динамічну комбінацію цих елементів у програми з'являються межі, предметна галузь і структура. Оскільки програма – це органічна комбінація з проектів, у ній можуть виникати труднощі, які викликані нечіткістю меж між проектами, перетином проектів та інтеграцією їх життєвих циклів. Поряд із тим що програма має всі основні характеристики проекту, вона характеризується більш високим рівнем невизначеності, оскільки потребує відносно більшого періоду для свого завершення й подолання викликів оточення. Побудова системи управління регіональними програмами безпеки об'єктів критичної інфраструктури транспорту може бути встановлена в основу розроблення інтерактивної системи програмного офісу регіонального рівня, яка дасть змогу проводити дослідження ефективності здійснення регіональних проектів різного призначення й рівня управління. До основних проблем, які зазвичай виникають під час реалізації державних програм (у тому числі регіональних), належать невідповідність одержуваних результатів раніше поставленим цілям (зафіксовані в офіційних документах цілі програми не є елементом повсякденного життя для учасників програми, а використовуються виключно для обґрунтування у формальних фінансових документах); немає чітко налагоджених механізмів використання результатів попередніх років у проектах наступних років. Натомість однією з переваг проектного підходу під час виконання програм різного рівня, у тому числі й регіонального, є те, що він об'єднує проекти (роботи в проектах) так, що програмні цілі залишаються в центрі уваги протягом усього життєвого циклу програми.

Використання запропонованого підходу використано нами для побудови матриці яка може бути використана для аналізу як уже наявних програм функціонування критичної інфраструктури, так і для майбутніх регіональних програм безпеки об'єктів критичної інфраструктури транспорту.



**Рисунок 1** – Основні характеристики програми

Аналіз за допомогою цієї матриці програм дає змогу виявити їх недоліки з погляду включених до неї заходів і взаємозв'язків між ними. Використання ж матриці до представлення програми, яка розробляється, дає можливість чітко визначити мету, продукт, результати й цінність програми, залучити до неї тільки найбільш раціональні заходи, в такий спосіб зберегти ресурси та час.

### **Література**

1. Зачко О.Б., Д. С. Кобилкін Д. С., Головатий Р. Р. Моделі управління безпекою інфраструктурних проєктів на стадії планування. Вісник НТУ «ХП». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. 2019. № 2. С. 43-49.
2. Зачко О.Б. Управління безпекою складних інфраструктурних проєктів в системі цивільного захисту. Управління проєктами: стан та перспективи: матер. 10 Міжнар. наук.-практ. конф.–Миколаїв: НУК. 2014. С. 91-92.
3. Зачко О.Б. Системні підходи до управління інфраструктурними проєктами в Україні. Вісник ЛДУ БЖД. 2012. № 6. С. 58–61.
4. Бушуев С.Д. Словник-довідник з питань управління проєктами: Книга. Київ: Вид. дім "Деловая Украина", 2001. 211с.

УДК 351

**НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ  
АГРАРНИМ СЕКТОРОМ, ЯК СКЛАДОВА МЕНЕДЖМЕНТУ  
ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ****Стеців І.І.**, кандидат економічних наук, доцент**Львівського державного університету безпеки життєдіяльності****Стеців І.С.**, кандидат економічних наук, доцент**Національний університет «Львівська політехніка»**

Відповідно до законодавчо визначеного поняття продовольчої безпеки, що ґрунтується на гарантуванні державою безперешкодного економічного доступу людини до продуктів харчування з метою підтримання її звичайної життєвої діяльності [1], держава виступає гарантом продовольчої безпеки країни. Виходячи з цього, можемо констатувати, що суть державного управління у даному напрямі виражається у можливості реалізації трьох параметрів: доступності продуктів харчування, їх якості та безпечності. Важливим при цьому є дослідження показника, що визначатиме рівень продовольчої безпеки, базованого на цих параметрах. На світовому рівні таким показником є глобальний індекс продовольчої безпеки (*Global Food Security Index - GFSI*) - індекс, який включає оцінку продовольчої безпеки 113-ти країн за такими групами показників: якість та безпека (*Quality and Safety*), цінова та фізична доступність продовольства (*Affordability*) [2]. Загалом перспективи забезпечення продовольчої безпеки у найближчий період характеризуються негативними тенденціями. Порівняно з рейтингом 2020 року у 2021 році Україна втрачає 4-и позиції, в основному за рахунок зниження показника якості та безпечності продовольчих товарів величина якого знижується на 4,5%. Глобальний показник знижується на 1,58%, показник цінової доступності – на 0,67%, показник оцінки продовольчої безпеки за природними ресурсами – на 1,98%. Не значно зростає лише показник фізичної доступності - на 0,38%. Вищенаведене негативна тенденція обумовлює актуальність даного дослідження.

На нашу думку, першочерговим завданням державного управління аграрним сектором у підтримці продовольчої безпеки є гарантування безпечності харчового продукту. Законодавством України визначено поняття безпечності харчового продукту, під яким розуміють стан харчового продукту, що є результатом діяльності з виробництва та обігу, яка здійснюється з дотриманням вимог, встановлених санітарними заходами та/або технічними регламентами, та забезпечує впевненість у тому, що харчовий продукт не завдає шкоди здоров'ю людини (споживача), якщо він спожитий за призначенням [3]. Таке твердження дає підстави



виділити санітарні заходи та технічні регламенти, як такі, що сприяють підтримці продовольчої безпеки країни, а їх зміст як такий, що визначає конкретні вимоги до виготовленої продукції, дотримання яких покладене на відповідальність виробників, що займаються аграрним підприємництвом. Досягненню високих результатів щодо підтримки продовольчої безпеки за даним напрямом є проблема низьких стандартів визначення рівня безпечності харчових продуктів в Україні у порівнянні з європейськими. З 2002 р. в Україні прийнято ряд законів, що регулюють питання відповідності системи управління безпечністю харчових продуктів основним концепціям *НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points* – аналіз небезпечних чинників і критичні контрольні точки). Зокрема 1 липня 2003 р. прийнято національний стандарт ДСТУ 4161-2003 «Системи управління безпечністю харчових продуктів», та з 1 серпня 2007 р. набув чинності національний стандарт ДСТУ ISO 22000:2007. Проте, необхідна адаптація цього нормативно-правового забезпечення до європейських стандартів та прийняття законів, які відповідатимуть європейській системі контролю безпечності продуктів. Позитивною характеристикою системи державного управління у напрямку підтримки продовольчої безпеки країни є дія Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», що відповідає за введення в Україні системи контролю якості згідно європейської моделі гарантування безпеки та якості харчових продуктів і базується на процедурах *НАССР*. Поряд з цим, розроблено низку законопроектів спрямованих на посилення відповідальності за невиконання умов стандартів, санітарних заходів та технічних регламентів щодо виготовлення харчових продуктів, проте дослідження динаміки порушень у даній галузі свідчить про низький рівень самосвідомості підприємців, а тому виникає необхідність посилення моніторингу та контролю функціонування аграрного підприємництва.

Наступним завданням державного управління аграрним сектором у підтримці продовольчої безпеки є гарантування доступності харчових продуктів. Такою гарантією має виступати обґрунтована ціна на сільськогосподарську продукцію, оскільки саме від вартості окремих її видів залежить збалансованість харчування населення відповідно до раціональних норм споживання розроблених МОЗ України. Дослідження динаміки вартості основних видів продуктів харчування за період 2018-2020рр дає підстави констатувати, що ціни на їх переважну більшість у 2020 році мали тенденцію до зростання. Зокрема, на 47,75% зросла вартість культури плодових та ягідних, буряка цукрового та фабричного – на 16,57%, насіння культур олійних – на 11,44%, культур зернових та зернобобових та молока на 7,77% [4]. Загалом такі зростання цін несуть негативний вплив на підтримку продовольчої безпеки країни, оскільки знижують доступність харчових продуктів. Важливим завданням

аграрного підприємництва у даному напрямку є мінімізація собівартості продовольчих товарів за рахунок оптимізації витрат ресурсів, підвищення якості продовольчих товарів за рахунок акумульованих фінансових ресурсів, що неминуче вимагає впровадження нових технологій виробництва сільськогосподарської продукції. Проблема підвищення якості сільськогосподарської продукції в Україні додатково ускладнюється низьким рівнем доходів громадян, і, як наслідок низьким рівнем купівельної спроможності, що призводить до погіршення продовольчого споживання і порушення збалансованості харчування та ймовірності виникнення загроз життю і здоров'ю населення загалом. Зростання світових цін на сільськогосподарську продукцію та приріст фізичних обсягів експорту протягом останніх років сприяли збільшенню доходів вітчизняних аграрних підприємств практично у 4-и рази [4]. Проте, вітчизняне аграрне підприємництво характеризується низьким рівнем адаптації та можливості пристосування до глобальних змін та впливів, що відбуваються на сьогодні і як наслідок переважна більшість аграрних підприємств знаходиться у нестійкому фінансово-економічному стані, на межі збитковості та збанкрутування.

Аналіз стану аграрного сектору в Україні показує, що протягом останніх років відбувалися значні структурні зміни у розрізі розмірів підприємництва, кількість суб'єктів великого підприємництва характеризувалася значними коливаннями, темпи приросту значно знизилися. Загалом кількість аграрних підприємств знизилась на 2,72%, а серед причин, що призвели до такого скорочення можна виділити значну збитковість аграрного сектору економіки України [4]. Державне управління розвитку аграрного підприємництва України базується на функціонуванні певних механізмів, що характеризуються не чіткою координованістю певних процесів поряд із гостро зростаючою необхідністю втручання органів управління у аграрний сектор економіки. Така ситуація зумовлена слабким розвитком галузі, що проявляється низькими показниками пропозиції сільськогосподарської продукції, її рентабельності, станом виробничих потужностей, низькою часткою кваліфікованих працівників зайнятих у аграрному підприємстві, тощо [5, с. 124-128]. Вищенаведене негативно відображається на стані продовольчої безпеки країни, а тому потребує оптимізації державного управління розвитком аграрного сектору економіки.

Проведене дослідження дає підстави констатувати, що основним фактом, що доводить необхідність оптимізації державного управління аграрним сектором економіки України є низький рівень продовольчої безпеки. Саме тому, важливим завданням держави є втручання у процес його розвитку для покращення якості, безпечності та доступності сільськогосподарської продукції для своїх громадян. Окрім цього держава не може стояти осторонь зростаючого

банкрутства таких підприємств, оскільки тільки грамотна державна політика дасть змогу компенсувати частину витрат аграрних підприємств за рахунок інших галузей де є можливість отримання надприбутків.

Наступним фактом, що вказує на необхідність оптимізації державного управління є нерівні стартові умови аграрних підприємств, що потребують створення додаткових умов для підтримки малого підприємництва у вигляді фермерських кооперативів.

Іншим важливим моментом, що вказує на необхідність залучення державного управління є також диспаритет цін на сільськогосподарську продукцію. Саме у ньому повинна проявитись обмежувальна роль держави щодо регулювання цін на всіх етапах руху сільськогосподарської продукції від аграріїв до споживачів, із усуненням негативних маніпуляцій з боку посередників. Поряд із цим на розвиток аграрного сектору негативно впливає сучасний стан політичного протистояння та дестабілізація господарських відносин, а також уповільнений обіг капіталу аграріїв та тривалі терміни його окупності, що можуть і мають бути керовані державою для забезпечення сталого розвитку цієї галузі.

Вищенаведене доводить необхідність оптимізації державного управління аграрним сектором економіки, зокрема у частині цінової, грошово-кредитної та соціальної політики, системи оподаткування, страхування, державного замовлення, ліцензування, дотацій, підтримки соціального розвитку тощо. Частково реалізованими при цьому слід вважати заходи, щодо фінансової підтримки розвитку, а саме: запровадження державних заставних закупівель зерна; надання аграріям фінансової допомоги через здешевлення не менше ніж на 1,5% облікової ставки кредитів НБУ; компенсацію підприємствам до 40 % лізингових платежів на придбання вітчизняної техніки; виділення бюджетних дотацій на вирощування ВРХ, свиней, овець, коней, свійської птиці, кролів, виробництво молока, вовни та меду; виділення бюджетних субсидій з розрахунку на одиницю оброблюваних угідь.

Серед конкретних заходів оптимізації державного управління аграрним сектором доцільно виділити запровадження низько-відсоткових кредитів для аграріїв, допомогу у експорті сільськогосподарської продукції, підвищення привабливості сільського господарства для молоді, покращення системи підготовки та перепідготовки кадрів для села, надання одноразової фінансової допомоги для започаткування аграрного підприємництва, використання зарубіжного досвіду ведення аграрного підприємства, підтримку інновацій та наукових досліджень аграрного сектору.

Запропоновані заходи оптимізації державного управління аграрним сектором економіки можуть бути успішно впроваджені через визначені інституції, зокрема Верховну Раду України, Кабінет Міністрів України, Міністерство аграрної політики України, Державну податкову

адміністрацію, різні наукові установи, навчальні заклади, інформаційно-консультаційні організації, дорадчі служби, особливу увагу при цьому варто приділити розробці системи моніторингу, що дозволить здійснювати контроль їх впровадження та оцінювати ефективність досягнутих результатів менеджменту продовольчої безпеки, спрямованого на забезпечення належного її рівня.

### **Література**

1. Про державну підтримку сільського господарства України. Закон України від 24.06.2004 № 1877-IV. URL: [search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T041877.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T041877.html) (дата звернення: 01.11.2021)
2. Global Food Security Index. Exploring challenges & developing solutions. URL: <https://foodsecurityindex.eiu.com> (дата звернення: 10.11.2021)
3. Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини. Закон України 2809-IV від 06.09.2005 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2809-15#Text> (дата звернення: 10.11.2021)
4. Сайт Державної служби статистики URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 5.11.2021)
5. Стеців І.С., Стеців І. І., Павич В. Ю. (2020). Чинники інноваційного розвитку аграрних підприємств та напрями їх оптимізації. Регіональна економіка та управління. № 4 (30). С. 124–128.

УДК 351.865:164-044.372

## **НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Адольф Д. І.**, здобувачка вищої освіти другого курсу

**Купчак М. Я.**, кандидат педагогічних наук, доцент

**Львівського державного університету безпеки життєдіяльності**

Сучасна держава характеризується багатоманітністю завдань та функцій, від професійної та чіткої реалізації яких залежить існування усього державно-правового механізму. Весь світовий досвід, а також стан суспільних відносин, навіть у найдемократичніших державах, свідчить, що сучасне суспільство не може нормально функціонувати та розвиватися поза державою, а особливо поза встановленими нею межами. Цим обумовлюється необхідність кваліфікованого та потужного державного апарату, здатністю держави забезпечити національну безпеку, а також ефективно виконувати економічні і соціально-правові функції, що визначаються, насамперед дієвою структурою органів державної влади та якісним складом кадрового потенціалу.

Шляхами удосконалення механізму держави є: фундаментальні цінності конституціоналізму, політична стабільність, ефективна система державного управління, злагоджена робота органів державної влади, дієві механізми протидії та стримувань на найвищих рівнях вертикалі державної влади, дієва нормативна база з дотриманням конституційних принципів демократії [4].

Останнім часом надзвичайні ситуації стали супроводжувати нас щодня. Населення піддається колосальному стресу внаслідок воєнних дій, переселення, вибухів, втрати близьких і рідних. Такі події унеможливають нормальні умови та діяльність людей [1]. Цивільний захист забезпечується з урахуванням особливостей, визначених Законом України «Про національну безпеку України», суб'єктами, уповноваженими захищати населення, території, навколишнє природне середовище і майно, згідно з вимогами Кодексу цивільного захисту України - у мирний час, а також в особливий період - у межах реалізації заходів держави щодо оборони України.

Суб'єктами забезпечення цивільного захисту є центральні органи виконавчої влади, інші державні органи, Рада міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування, суб'єкти господарювання, громадські організації. Центральним органом виконавчої влади, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України через Міністра внутрішніх справ є Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), що реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та запобігання їх виникненню, ліквідації наслідків надзвичайних

ситуацій, рятувальної справи, гасіння пожеж, пожежної та техногенної безпеки, діяльності аварійно-рятувальних служб, а також гідрометеорологічної діяльності. Основними завданнями ДСНС є: реалізація державної політики у сфері цивільного захисту, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, запобігання їх виникненню, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, рятувальної справи, гасіння пожеж, пожежної та техногенної безпеки, діяльності аварійно-рятувальних служб, а також гідрометеорологічної діяльності; здійснення державного нагляду (контролю) за додержанням і виконанням вимог законодавства у сфері цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки, діяльності аварійно-рятувальних служб; внесення на розгляд Міністра внутрішніх справ пропозицій щодо забезпечення формування державної політики у зазначених сферах; реалізація в межах повноважень, передбачених законом, державної політики у сфері волонтерської діяльності [3, 6].

Нормативно-правове регулювання управлінських та організаційних заходів цивільного захисту забезпечують як норми чинного законодавства України: Конституція України, Кодекс цивільного захисту України, Закон України «Про національну безпеку України» інші закони України, так і чинні міжнародні договори України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, а також акти Президента України та Кабінету Міністрів України. Основою правовою базою управлінських та організаційних заходів цивільного захисту під час реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні становлять: Закони України «Про місцеве самоврядування в Україні», «Про добровільне об'єднання територіальних громад», «Про співробітництво територіальних громад»; Кодекс цивільного захисту України; Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій»; Накази ДСНС: № 215 від 06.05.2016 «Про створення робочої групи Склад робочої групи»; № 132 від 02.03.2017 «Про затвердження Плану заходів щодо реалізації Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій».

Важливим напрямом модернізації системи цивільного захисту є подальший розвиток законодавства про ДСНС та вдосконалення її нормативно-правової регламентації, оскільки недосконалість нормативно-правової бази діяльності у сфері цивільного захисту призводить до неефективного виконання завдань щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, захисту населення і територій від їх наслідків. Крім того, для ефективного виконання покладених завдань з урахуванням євроінтеграційних прагнень України, наша держава в особі органів державного управління та адміністрування повинна побудувати таку державно-управлінську модель, яка б гарантувала власну безпеку та відповідала високим європейським стандартам [5]. Таким чином, реалізуючи одну з

найважливіших для українського суспільства функції захисту населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, першочергову роль відіграє ефективний механізм державного управління системою цивільного захисту, як способу забезпечення неухильного виконання та швидкого застосування заходів впливу суб'єктів державного управління щодо запобігання та подолання наслідків надзвичайних ситуацій, забезпечення необхідного рівня техногенно-екологічної безпеки та виконання поставлених перед суспільством цілей та завдань у сфері безпеки людини, особливо у воєнний час.

### **Література**

1. Адольф Д. І., Купчак М. Я. Вплив надзвичайних ситуацій на життєдіяльність людини. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, ад'юнктів (аспірантів) «Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених». Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022.

2. Закон України «Про національну безпеку України» від 21.06.2018 № 2469-VIII. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text>

3. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>

4. Купчак М. Я., Саміло А. В. Теоретико-правове обґрунтування публічного адміністрування в Україні: управлінсько-правові аспекти. Нове українське право, Вип. 1, 2022. С. 109-113.

5. Любінський А. Сучасний стан та перспективи модернізації системи цивільного захисту України. Збірник наукових праць. 2015. Вип. 43. «Ефективність державного управління». С. 104-109. URL: [http://www.lvivacademy.com/vidavnistvo\\_1/edu\\_43/fail/15.pdf](http://www.lvivacademy.com/vidavnistvo_1/edu_43/fail/15.pdf)

6. Постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. № 1052 «Про затвердження Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій». URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1052-2015-%D0%BF#Text>

УДК 351:556:504

**ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ПРІСНОВОДНОЇ БЕЗПЕКИ**

**Живко З.Б.**, доктор економічних наук, професор,  
**Львівський державний університет внутрішніх справ**  
**Стадник М.Є.**, кандидат економічних наук, доцент,  
**Львівський інститут менеджменту**  
**Родченко С.С.**, кандидат економічних наук, доцент  
**Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова**

Важливою загрозою прісноводній безпеці України виступає забруднення водних ресурсів, зокрема прісної води, в результаті діяльності підприємств та здебільшого їх безгосподарності. Тому якісними параметрами, які характеризують інтенсивність водоспоживання в залежності від рівня розвитку людства, є забрудненість водних ресурсів України, структура використання прісної води підприємствами різних галузей економіки та галузеві структури відведення забруднених без очищення зворотних вод у поверхневі водні об'єкти. Особливо актуальне дане питання під час воєнних дій на території України. Зруйновані дамби, річкові греблі, підприємства хімічної промисловості, гідроелектростанції тощо, все це несе значну шкоду навколишньому середовищу і є загрозою критичного рівня прісноводній безпеці.

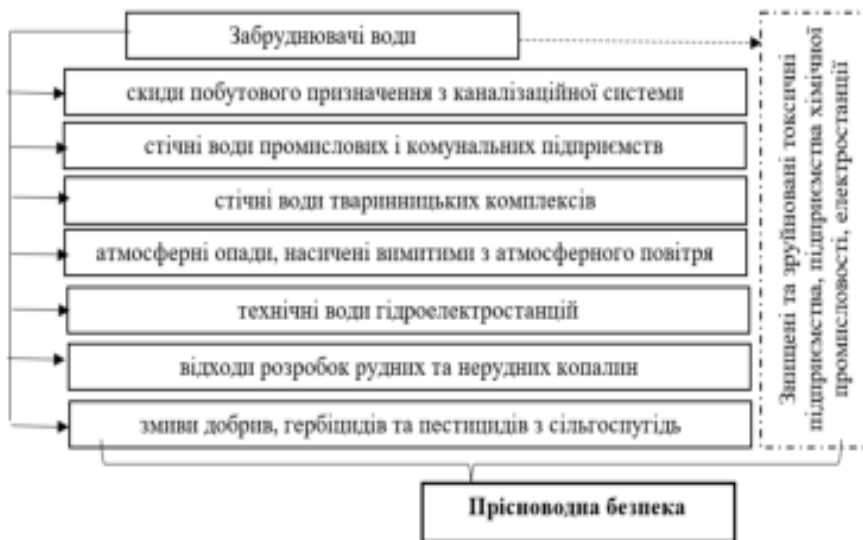
В процесі нашого дослідження з'ясовано, що найбільшими споживачами води в Україні виступають такі галузі економіки як електроенергетика, сільське господарство та житлово-комунальне господарство, а основними забруднювачами водних ресурсів є сільськогосподарські та металургійні підприємства, і житлово-комунальне господарство. Зокрема, як зазначають автори: «...людині на добу необхідно мінімум 20 літрів води, а з врахуванням використання води на гігієнічні та побутові потреби (купання, прання, прибирання, миття посуду тощо) – 100-200 літрів води щоденно або 36-72 м. куб. на рік. Якщо ще врахувати потреби промисловості, сільськогосподарського виробництва, соціальної сфери, то мінімальна норма на душу населення оцінюється приблизно в 1 тис. м. куб. води на рік, а достатня – у 1,7 тис. м. куб. Попри це, витрати води у світі характеризуються надзвичайною різноманітністю: близько 1,1 млрд. осіб використовують лише 5 літрів води в день, у Європі – 200, а в США – 400 літрів на одного жителя в день» [1; 2]. Головною причиною, що призводить до виникнення критичних ситуацій забруднення водних ресурсів є господарювання людини з недотриманням екологічних вимог, націлене на отримання прибутків будь-якими шляхами. Звідси, контроль за виробничими



процесами, попередження забруднення водних ресурсів є надзвичайно важливими для забезпечення прісноводної, екологічної, демографічної, ресурсної, продовольчої, економічної, а в цілому національної безпеки.

Проведені нами статистичні групування підтвердили гіпотезу про пряму залежність між зростанням рівня захворюваності та смертності від інтенсивності забруднення водних ресурсів, зокрема прісної води. Забруднювачами можуть виступати стічні води промислових і комунальних підприємств; скиди побутового призначення з каналізаційної системи; технічні води гідроелектростанцій; кислотні дощі; тощо (рис.1). Останнім часом все більше уваги приділялося безпеці виробничих процесів для довкілля, в тому числі і зниженню забруднення водних ресурсів, проте війна внесла свої корективи в процес прісноводної безпеки.

За допомогою кореляційно-регресійного аналізу підтверджено залежність смертності в результаті захворюваності органів травлення та від інфекційних і паразитарних захворювань від таких факторів як забезпеченість водними ресурсами та їх забрудненість [3].



**Рисунок 1** – Основні забруднювачі води

У доповіді ВООЗ «Профілактика хвороб за допомогою навколишнього середовища – оцінка тяжкості хвороб, викликаних навколишнім середовищем» вказано, що через погані умови навколишнього середовища, відсутність прісної води чи неналежна її якість, у світі виникають та розвиваються 24 % всіх захворювань у дорослих і 33 % у дітей. Якщо розподілити ці впливи за рівнем

гостроти екологічних проблем, які впливають на здоров'я людей, то 2-ге місце за важливістю займає забруднення води, а 4-те – якість питної води [4].

Для попередження та нейтралізації загроз прісноводній безпеці рекомендовано вжити організаційні, техніко-технологічні, фінансові та правові заходи. При цьому враховувати існуюче економіко-екологічне протиріччя в діяльності галузей економіки (з одного боку – необхідність їх функціонування для забезпечення потреб суспільства, а з іншого – шкода, якої вони завдають довкіллю і тому ж таки суспільству), знижувати рівень загрози, який вони несуть не лише прісноводній безпеці, але й екологічній. У зв'язку із чим, необхідно скоротити виробництво галузей економіки, що надмірно виснажують природні ресурси та забруднюють їх; замінити спрацьовану та морально застарілу техніку та технології виробництва продукції; ширше використовувати джерела відновлюваної енергії; здійснити перехід на менш затратні види транспорту, що є екологічно безпечнішими.

### **Література**

1. Стадник М. Є. Прісноводна безпека : суть, загрози та способи їх подолання. Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ. Серія економічна. 2010. № 2. С. 145-155.

2. Живко З.Б., Стадник М.Є. Аналіз загроз прісноводній безпеці. Вчені записки Університету «КРОК». № 2(66), 2022. С. 25-32

3. Забруднення водойм загрожує водній безпеці п'яти мільярдів людей. URL: <https://ua.korrespondent.net/tech/1121740-the-guardian-zabrudnennya-vodojm-zagrozhue-vodnij-bezpeci-pyati-milyardiv-osib>.

4. Чисте довкілля – запорука здоров'я людини! URL: <http://nadrda.gov.ua/chiste-dovkillja-zaporuka-zdorov-ja-ljudini/>

УДК 351.862.4

## **ПРІОРИТЕТИ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ ДСНС У СФЕРІ МІЖНАРОДНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА**

**Купчак М. Я.**, кандидат педагогічних наук, доцент  
Львівського державного університету безпеки життєдіяльності  
**Саміло А. В.**, кандидат юридичних наук, доцент.  
Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

Важливим кроком органів державної влади України є поступове приведення законодавства у відповідність до норм права Європейського Союзу, а також до міжнародних стандартів. Одним з головних напрямків щодо формування системи управління ризиками надзвичайних ситуацій є створення системи критичної інфраструктури та її захисту. Так, зокрема, Благодійним Фондом «Право на захист» було проведено аналіз норм чинної нормативно-правової бази України у врегулюванні питань цивільного захисту, в контексті пріоритетів Сендайської Рамкової Програми зменшення ризиків надзвичайних ситуацій. Крім того, було проведено ряд зустрічей на загальнодержавному та місцевому рівнях щодо виявлення прогалин та колізій норми права в частині організації заходів цивільного захисту під час реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні. Зокрема: сприяти прийняттю проєктів «Порядку здійснення моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій», «Регламенту взаємодії суб'єктів моніторингу, спостереження, лабораторного контролю і прогнозування надзвичайних ситуацій»; розробка стандартів організаційно-правового забезпечення усіх суб'єктів ЄДСЦЗ; розробка та затвердження альтернативних механізмів оповіщення про НС з урахуванням ризиків, притаманних відповідному типу громади, фінансовим та ресурсним можливостям ОТГ [1].

ДСНС в свою чергу здійснює двостороннє співробітництво у сфері цивільного захисту з відповідними органами влади та регіональними службами із надзвичайних ситуацій іноземних держав відповідно до положень 23 міждержавних Угод, 7 Меморандумів про взаєморозуміння і Спільних декларацій про наміри, а також відповідно до Планів спільних дій, розроблених на виконання міждержавних Угод.

У рамках транскордонного співробітництва діяльність територіальних Управлінь ДСНС зосереджено на виконанні положень Планів спільних дій між ДСНС та відповідними державними структурами сусідніх держав, а також співпраці в рамках Програм прикордонного співробітництва Європейського інструменту Сусідства та Партнерства ЄК.

ДСНС забезпечує реалізацію державної політики у сфері євроатлантичної інтеграції за наступними напрямками: виконання заходів Річної національної програми під егідою Комісії Україна-НАТО; участь у заходах Індивідуальної програми партнерства між Україною та НАТО у рамках Програми “Партнерство заради миру”; виконання положень Меморандуму про взаєморозуміння у галузі планування при надзвичайних ситуаціях цивільного характеру та готовності до катастроф (підписаний у 1997 році); виконання цілей Партнерства з НАТО у рамках Процесу планування та оцінки сил; участь в роботі 2х Трестових фондів НАТО (зі знешкодження вибухонебезпечних предметів (ВНП) та протидії саморобним вибуховим пристроям (СВП); з удосконалення системи командування, управління, зв’язку та обміну інформацією (С4).

В реалізації важливої для суспільства функції захисту населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, першочергову роль відіграє ефективний механізм державного управління системою цивільного захисту, як спосіб застосування заходів впливу суб’єкта державного управління щодо запобігання та подолання наслідків надзвичайних ситуацій, забезпечення необхідного рівня техногенно-екологічної безпеки та виконання поставлених перед суспільством цілей та завдань у сфері безпеки людини та суспільства в цілому.

Важливим напрямом модернізації системи цивільного є подальший розвиток та вдосконалення нормативно-правової регламентації та урахування євроінтеграційних прагнень України для побудови державно-управлінської моделі публічного адміністрування у сфері реформування цивільного захисту, яка б гарантувала власну безпеку та відповідала високим європейським стандартам [2].

До пріоритетів ДСНС у сфері міжнародного співробітництва відносяться: створення договірно-правової бази з питань спільного попередження і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на двосторонній і багатосторонній основах; налагодження механізмів взаємодії зі структурами інших держав і міжнародних організацій, що відповідають за попередження і ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій, відпрацювання спільних планів і механізмів реалізації домовленості про дії у випадку природних та техногенних катастроф; налагодження обміну інформацією та досвідом з відповідних проблем; вирішення інших завдань, спрямованих на реалізацію зовнішньополітичного курсу у сфері компетенції ДСНС, її територіальних органів та підрозділів.

Важливим напрямом модернізації системи ЦЗ є подальший розвиток законодавства про ДСНС та вдосконалення її нормативно-правової регламентації, оскільки недосконалість нормативно-правової бази діяльності у сфері ЦЗ призводить до неефективного виконання завдань

щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, захисту населення і територій від їх наслідків.

Крім того, для ефективного виконання покладених завдань з урахуванням євроінтеграційних прагнень України, наша держава в особі органів державного управління та адміністрування повинна побудувати таку державно-управлінську модель, яка б гарантувала власну безпеку та відповідала високим європейським стандартам [3].

Отже, до складових інструментів реалізації механізму міжнародного співробітництва у сфері цивільного захисту належать: чинні міжнародні договори; заходи органів державної влади щодо розвитку міжнародного співробітництва з урахуванням необхідності захисту національних інтересів України; запобігання внутрішнім та зовнішнім загрозам, мінімізація негативних наслідків; розвиток міждержавної та міжрегіональної інтеграції; забезпечення моніторингу та аналізу ефективності виконання міжнародних програм допомоги; належне виконання Україною зобов'язань; забезпечення гармонізації українського законодавства із законодавством ЄС; розвиток співробітництва з усіма прикордонними країнами; узагальнення існуючої закордонної практики застосування законодавства та розробка пропозицій щодо його вдосконалення та адаптації до українських реалій; освітньо-наукове супроводження заходів, пов'язаних зі сферою цивільного захисту.

### **Література**

1. БІЛА КНИГА Управління ризиками надзвичайних ситуацій та системи цивільного захисту в контексті пріоритетів Сендайської рамкової програми зменшення ризиків надзвичайних ситуацій, 2020. [https://r2p.org.ua/wp-content/uploads/2020/10/white\\_book\\_risks\\_3p-consortium.pdf](https://r2p.org.ua/wp-content/uploads/2020/10/white_book_risks_3p-consortium.pdf)

2. Купчак М. Я., Саміло А. В. Забезпечення національних інтересів України щодо сталого розвитку економіки в контексті публічного адміністрування. Збірник тез Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Вдосконалення фінансово-кредитного механізму забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектору економіки, сільських територій та країн V-4» С. 161-164.

3. Любінський А. Сучасний стан та перспективи модернізації системи цивільного захисту України. Збірник наукових праць. 2015. Вип. 43. «Ефективність державного управління». С. 104-109. URL: [http://www.lvivacademy.com/vidavnitstvo\\_1/edu\\_43/fail/15.pdf](http://www.lvivacademy.com/vidavnitstvo_1/edu_43/fail/15.pdf)

УДК: 355.65-049.5(477)

**ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА: ВИКЛИКИ ВІЙНИ****Матусевич Г.В.,****Балаш Л.Я.,** кандидат економічних наук, доцент**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Російська агресія в Україні поставила під загрозу світову продовольчу безпеку. Світ уже відчуває наслідки російського вторгнення в Україну – підвищення цін, дефіцит життєво важливих товарів, велика кількість вимушено переміщених осіб. Україна займає п'яте місце серед головних світових експортерів продукції рослинництва. Блокування українських портів, знищення посівів і складів з продовольством, замінування великої кількості території, викрадення українського зерна – усі ці фактори мають вплив на глобальну продовольчу кризу, оскільки Україна є одним з головних виробників сільськогосподарської продукції.

Проаналізуємо, як змінювалася динаміка українського експорту до початку масштабного вторгнення і після нього у таблиці 1.

**Таблиця 1**

Динаміка експорту з України зернових, зернобобових (з продуктами їх переробки) та борошна 2022/2023 МР, тис. тонн станом на 02.09.2022

	2022/2023 МР		2021/2022 МР		Відношення 2022/2023 МР до 2021/2022 МР, %	
	Всього	в тому числі: у вересні	Всього	в тому числі: у вересні	Всьо го	в тому числі: у вересні
<b>Зернові та зернобобові, всього</b>	<b>4159</b>	<b>195</b>	<b>9140</b>	<b>514</b>	<b>45,5</b>	<b>37,9</b>
пшениця	1187	48	4998	425	23,7	11,3
ячмінь	361	51	2835	80	12,7	63,7
жито	0,5	0	12,8	0,3	3,9	0
кукурудза	2593	95	1272	8	203,8	1187,5
Борошно пшеничне, тис. тонн	10,9	0,6	24,8	0,9	43,9	66,7
Борошно інше, тис. тонн	1,5	0,0	0,2	0	750	-
<b>Борошно разом, тис. тонн</b>	<b>12,4</b>	<b>0,6</b>	<b>25,0</b>	<b>0,9</b>	<b>49,6</b>	<b>66,7</b>
<b>Експорт разом (зерно + борошно)</b>	<b>4175</b>	<b>196</b>	<b>9173</b>	<b>515</b>	<b>45,5</b>	<b>38,0</b>

\*Джерело : Міністерство аграрної політики та продовольства України

Частка України у глобальному експорті зернових склала 10% у 2020-21 та 14% у 2021-22 роках. Війна в Україні поставила під загрозу продовольчу безпеку мирних країн світу, яка залежить від експорту української продукції рослинництва.

Аналізуючи динаміку експорту продукції рослинництва можна побачити, що темпи експорту зерна з початку поточного МР були на 62,1% меншими відповідно до 2021/2022 МР.

Україна з початку 2022/2023 маркетингового року експортувала 4159,0 тис. тонн зернових культур, з них 2593,0 тис. тонн кукурудзи (62,3% загального обсягу експорту зернових), 1187,0 тис. тонн пшениці (28,5%) та 361,0 тис. тонн ячменю(8,7%).

Війна ускладнила транспортування продовольства не лише в середині України, а й за її межі. Морським шляхом транспортувалася найбільша кількість українського продовольства, але через їх блокування почалося транспортування залізницею та автомобільним транспортом, що не були укомплектовані для перевезень таких обсягів продукції. Також ворог знищує логістичні шляхи транспортування постійними обстрілами, зумовлюючи створення гуманітарної катастрофи на захоплених територіях.

Близько 1/3 українських полів лишаються непридатними для посіву через бойові дії. Війна в Україні спричинить глобальні економічні потрясіння, які впливатимуть на ліквідність агровиробників, зростання світового попиту на сільськогосподарську продукцію, скорочення продовольчого забезпечення у багатьох країнах, зростання продовольчих цін та прискорення інфляції.

Отже, питання ринку зерна та його експорт перебуває в центрі уваги світових лідерів. Світ повинен посилювати санкційний тиск на державу-агресора для швидшого припинення бойових дій, завершення гуманітарної катастрофи в Україні і штучно створеної загрози голоду.

### **Література**

1. Міністерство аграрної політики та продовольства України <https://minagro.gov.ua/> (дата звернення 07.09.2022 р.)

2. Державна служба статистики <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 07.09.2022 р.)

3. О.В Бінерт, Л.Я Балаш. Основи антикризового управління сільськогосподарськими підприємствами. *Агроевіт*. Випуск №13-14.2022. С.28-33

4. Russia's invasion of Ukraine – implications for grain markets and food security <https://agrardebatten.de/agrarzukunft/russias-invasion-of-ukraine-implications-for-grain-markets-and-food-security/>

УДК: 355.65-049.5(477)

**ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ:  
ГЛОБАЛЬНИЙ ТА ЛОКАЛЬНИЙ ВИМІР**

**Балаш Л.Я.**, кандидат економічних наук, доцент,  
**Гонтар З.Г.**, кандидат наук державного управління, доцент,  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

24 лютого російська орда вторглася на терени України. Близько двісті тисяч рашистів, десятки тисяч одиниць бойової техніки уже більше півроку руйнують нашу країну та забирають життя людей, серед яких жінки і діти.

Війна, розпочата росією, несе за собою зло і трагічні наслідки не тільки на території України, але і чималі глобальні наслідки які відчує цілий світ. Наша держава є «житницею» світу і бере величезну участь у постачанні продовольства на світові ринки **таблиця 1**

**Таблиця 1**

Динаміка експорту з України зернових, зернобобових (з продуктами їх переробки) та борошна 2022/2023 МР, тис. т. станом на 26.08.2022

\*Джерело: Державна митна служба України [2]

	2022/2023 МР		2021/2022 МР		Відношення 2022/2023 МР до 2021/2022 %	
	Всього	в тому числі: у серпні	Всього	в тому числі: у серпні	Всього	в тому числі: у серпні
<b>Зернові та зернобобові</b>	<b>3408,0</b>	<b>1707,0</b>	<b>7006,0</b>	<b>3969,0</b>	<b>48,6</b>	<b>43,0</b>
пшениця	937,0	561,0	3413,0	2452,0	27,5	22,9
ячмінь	274,0	125,0	2385,0	1288,0	11,5	9,7
жито	0,4	0,4	7,0	2,2	5,7	18,2
кукурудза	2180,0	1013,0	1182,0	220,0	184,4	460,5
Борошно пшеничне, тис. тонн	8,8	5,4	20,3	8,8	43,3	61,4
Борошно інше, тис. тонн	1,3	0,6	0,2	0,1	650,0	600,0
<b>Борошно разом, тис. тонн</b>	<b>10,1</b>	<b>6,0</b>	<b>20,5</b>	<b>8,9</b>	<b>49,3</b>	<b>67,4</b>
<b>Експорт разом (зерно + борошно)</b>	<b>3421,0</b>	<b>1715,0</b>	<b>7033,0</b>	<b>3981,0</b>	<b>48,6</b>	<b>43,1</b>



Слід зазначити, що Україна займає п'яте місце серед головних світових експортерів продукції рослинництва. Частка України у глобальному експорті лишень зернових склала 10% у 2020-21 та 14% у 2021-22 роках. [1] Отже актуальність питання ринку зерна, зокрема і експортного, постійно в центрі уваги наукового дослідження. Як може вплинути війна в Україні на продовольчу безпеку мирних країн світу та чи зостануться українці без вкрай потрібних продуктів харчування – проаналізуємо далі.

Роблячи аналіз експорту продукції рослинництва бачимо, що темпи експорту зерна з початку поточного МР були на 57 % меншими відповідно до 2021/2022 МР див.таблицю 1.

Україна з початку 2022/2023 маркетингового року (МР, липень-червень) експортувала 3408,0 тис. т зернових культур, у тому числі 2180,0 т кукурудзи (64% загального обсягу поставок), 937,0 тис. т пшениці (27,5%) та 274,0 тис. т ячменю (8%).

Реалізація продукції як усередині країни, так і за її межі, ускладнюється. Море як напрям для постачання продовольства закрито, оскільки великі портові міста знаходяться у осередку бойових дій. Експортування продукції залізничним чи автомобільним транспортом є можливим лишень через вузький прохід, що унеможливує експорт продукції у необхідних масштабах. Логістика на теренах України теж є проблемною. Загарбники знищують інфраструктуру, дороги, бомблять і обстрілюють міста, що ускладнює, а часом унеможливує транспортування.

Посівні площі в Україні повинні бути гнучкими і адаптуватися відповідно до потреб і можливостей регіону. Щодо експорту зернових культур, то він є дозволений і повинен чітко контролюватися Державою за кількістю експорту, відповідно до потреб на внутрішньому ринку. Цебо лишень в Україні складається ситуація більшої потреби продукції то продаж продукції за кордон має скоротитися ще більше. [3]

Загарбницька війна росії супроти України зумовила вкрай важке становище не лишень України, а й світу з точки зору продовольчої безпеки. Багато країн світу залежать від експорту українського зерна, котрий на сьогодні значно скоротився або став загалом недоступним.

Дії заліської орди на теренах України викликають не лише виникнення локальної гуманітарної катастрофи, а можуть зумовити продуктову кризу у багатьох країнах світу. Отож усьому світу, усякій державі без винятків, необхідно вбачати загрозу і докласти усі зусилля, щоб нараз зупинити російське звірство проти України.

### **Література**

1. Russia's invasion of ukraine – implications for grain markets and food security <https://agrardebatten.de/agrarzukunft/russias-invasion-of-ukraine-implications-for-grain-markets-and-food-security/> (дата звернення: 1.09.2022).

2. Державна митна служба України <https://customs.gov.ua/>  
(дата звернення: 28.08.2022).

3. О. В. Бінерг, Л. Я. Балаш. Основи антикризового управління сільськогосподарськими підприємствами. *Агросвіт*. Випуск №13-14.2022. С.28 -33

4. Державна служба статистики України URL:<http://www.ukrstat.gov.ua/>  
(дата звернення: 1.09.2022).

5. Балаш Л., Лисюк О. Теоретичні аспекти мотивації як способу підвищення продуктивності праці в аграрних підприємствах. Проблеми обліково-аналітичного забезпечення управління підприємницькою діяльністю : матеріали II Міжнар. наук. – практ. конф. (м. Полтава, 21 квітня 2021 р.) / за ред. Пилипенко К. А. Полтава : ПДАУ, 2021. С 738-741.

УДК 331.5+335.01.08(043.2)

## **РИНОК ПРАЦІ ПІД ЧАС ВІЙНИ: РОЛЬ HR МЕНЕДЖЕРА**

**Строган М.В.**, студентка групи Мн -31с  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Щорічне зростання ринку праці становило 1,3% – 2,4%. Середня кількість актуальних вакансій для пошуку на [roboota.ua](http://roboota.ua) до 24 лютого становила близько 100 000 на день, кількість нових резюме, створених користувачами, була на рівні 25 000-30 000/день, кількість відправлених резюме – на рівні 80 000/день.

Після нападу росії на Україну ситуація дещо змінилась у зв'язку із тим, що підприємства вимушено припинили свою діяльність, А, за даними ООН, за перші два тижні війни з України виїхало понад 2,5 млн людей. Зараз же ця цифра сягнула близько 5 млн. За попередніми оцінками, якщо виключити дітей та осіб похилого віку. Тож, виникає логічне питання щодо перспектив ринку праці України у воєнний та післявоєнний час.

Як же організувати HR процеси у компаніях у воєнний час?

На жодних тренінгах, курсах чи вебінарах HR-спеціалістів ніхто не вчив, як працювати в умовах війни. Важко без емоцій зустрічатись з людьми з гарячих точок або з тими, хто щойно звідти. Однак сьогодні важливо постійно працювати над собою, адаптувати під особливості сьогодення (воєнного стану) знання та досвід, які ми маємо. Тому давайте розглянемо можливі напрямки розвитку HR процесів у компаніях у кризовий воєнний період.

1. Розпочніть з плану. Менеджмент компаній (CEO, HRD, а також люди, які відповідають за IT-інфраструктуру) можуть запропонувати стратегічні та технічні рішення, про які далі будуть проінформовані команди та співробітники.

2. Давайть правдиву інформацію та спростовуйте фейки. Для цього слід налагодити систему внутрішньої комунікації. З цією метою використовуйте різні інструменти, зокрема:

- проводьте загальні зустрічі (онлайн);
- робіть розсилки;
- впроваджуйте форми для збору запитань працівників;
- формулюйте чеклисти для працівників: наприклад, як знизити рівень тривожності, як забезпечити кібер безпеку та ін.;
- робіть регулярні апдейти на внутрішніх порталах;
- створіть канал у корпоративному месенджері.

3. Бережіть цінності. Адже вся країна об'єдналася заради спільної мети - перемоги. Ми робимо свою роботу, долаємо труднощі, виходимо за межі

можливого. І робимо ми все це керуючись цінностями, які дають нам віру в майбутнє: відповідальність, добросесність, професіоналізм, командна робота/співпраця та ефективність/результативність. Пишіть колегам про те, що нас об'єднує, що нас рухає вперед, і чому наші цінності - це запорука успіху.

4. Продовжуйте робити поточну роботу добре. Цей досвід допоможе вашій організації стати сильнішою, витривалішою та згуртованішою. В кризовій ситуації має працювати справжнє лідерство. Тож радимо всім лідерам використати цей момент. Робіть те, у чому ви сильні.

5. Пам'ятайте про перспективи розвитку ринку праці. Комунікація з університетами - це те про що слід задуматись після закінчення війни. Щоб мати доступ до тих спеціалістів, які будуть випущені і вони можуть потенційно стати нашими кандидатами. Вже можна готувати такі програми для студентів. Цей процес від розробки до узгодження займає до пів року. Такі навчання актуальні для юристів, фінансистів, ІТ-шників і т.д. Своєю чергою на базі компаній треба думати про навчання та розвиток співробітників.

6. Зустрічайтесь, навіть онлайн, спілкуйтесь, підтримуйте колег, дізнавайтесь як у кого справи, стан, настрої. За необхідності, допомагайте знаходити/організовувати потрібні курси та консультації.

Які формати залучення колективу на допомогу ЗСУ можна використовувати?

Чудовий результат дає все, що несе в собі невеличку складову розваги. До таких методів належать:

- Флешмоби. Наприклад, спортивний або танцювальний флешмоб, створення креативу на якусь тему. Якщо це в соц.мережах, то придумати власний хештег. Як варіант, #дякуємоЗСУ.

- Розіграші. Обрати цікаві подарунки (або 1 подарунок) та розпродати за донат лотерейні квитки. Подарунок рандомно розіграти, а гроші відправити на ЗСУ.

- Аукціони. Тут треба трохи заморочитись, щоб віднайти певну кількість лотів. Це можуть бути як різні цікавинки зі сфери роботи вашої команди, так і все пов'язане з нашою перемогою. Також добре підійдуть речі підписані видатними українцями. Потім все проходить як на звичайному аукціоні: виставляється кожен лот і починається змагання хто більше грошей за нього запропонує. Всі кошти направляються на підтримку ЗСУ.

Ще гарно спрацьовує проведення корисних вебінарів та майстер класів за донат. Залучайте експертів по вашій сфері або коучів та психологів до співпраці, а гроші від колег відправляйте на допомогу армії або постраждалим від військової агресії.

Отже, ми спробували подивитися на роботу менеджера через контекст війни. Кожна людина проживає цей період по-своєму. Складність для менеджера полягає у тому, що йому потрібно «впоратися не тільки з собою», а ще й підтримувати і організовувати команду. Менеджер стає

прикладом для своєї команди. Працівники можуть працювати тільки тоді, коли перебувають у відповідному емоційному та психічному стані. Завдання менеджера — діагностувати самого себе і команду, а також робити все можливе, щоб забезпечувати стабільне робоче середовище.

Менеджер дасть можливість кожному члену команди визначитися, де він або вона можуть бути найбільш корисними в умовах війни. Поставиться з розумінням і буде цінувати вибір кожного. Буде намагатися зробити так, щоб команда стала опорою і джерелом безпеки у складний період. Менеджер тут є постачальником сенсу. Сенс дозволяє людям організувати спільну дію і досягти результату! І пережити важкі часи.

### **Література**

1. Ярмолук А. Ринок праці під час війни: як організувати HR процеси у компаніях? URL: <https://eba.com.ua/gynok-pratsi-pid-chas-vijny-yak-organizuvaty-hr-protsesy-u-kompaniyah/>.

2. Синько О. Бути менеджером в умовах війни URL : <https://www.management.com.ua/hrm/hrm360.html>

3. Вітковська О. HR менеджмент під час війни: як піклуватися про персонал

URL:<https://hurma.work/blog/hr-menedzhment-pid-chas-vijny-yak-pikluyatsya-pro-personal/>

УДК 330.131

**СВІТОВІ ПРАКТИКИ В СИСТЕМІ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ І ЗАГРОЗ**

**Меньшикова О.В.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
**Кусій М.І.**, кандидат педагогічних наук, доцент,  
**Карабин О.О.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Однією з вимог інтеграції України в Європейське Співтовариство є запровадження європейських стандартів безпечної життєдіяльності, зокрема через функціонування системи управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та сучасної системи цивільного захисту. Основні принципи побудови такої системи містить Сендайська рамкова програма зменшення ризиків надзвичайних ситуацій, яка, зокрема передбачає повне залучення до управління ризиками надзвичайних ситуацій всіх виконавчих і законодавчих державних інституцій на національному та місцевому рівнях, розширення повноважень місцевих органів влади й громад, використання підходу врахування різноманітності загроз (multi-hazard approach) поряд із прийняттям всеохопних рішень на основі достатньої поінформованості про ризики.

З метою стратегічного планування та аналізу надзвичайних ситуацій в розвинених країнах світу створюють національні реєстри ризиків. Наявність таких реєстрів сприяє підвищенню готовності держави та суспільства реагувати на загрози різного походження, виявляти небезпечні тенденції та загрози для національної безпеки та на їх основі розробляти універсальні протоколи реагування на надзвичайні та кризові ситуації, розробляти заходи державної політики у сфері забезпечення національних інтересів. У зв'язку з різними національними інтересами кожної країни, з різними цілями захисту цих інтересів методологічне, організаційне і нормативно-правове забезпечення системи оцінювання ризиків і загроз суттєво відрізняється в різних країнах.

В Україні на теперішній час різні міністерства і відомства здійснюють оцінювання загроз у сферах своєї відповідальності, використовуючи власні методи, критерії і підходи. Основною проблемою є те, що отримані таким чином результати оцінок складно, а деколи і неможливо порівняти між собою.

Розглянемо кращі світові практики у системі оцінювання ризиків на прикладі Великобританії, Нідерландів та Нової Зеландії.

У Великобританії National Risk Register (NRR) of Civil Emergencies [2] (Національний реєстр ризиків надзвичайних ситуацій у сфері цивільного захисту) є публічно доступною версією документа Національної оцінки ризиків, який розробляється з 2008 року і

публікується кожні два роки. Згідно з останньою версією цього документа, основні типи небезпечних ситуацій, які можуть статись у Великій Британії протягом п'яти найближчих років наведено у таблиці 1.

**Таблиця 1**

**Основні типи надзвичайних ситуацій у Великій Британії**

Зловмисні атаки	напади на загальнодоступні місця, атаки на інфраструктуру, атаки на транспорт, кібератаки, підрив демократичного процесу
Серйозна та організована злочинність	
Екологічна небезпека	затоплення берегів, розлив річки, затоплення поверхневих вод, бурі, низька температура, спека, посухи, сувора космічна погода, виверження вулканів, погана якість повітря, землетруси, екологічні катастрофи за кордоном, лісові пожежі
Здоров'я людей і тварин	пандемії, серйозні спалахи інфекційних захворювань, стійкість до антимікробних препаратів, хвороби тварин
Великі аварії	поширення збоїв в постачанні електроенергії, великі аварії на транспорті, системні збої, комерційні провали, систематична фінансова криза, ядерні промислові аварії, неядерні промислові аварії, великі пожежі
Суспільні ризики	промислові акції, масове порушення громадського порядку

З таблиці бачимо, що основними типами ризиків для Великої Британії є надзвичайні ситуації природного походження (стихійні лиха), техногенні катастрофи, диверсії і терористичні акти, соціальні ризики (хвороби, акції протесту та масові заворушення).

Система оцінювання ризиків і загроз у Королівстві Нідерландів охоплює аналіз безпекового середовища, оцінювання ризиків і загроз, визначення довгострокових тенденцій розвитку безпекової ситуації, оцінювання спроможностей. Згідно звіту 2019 року [3] національними безпековими інтересами Королівства Нідерландів визначено такі:

- територіальна цілісність

- фізична безпека
- економічна безпека
- екологічна безпека
- соціальна та політична стабільність
- збереження міжнародного миру та порядку.

Згідно з Національним реєстром ризиків Королівства Нідерландів ризики і загрози, які у найближчі п'ять років чинитимуть найбільший вплив на національні безпекові інтереси наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

## Основні типи надзвичайних ситуацій Королівства Нідерландів

Загрози здоров'ю населення та навколишньому середовищу	інфекційні хвороби людини, хвороби тварин
Стихійні лиха	екстремальна погода, повені, лісові пожежі, землетруси
Порушення критичної інфраструктури	
Великі аварії	атомні катастрофи, хімічні випадки
Кіберзагрози	цифровий саботаж, збій в роботі Інтернету, кібершпигунство, кіберзлочинність
Підрив демократичної системи	ненасильницький екстремізм, підривна злочинність, небажане іноземне втручання, небажаний іноземний вплив (гібридні операції)
Ненасильницький екстремізм та тероризм	ненасильницький екстремізм, тероризм
Фінансово-економічні загрози	кримінальне втручання, загрози функціям вузлів постачання, скорочення торгівлі, дестабілізація фінансової системи
Загрози міжнародному миру та безпеці	нестабільність на європейських кордонах, військові загрози, розповсюдження ядерної зброї, механізми безпеки під тиском (НАТО, ЄС)

Особливістю Нової Зеландії в оцінюванні ризиків є принципи стійкості, які є ключовими в системі забезпечення національної безпеки. Відповідно до законодавства НЗ у сфері національної безпеки обов'язкового оцінювання потребують передусім такі ризики: землетруси та вулканічна діяльність; цунамі; прибережна ерозія, шторми та значне хвилювання на морі; повені; зсуви; сильний вітер; значні снігопади; посухи; пожежі (лісові та міські); шкідники та хвороби тварин і рослин; інфекційні пандемії серед людей; надзвичайні події на об'єктах



інфраструктури (у т. ч. з небезпечними речовинами); великі транспортні пригоди; інциденти, пов'язані з безпекою харчових продуктів (наприклад, випадкове або навмисне забруднення продуктів харчування); тероризм та ін. Найбільш серйозними вважаються ризики, про які найменше відомо. Значна увага приділяється зовнішнім ризикам, котрі можуть завдати шкоди Новій Зеландії або її цінним активам.

### **Література**

1. Risk assessment: how the risk of emergencies in the UK is assessed / Guidance. URL: <https://www.gov.uk/guidance/risk-assessment-how-the-risk-of-emergencies-in-the-uk-is-assessed>.
2. National Risk Register (NRR) of Civil Emergencies. URL: [www.gov.uk/government/collections/national-risk-register-of-civil-emergencies](http://www.gov.uk/government/collections/national-risk-register-of-civil-emergencies)
3. National Risk Assessment. 2019. URL: <https://english.nctv.nl/documents/publications/2019/09/18/dutch-national-risk-assessment>
4. Національні системи оцінювання ризиків і загроз: кращі світові практики, нові можливості для України : аналіт. доп. / [Резнікова О. О., Войтовський К.Є., Лепіхов А.В.]; за заг.ред. О.О.Резнікової. Київ : НІСД, 2020, 84с.

УДК 004:056

## **СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА**

**Чайковська Р.П.**, здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня,  
курс 3

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

**Содома Р.І.**, кандидат економічних наук, доцент,

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Менеджмент як і будь-яка сфера виробництва влаштована як механізм, який спираючись на інформацію зовнішнього та внутрішнього середовища продуктивно влаштовує свою працю. Зокрема, розглядаючи менеджмент підприємства - це більше аніж просто інформація, це джерело успіху та конкуренції.

Основне завдання людини, що володіє інформацією є вміння координувати її так, аби підприємство мало сто відсоткову безпеку, так сказати “Хорошим лікарством від провалу, буде всіляке втручання проти витоку інформації”.

На жаль неодноразово підприємства дуже необачно поведуться з уже даною їм інформацією і потерпають від “гучного” провалу. Про те з недавніх пір менеджери почали враховувати той факт, що інформація це одне з найцінніших витоків вдалої справи економічної, фінансової, конкурентної, адже це: вигідні контракти та високі доходи.

Ознайомившись з дослідженнями теоретиків цитую: “Інформаційна безпека завжди розглядається, як самодостатня сутність, різноманітна до діяльності, ідей, цілей, мети, умов, а головне значно звужилась в змістовності для використання”[ 2, с. 235].

Інновації у сфері інформаційної безпеки – це кінцевий продукт вкладень трудових, матеріальних та інших ресурсів у розробку, виробництво і впровадження нових продуктів в області інформаційної безпеки з метою підвищення її ефективності та отримання прибутку [1].

Інформаційна безпека підприємства повинна забезпечуватися шляхом проведення цілісної державної програми. Поняття інформаційної безпеки підприємства слід також розглядати у контексті забезпечення безпечних умов існування інформаційних технологій, які включають питання захисту інформації, побудови ефективної інформаційної інфраструктури, інформаційного ринку та створення безпечних умов існування і розвитку інформаційних процесів.

Усі вітчизняні теоретики розглядали інформаційну безпеку, як захист або страхівку, хоча інформація один з ключових бізнес-активів.

Відступивши від древніх теорій, можна сказати, що компанії нового покоління пропонують звернутись до нормативних актів, а саме які відповідають інформаційній сфері і варто зауважити, що теоретики підтримують дану думку.

До основних структурних моделей інформаційного протиборства підприємства, вважають дві основних: зовнішнє та внутрішнє середовище вони дозволяють отримати інформаційну перевагу рис 1.



**Рисунок 1** – Модель інформаційного середовища підприємства.

Перша складова - це інформаційний напад, порушенні забезпечення інформації;

Друга складова - це інформаційний захист, заходи її захисту.

Ознайомившись з певним обсягом інформації, можна сказати наступне, що управління інформаційною безпекою, це невід'ємна частина корпоративного управління. І констатуючи той факт, що не приємно втрачати, або недооцінювати інформацію набуту підприємством роками. На даний момент українську модель підприємства, бажано спонукати до ризик-орієнтованого підходу управління інформаційними технологіями, тому що цей підхід виграє, зручністю та безпекою.

### **Література**

1. Інновації у сфері інформаційної безпеки // ВікіСторінка [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.wikipage.com.ua/>
2. Ромака В. А. Менеджмент у сфері захисту інформації / В. А. Ромака, Р. О. Корж, Ю. Р. Гарасим. – Львів : ЗУКЦ, 2013. – 462

УДК 303.43

**СТРАТЕГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА  
МЕНЕДЖМЕНТУ БЕЗПЕКИ**

**Магійович І. В.**, кандидат економічних наук, доцент  
Львівський національний університет природокористування  
**Купчак М. Я.**, кандидат педагогічних наук, доц.  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Стратегічне управління — це не тільки сукупність концепції підходів і методів, це складна система, що являє собою динамічний процес аналізу, вибору стратегій, планування, прогнозування, забезпечення і реалізації розроблених планів діяльності організації (компанії), що полягає в повторюваному циклі розв'язання п'яти основних завдань (етапів), а саме:

1. Визначення майбутнього бізнесу компанії, формування стратегічного бачення (сценарію) напрямку розвитку організації — це є усвідомлення необхідності визначеного цільового розвитку і визначення основної місії, що повинна бути виконана, а також була б привабливою для споживачів і самої компанії.

2. Перетворення стратегічного сценарію і місії компанії у вимірні цілі та завдання їх виконання.

3. Розробка стратегії для досягнення бажаних цільових результатів.

4. Реалізація і виконання обраної стратегії кваліфіковано й ефективно.

5. Оцінка рівня досягнень поставлених цілей, розгляд нових напрямків розвитку і пропозицій з коректування довгострокових напрямків, цілей, стратегії чи її виконання у світлі накопиченого досвіду, зміни умов, нових ідей і нових можливостей [1].

Стратегічне планування є невід'ємною частиною управління, його основною функцією. Це тісно пов'язано з прогнозуванням, організацією, регулюванням, контролем, аналізом та іншими функціями управління.

Організація, координація та управління найбільш тісно пов'язані з контролем над компанією на всіх етапах.

Функція контролю в поточному плануванні та його реалізації має особливе значення, оскільки лише завдяки тактиці (поточне планування) можна ефективно контролювати та коригувати компанію, її плани та існуючу стратегію.

Оскільки ми розглядаємо організацію та її виробничу систему як об'єкт стратегічного управління, нас повинен цікавити насамперед відповідь на питання, які можливості ми маємо в даний час і які ми повинні мати в майбутньому для забезпечення економічної ефективності компанії.

Тим часом ми зазначаємо, що ознаками, за якими ми визначатимемо елементи виробничої системи для стратегічного управління, повинні бути неформальні особливості виробничого апарату підприємства, що дозволяють виділити класичну тріаду: знаряддя праці, предмети праці, робота себе.

Необхідні ознаки, що дозволяють виділити елементи, сукупність та взаємодія яких розкриває можливість постановки та досягнення стратегічних цілей.

Тому, можна стверджувати, що стратегічне планування як невід'ємна складова менеджменту безпеки об'єднує динамічний процес аналізу, вибору стратегій, планування, забезпечення і реалізації розроблених планів організацією та системи правового регулювання і досвіду забезпечення безпеки, що втілюються у діяльності професійних менеджерів управлінців для досягнення цілей системи безпеки через використання інтелекту, праці, а також мотивів поведінки людей.

Отже, робота менеджерів безпеки спрямована на поєднання та правильне використання людських, фінансових, фізичних, інформаційних ресурсів для досягнення цілей забезпечення безпеки як на загальнодержавному, так і на регіональному рівнях [3].

Постановка цілей формує цільові результати та етапи їх досягнення на основі вашого стратегічного бачення та місії. Мета - залучити компанію до досягнення конкретних результатів з часом. Вони визначають склад і обсяг робіт, які слід виконати протягом визначеного періоду часу, а також використовують увагу та енергію керівників управлінців, щоб отримати те, чого потрібно досягти [2].

Досвід багатьох компаній та менеджерів показує, що ті компанії, менеджери яких націлюються на кожен ключовий результат, а потім енергійно виконують заплановану роботу для досягнення цих цілей, зазвичай випереджають компанії, менеджери яких мають добрі наміри, докладають до цього певних зусиль і перш за все сподіваються на всіх, для успіху.

### **Література**

1. Забелин П. В. Моисеева Н. К. Основы стратегического управления : Учеб.пособ. Николаев : Информ.-внедр. Центр «Маркетинг», 2017. 196 с.
2. Котлер Ф. Основы маркетингу. Пер. з англ./ За. ред. і вступ. ст. О.М. Пеньковой. Одесса : Прогрес, 2018. 736 с.
3. Менеджмент безпеки, правове забезпечення та організаційно – функціональна структура захисту населення та АТО у НС. <https://studfile.net/preview/5593744/page:7/>

УДК 37.035.91

## СУТНІСТЬ ЛІДЕРСТВА ТА ЛІДЕРСЬКІ НАВИЧКИ

Живко О.В., аспірант

Львівський державний університет внутрішніх справ

Копитко М.І., доктор економічних наук, професор

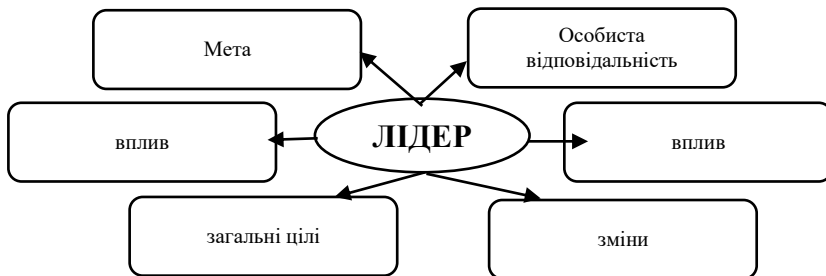
Львівський державний університет внутрішніх справ

Існує безліч визначень поняття «лідерство» в залежності від того, що є його основною рисою, тобто серцевиною визначення. Зокрема, професор університету Огайо Р.Стогдилл, запропонував 11 варіантів трактування лідерства, які доповнюються та уточнюються науковцями (рис.1).

Рисунок 1 – Ознаки класифікації лідерства *власна розробка на основі* [1; 2]

Як бачимо у кожній з ознак визначення лідерства червоною стрічкою проходить досягнення організаційних цілей. Зокрема, Річард Дафт, пропонує визначати поняття «лідерство» через призму наступних характеристик: (1) мета досягнення результатів; (2) особиста відповідальність працівників; (3) спільні цілі членів колективу; (4) можливі організаційні зміни; (5) група осіб; (6) взаємодія і взаємний вплив. На основі цих характеристик – лідерство – це взаємовідносини між лідером та членами групи, що роблять одну справу,

досягають спільної мети, впливають один на одного, підтримують реальні зміни і прагнуть досягнення таких результатів, які відповідають спільновизначеній меті. Виходячи з цього визначення можна схематично подати модель лідерства (рис.2).



**Рисунок 2** – Модель лідерства [за 1]

М.Ф.Р. Кете де Вріс запропонував модель лідерства на основі трьох основних груп факторів: 1) – лідер (з визначенням типу характеру і його позицій) та переконань (який досвід, яку посаду займає в організації); 2) – послідовники (з визначенням типу характеру і їхніх позицій) та переконання (на скільки злагоджена робота групи); 3) ситуація (сутність завдання, життєвий цикл організації, організаційні зміни, корпоративна культура, особливості виробництва, соціально-економічні та політичні умови) [3]. Як Р.Дафт, так і К.де Вріс використовують одні і ті ж складові, відмінність їх моделей у самій формі, але зміст і сутність лідерства ідентичні.

Від навичок лідерства залежить розвиток особистості, а значною мірою її майбутнє і кар'єра. Отримана освіта та технічні навички безперечно потрібні спеціалісту для майбутнього просування по кар'єрних сходинках, але потрібні вміння комунікувати та вміння слухати (так звані м'які навички). Для лідера важливими є такі навички: постійна самоорганізація та навчання впродовж життя; ініціативність; критичне мислення; вміння мотивувати та заохочувати оточуючих; не боятися змін; моніторити та аналізувати ситуацію; вміти слухати та приймати рішення. Звичайно є природжені лідери, але здебільшого, щоб стати лідером, тим паче керівником-лідером, треба вчитися розвивати свої здібності, отримувати лідерські навички та самовдосконалюватися.

Отже, щоб формувати лідерські навички потрібно: 1) виходити із зони комфорту і поставити мету постійного удосконалення та навчання; 2) вміти передбачати можливі ризики та потенційні проблеми, критично мислити; 3) навчитися ефективно слухати як співробітників, так і клієнтів та покупців; 4) володіти інструментарієм мотивування та стимулювання

персоналу; 5) зосередитися на навчальних компетенціях, які виходять за межі галузевих знань; 6) бути ініціативним і брати на себе відповідальність; 7) дотримуватися самодисципліни та вимагати дисципліни в команді; 8) вміння правильно делегувати процеси членам команди, чітко визначати ролі і терміни виконання; 9) вміння вирішувати конфлікти; 10) бути чесним і прямолінійним; 10) вміння розставляти пріоритети.

### Література

1. *Дафт Р. Л., Лейн П.* Уроки лідерства / пер. з англ. А. В. Козлова; під ред. І. В. Андреевої. М.: Ексмо, 2006.

2. *Кудряшова С. В.* Лідер і лідерство. Дослідження лідерства в сучасній західній суспільно-політичній думки. Архангельськ: Вид-во Поморського міжнародного педагогічного ун-ту ім. М. В. Ломоносова, 1996.

3. *Кете де Вріс М. Ф. Р.* Лідери, блазні і шахраї. Есе на тему психології лідерства: пров. з англ. М.: Акваріумна книга, 2008.



УДК 338

## **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СУТНОСТІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА**

**Килин О. В.**, кандидат економічних наук, доцент,

**Вітер О. М.**, кандидат економічних наук, доцент,

**Островерх О. М.**

**Львівський національний університет ім. Івана Франка**

В наукових роботах поняття «економічна безпека підприємства» розглядається в різних аспектах, таких як: комплекс заходів, складова підприємства, стан розвитку підприємства, стан захищеності підприємства. Це свідчить про те, економічна безпека досить широке поняття, яке вміщає в собі не лише такі зовнішні загрози як рейдерство, шахрайство, корупція, шпигунство, а й внутрішні, серед яких падіння рівня виробництва, втрата зв'язків з постачальниками, довіри споживачів, зменшення або відсутність прибутку.

Проаналізуємо основні підходи до визначення поняття економічна безпека підприємства (табл. 1).

**Таблиця 1.** Порівняльна характеристика поняття економічної безпеки підприємства

Автор	Визначення поняття економічна безпека
І. Сосновська [1]	Універсальна категорію, що відбиває захищеність суб'єктів соціально-економічних відносин на всіх рівнях, починаючи з держави і закінчуючи кожним її громадянином
А. Штангрет [2]	Головна ознака економічної безпеки підприємства полягає в тому, щоб гарантувати його стабільне та максимально ефективне функціонування сьогодні і високий потенціал розвитку в майбутньому
Ю. Кім [3]	Комплексе організаційно-управлінських, технологічних, технічних, профілактичних і маркетингових заходів, спрямованих на кількісну і якісну реалізацію захисту інтересів підприємства від зовнішніх та внутрішніх загроз
М. Камлик [4]	Стан розвитку господарюючого суб'єкта, який характеризується стабільністю економічного розвитку, ефективністю нейтралізації негативних факторів та протидії їх впливу на всіх стадіях його діяльності
С.І. Ніколаюк, Д.Й. Никифорчук [5]	Стан виробничих відносин і організаційних зв'язків, матеріальних і інтелектуальних ресурсів, щодо яких гарантується стабільність функціонування, успіх та успішний розвиток

Об'єктом економічної безпеки підприємства є:

- 1) звичайна, операційна, фінансова та інша діяльність;
- 2) майно й ресурси (фінансові, матеріально-технічні, інформаційні, інтелектуальні);

3) персонал, керівники, акціонери, різні структурні підрозділи, служби, партнери, співробітники, які володіють інформацією, що є комерційною таємницею.

Суб'єктами економічної безпеки є керівництво (менеджери) підприємства та його персонал.

Предмет економічної безпеки підприємства являє собою діяльність суб'єктів економічної безпеки щодо реалізації принципів, функцій, стратегічної програми або конкретних заходів із забезпечення економічної безпеки, спрямованих на об'єкти економічної безпеки.

Основою формування економічної безпеки підприємства має стати визначення сфери, у якій лежать чинники небезпеки, здатні завдати найбільшої шкоди бізнесу [6].

До таких сфер належать матеріальні та нематеріальні активи, персонал, інформація, відповідальність. Матеріальні та нематеріальні активи, до яких включають нерухомість, обладнання, готову продукцію, товари в дорозі, сировину, напівфабрикати, наявні грошові засоби, цінні папери, ноу-хау, товарні знаки, винаходи, патенти, програми тощо, можуть бути знищені, вкрадені, поламани, заражені вірусами.

Від діяльності ключових працівників на безпеку підприємства впливає персонал підприємства. Під час виконання своїх функціональних обов'язків бухгалтери, касири, торгові представники, експедитори можуть зловживати. Суттєво зашкодити підприємству може звільнення співробітників, штрафні санкції, неправдива, нечітка, несвоєчасна інформація, як і невміння забезпечити її закритість,

Фактори економічної безпеки підприємства поділяють на такі групи: макроекономічні, ринкові, виробничо-операційні, фінансово-інвестиційні, кадрово-управлінські, маркетингово-комерційні, нормативно-правові [7].

Серед видів економічної безпеки виділяють фінансову, кадрову, техніко-технологічну, екологічну, інформаційну, політико-правову, силову, ринкову (маркетингову).

Фінансова безпека підприємства являє собою це захист від можливих фінансових втрат і запобігання банкрутству підприємства, досягнення найбільш ефективного використання корпоративних ресурсів.

Кадрова безпека підприємства полягає в запобіганні та зменшенні небезпеки негативного впливу недостатньо кваліфікованих працівників і неефективного управління персоналом, збереженні й розвитку інтелектуального потенціалу підприємства.

Техніко-технологічна безпека підприємства полягає в захисті від можливих витрат унаслідок використання застарілої техніки й технології виробництва продукції, неефективної організації виробничого процесу.

Інформаційна безпека підприємства передбачає захист конфіденційної інформації та програмних продуктів, запобігання витоку інформації.

Політико правова безпека підприємства проявляється в захисті від надмірного податкового тиску, нестабільного законодавства, неефективної роботи юридичного відділу.

Ринкова безпека підприємства полягає в захисті від обраної моделі поведінки на ринку, що виявилася неефективною, помилок у товарній збутовій політиці та політиці ціноутворення, виготовлення неконкурентоспроможної продукції [8].

Принципами функціонування системи управління в рамках безпечної діяльності підприємства є задоволення як загальних потреб підприємства та робітників; гнучкість структури економічного потенціалу, що забезпечує його стабільне функціонування; постійне очікування загроз; здатність структури управління швидко реагувати на загрози та ефективно використовувати наявні можливості; забезпеченість процесів планування та використання стратегій підприємства достовірною й точною інформацією; створення сприятливих умов для здійснення підприємством заходів з підтримання власної економічної безпеки [9].

Механізм управління економічною безпекою підприємства являє собою сукупність основних елементів впливу (ризиків, загроз, функцій, інструментів, методів, об'єктів, суб'єктів) на процес розробки і реалізації управлінських рішень по забезпеченню захисту його фінансових інтересів від різних загроз.

Відповідно до цього розроблені основні завдання ефективного управління економічною безпекою : стабільне прагнення до підвищення ефективності виробництва; широка господарська самостійність, що гарантує готовність до прийняття рішень; постійне корегування цілей і програм залежно від стану ринку, змін зовнішнього середовища; орієнтація на досягнення запланованого кінцевого результату діяльності підприємства; використання сучасної інформаційної бази для різноманітних розрахунків під час прийняття управлінських рішень; оцінювання управління роботою в цілому тільки на основі реально досягнутих кінцевих результатів; використання інновації в кожному сегменті роботи підприємства; проведення глибокого економічного аналізу кожного управлінського рішення [10].

Отже, можемо зробити висновок, що економічна безпека є складним і багаторівневим, взаємопов'язаним і взаємозалежним поняттям, невід'ємною властивістю будь-якого суб'єкта господарювання.

### **Література**

1. Сосновська І. М. Поняття та значення економічної безпеки виробничо-господарської діяльності підприємств. Ефективна економіка. 2015. – No 9. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4303>.

2. Штангрет А.М. Економічна безпека підприємства в умовах антикризового управління: концептуальне визначення та механізм забезпечення. – Л: УАД, 2012.

3. Управління системою фінансової безпеки підприємства: автореф. дис. канд. екон. наук: 21.04.02

URL: [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_all/cgiirbis\\_64.ex.2012](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_all/cgiirbis_64.ex.2012). – 288 с.

4. Камлик М. І. Економічна безпека підприємницької діяльності. Економіко-правовий аспект / М.І. Камлик. – К. : Атіка, 2005. – 432 с.

5. Ніколаюк С. І. Безпека суб'єктів підприємницької діяльності : курс. – К. : КНТ, 2005. – 320 с.

6. Штангрет, А. М. Ключові аспекти економічної безпеки підприємств в Україні/Наук зап:наук.–техн.зб./Укр.акаддрукарства—Вип.12.—2007—С61–67.

7. Ареф'єва О. В. Фактори середовища, які визначають економічну безпеку підприємства та її складові. Проблеми і перспективи управління в економіці. — 2004. — No 2. — С. 137–143.

8. Антикризове корпоративне управління: теоретичні та прикладні аспекти / С. С. Гасанов, А. М. Штангрет, Я. В. Котляревський та ін. – К. : ДННУ “Акад. фін. управління”, 2012. – с. 68.

9. Дубецька, С. П. Економічна безпека підприємства України. Недержавна система безпеки підприємництва як суб'єкт національної безпеки України : Матеріали наук – практ. конф., м. Київ, 16–17 травня 2001 р. К : Вид-во Європ. ун-ту, 2001. — С. 146–172.

10. Штангрет А. М. Загроза як ключовий елемент системи безпеки. Вісник Львів інституту економіки і туризму — 2010. — No 5. — С. 20–22.

УДК 658:65.012.8

## **УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ КАДРОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА З МЕТОЮ ЗАПОБІГАННЯ ЗАГРОЗАМ КАДРОВІЙ БЕЗПЕЦІ**

**Мартин О.М.**, кандидат економічних наук, доцент  
**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Сучасні трансформаційні ринкові процеси стосуються всіх соціально-економічних процесів і економічних суб'єктів, суттєво впливають на їх функціонування. В таких умовах особливої уваги потребує забезпечення економічної безпеки підприємств і її складової – кадрової безпеки. Належна увага до цієї проблеми на рівні підприємства означає формування системи захисту від реальних та потенційних внутрішніх і зовнішніх загроз. Функціонування і діяльність на підприємстві високомотивованого і кваліфікованого персоналу сьогодні є важливим чинником забезпечення кадрової безпеки підприємства, а відповідно і його економічної безпеки.

Кадрова безпека – це не лише стан, а й здатність підприємства тримати оборону перед внутрішніми та зовнішніми загрозами, захищаючи інтереси підприємства, вдосконалюючи стратегію управління персоналом та людський капітал у цілому, забезпечуючи безпечні умови праці [5, с. 57]. Забезпечення кадрової безпеки для підприємства є надзвичайно важливим завданням, вирішення якого потребує управління.

Управління кадровою безпекою є важливою складовою цілісної системи управління персоналом підприємства, яка, по-перше, «націлена на виявлення, знешкодження та попередження ризиків і загроз, які з одного боку, можуть бути спричинені персоналом та призвести до негативних наслідків для підприємства», по-друге, передбачає створення сприятливих робочих умов для персоналу, їх захист, по-третє, спрямована на забезпечення економічних потреб і реалізації цілей розвитку персоналу підприємства» [7, с. 60].

Загрози кадровій безпеці підприємства поділяють на внутрішні і зовнішні. До внутрішніх загроз відносяться: низька кваліфікація фахівців, в тому числі управлінського апарату; невідповідність кваліфікації працівників займаній посаді; відсутність ефективної системи підбору кадрів; неефективна система ранжування працівників за ступенем доступу до секретної інформації та розробка правил роботи з такою інформацією; слабка організація процесу підвищення кваліфікації; відсутність, або недостатність заходів по реалізації соціальної політики підприємства; низький рівень і недостатність заходів в рамках охорони праці; неефективна система мотивації персоналу; нецільове задіяння кваліфікованих співробітників; відсутність, або слабкість корпоративної політики, що створює сприятливу атмосферу в колективі;

порушення балансу інтересів працівника і роботодавця; відсутність політики підприємства, орієнтованої на вироблення у працівників чіткої ідентифікації себе з підприємством. Зовнішніми загрозами є інфляційні процеси в економіці; вплив різного роду чинників, сформованих під дією особистих обставин; підкуп співробітників конкурентами та іншими зацікавленими особами; тиск на співробітників з боку зловмисників, зацікавлених в дестабілізації безпеки підприємства; переманювання висококваліфікованих працівників конкурентами; нестабільна політична ситуація в країні; недостатність державних програм по соціальному захисту населення; неврегульований механізм соціального партнерства [6, с. 135]. В сучасних умовах особливий тиск і негативний вплив чинить така зовнішня загроза, як війна і введення воєнного стану, оскільки саме це порушило нормальні умови функціонування всіх суб'єктів господарювання, установ і організацій в національній економіці, зокрема, частина персоналу мігрує за кордон.

Управління кадровою безпекою підприємства і його удосконалення є безперервним процесом, передбачає використання досвіду управління цією безпекою в країнах з розвинутою економікою, спрямоване на вирішення все більшого діапазону завдань, пов'язаних із забезпеченням кадрової безпеки.

Удосконалення управління кадровою безпекою заодно повинно передбачати чітку послідовність реалізації певних етапів з метою забезпечення високої ефективності процесу управління (рис. 1).

Розроблено автором на основі [2, с. 107; 3, с. 216; 6, с. 90]

Важливим є те, що заключним етапом формування нового підходу до управління кадровою безпекою підприємства є моніторинг, тобто «безперервний процес спостереження і оцінювання ключових інформативних показників-характеристик, що дозволяють попередити негативний вплив загроз на кадрову безпеку підприємства» [4]. В процесі моніторингу здійснюється діагностика загроз кадровій безпеці підприємства і їх попередження. В цілому моніторинг рівня кадрової безпеки підприємства передбачає:

- 1) забезпечення кваліфікованими працівниками;
- 2) заповнення вакантних робочих місць;
- 3) наявність вчасної оперативної інформації стосовно персоналу, оперативне розроблення відповідних управлінських рішень і ефективна їх реалізація;

- 4) розвиток персоналу;

- 5) формування лояльності персоналу;

- 6) розроблення мотиваційних інструментів;

- 7) усунення трудових конфліктів і суперечок;

- 8) аналіз конкурентів;

- 9) співпраця з кадровими агентствами;

- 10) проектування кар'єри;

- 11) оцінювання з позиції працівника організації як працедавця [1, с.176].

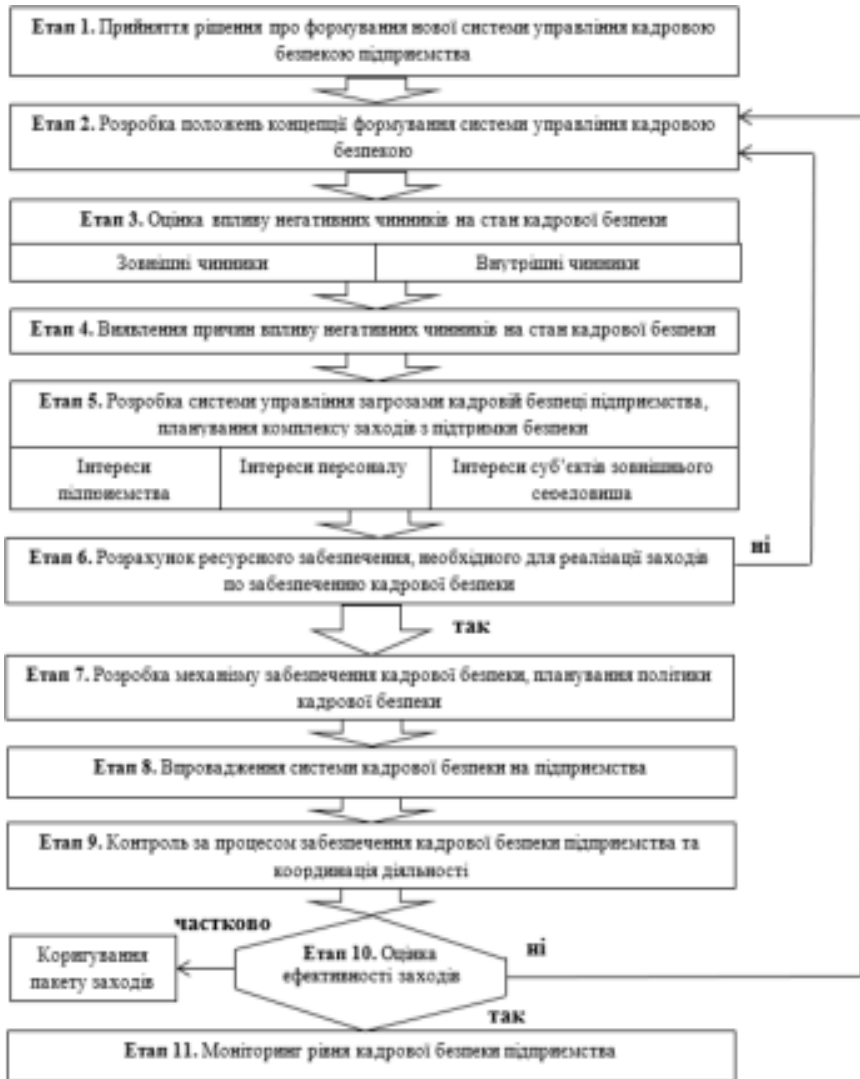


Рисунок 1 – Алгоритм формування нового підходу до управління кадровою безпекою підприємства

На наш погляд, сьогодні потреба удосконалення управління кадровою безпекою підприємства, як правило, обумовлена якісним зростанням трудового потенціалу персоналу в цілому і особисто кожного працівника, що спрямовано на подальший розвиток організації, з одного

боку, а з іншого – на вирішення особистих питань стосовно підвищення кваліфікації, знань і отримання вищої заробітної плати; необхідністю зменшення плинності кадрів; вихованням молодих і талановитих працівників; потребою зростання продуктивності праці персоналу і адаптації персоналу до потреб організації; необхідністю підвищення у персоналу рівня задоволеності своєю трудовою діяльністю.

Запропонований нами алгоритм покращення управління кадровою безпекою підприємства доцільно врахувати при формуванні стратегії управління кадровою безпекою підприємства, яка спрямована, по-перше, на забезпечення підприємства висококваліфікованими працівниками, по-друге, на подальший розвиток персоналу, підвищення його кваліфікації, по-третє, створення нормальних умов його функціонування і використання, по-четверте, узгодження планів розвитку організації і прогнозних потреб розвитку персоналу.

### **Література**

1. Воронка О.З. Механізм забезпечення кадрової безпеки підприємств високотехнологічного сектору економіки. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2020. Вип. 2. С. 172-179.

2. Живко З.Б. Концептуальні основи управління кадровою безпекою підприємства. Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. Серія: науки.2013. №2(1).С.103-111.

3. Мігус І.П. Створення системи управління кадровою безпекою на підприємстві. Вчені записки університету «Крок». Серія: Економіка. 2018. Вип. 4. С. 213-221.

4. Мішина С.В., Мішин О.Ю. Науково-практичні засади формування системи моніторингу кадрової безпеки на підприємстві. 2018. № 10. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2018\\_10\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2018_10_24).

5. Писаревська Г.І. Напрями вдосконалення кадрової безпеки на підприємстві як напрям стратегії управління персоналом. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки. 2020. Вип. 37. С. 56-61.

6. Халина О.В., Козаченко Н.О. Основні аспекти забезпечення кадрової безпеки підприємства. Наукові записки Української академії друкарства. 2017. № 2. С. 133-142.

7. Черчик Л. Управління кадровою безпекою в системі менеджменту персоналу підприємства. Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2017. № 4. С. 57-61.



УДК 614

## **ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ДСНС ПІД ЧАС ВІЙНИ ТА НА ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ (НА ПРИКЛАДІ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

**Харчук А.І.,  
Соломон І.І.**

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Діяльність підпорядкованих підрозділів Головного управління ДСНС України у Київській області розділилась на до і після 24 лютого 2022 року

24 лютого о 05 год 30 хв весь особовий склад Київського обласного гарнізону оперативно-рятувальної ГУ ДСНС України у Київській області було піднято за сигналом «Збір – тривога!». Всі рятувальники прибули на місце дислокації пожежно-рятувальних підрозділів. Далі опис подій на основі 8 ДПРЗ ГУ ДСНС України у Київській області, в своєму підпорядкуванні має 31-ДПРЧ смт Бородянка, 32-ДПРЧ смт Макарів 58-ДПРП смт Клавдієво-Тарасове, 59-ДПРП смт Пісківки. Після отримання сигналу про збір, слідуючи до місця несення служби, особливо у напрямку із населених пунктів поблизу Києва відбулось перевантаження транспортних доріг у бік виїзду із Києва, велика кількість цивільного населення прямувала по автотрасах, таких наприклад як Київ-Ковель-Ягодин (у напрямку на Житомирщину), М-07, Важко було вклинитись у величезний потік транспорту. Відчувалось якийсь переполох серед населення, це відобразилось у величезних чергах за ліками до аптек, чергах до банкоматів для зняття готівки, чергах за продуктами до супермаркетів, величезні черги за пальним на автозаправних станціях.

Місцеві жителі навіть приходили до пожежно-рятувальної частини і питали що робити і куди бігти бо почалась війна. Рятувальники заспокоювали та надавали поради, аби завадити паніці. Потім через Бородянку прямували цивільні колони із боку Іванкова на Макарівщину та Житомирщину.

Саме 24 лютого ще не відчувалось якоїсь вираженої небезпеки. Проте на лінію «101» почали надходити повідомлення про висадку російського десанту на аеропорт «Антонів» що у смт Гостомель, а це все є Бучанський район. Після обіду було чути вибухи в тій стороні. Рятувальники так і жартували, «що всю війну простоїмо на фасаді і так нічого не побачимо», але сталось на жаль не так.

На наступний день із сусіднього смт Іванків, надходили повідомлення, що російські окупаційні війська прорвались через кордон з Білорусією, та уже захопили Чорнобильську зону безмовного та обов'язкового відселення, та слідують на об'їзній дорозі навколо Іванкова в бік Києва. Тоді ще в центрі Іванкова ворожа техніка не заходила.

У ніч на 26 лютого вже було чути здалека гуркіт важкої броньованої техніки з боку населених пунктів від Іванкова. Саме 26 лютого стало переломним для рятувальників Бородянки, адже саме в цей день вони побачили перші жертви цієї жакливої війни. В цей день відбувся ракетний обстріл по житловому будинку цивільних громадян. Рятувальники виїхали на цей тривожний виклик, на розбір залишків житлового будинку та будівельних конструкцій. У будинку на той момент перебувала сім'я із п'ятьох дорослих та одного немовля. Рятувальники стали розбирати будівельні конструкції, добрались до підвалу будинку, бо думали що там перебувають люди, проте нікого не виявили. В цей час підрозділи територіальної оборони відкликали рятувальників в розташування частини, бо вже на Бородянку просувалась колона важкої ворожої техніки.

Особовий склад укритися в ці моменти у протирадіаційному в укритті будівлі 31-ДПРЧ смт Бородянка.

У ніч на 27 лютого, не припиняючи, з населених пунктів з боку Іванкова просувалась ворожа техніка. А зранку по центральній вулиці у Бородянку заїхала перша колона окупантів, танки та БМП, які вели обстріли по блокпостах територіальної оборони.

Сама Бородянка не мала військового чи стратегічного значення для окупаційних військ, це мирне містечко Київщини.

27 лютого навпроти пожежно-рятувальної частини зупинилась ворожа колона, танк здійснив постріл по навчально-тренувальній вежі. Адже московіти гадали що там базується снайпер. Після цього хаотичним вогнем із БМП та іншої стрілецької зброї здійснювалися обстріли самої пожежно-рятувальної частини та автомобілів які були припарковані на фасаді, по житлових дев'ятиповерхівках, по супермаркетах. Цікаво те що це було відволікаючим маневром, адже в цей час російські солдати грабували одну із аптек та супермаркет АТБ, які знаходились навпроти пожежно-рятувальної частини. Після того як грабіжники від'їхали назад у бік с. Берестянки, за яким вже була окупована територія, рятувальники приступили до виконання своїх безпосередніх обов'язків, а саме ліквідували загоряння після влучання боеприпасів по супермаркету АТБ, двоповерховому житловому будинку, редакції Бородянської газети «Вперед». Проте знову довелось відводити аварійно-рятувальну техніку в гаражні бокси частини, кабіною вперед, щоб не піддавати обстрілам, а особовий склад негайно перебазувався в підземний простір ПРУ, в якому вже довелось провести більше двох діб.

З 27 по 28 лютого рятувальники на власні очі крізь шпарини у тильних воротах частини бачили та рахували проходження ворожої техніки, це сотні військових транспортних засобів. Зв'язок як такий був відсутній, російські війська підривали вишки стільникового мобільного

зв'язку та встановили так звані «глушилки», це такі установки, які не дають працювати зв'язку.

Найважчою була ніч з 28 на 01 березня, буквально за десять метрів від укриття рятувальників зупинився БМП, на якому сиділи російські буряти і мерзнули на броні, бо боялися просуватись. Саме тоді наша територіальна оборона розбила і спалила всю ту ворожу колону по вул. Центральній у смт Бородянка. Рятувальники опинилися в самому епіцентрі боїв, не припинялась стрільба і автоматичні черги. Сусідні будівлі інфраструктури вже активно горіли. Зранку стрільба затихла, і рятувальники по одному змогли піднятися та побачити на власні очі «Що це таке війна посеред Європи у XXI столітті». Навколо згорілих військові автомобілі, БТри, танки, всі із буквою «Z» загиблі буряти.

Хочеться сказати, саме 01 квітня була єдина можливість врятувати особовий склад та евакуювати пожежно-рятувальну техніку і обладнання, передислокувавшись у інший підпорядкований підрозділ, а саме 59-ДПРП смт Писківка, яка знаходилась по Варшавській трасі за 35 км. Евакуюювались на пожежно-рятувальних автомобілях, на своєму постріляному особистому транспорті, без вікон. 01 березня якраз із ворожих літаків здійснився обстріл ракетами та 500 кілограмовими авіабомбами, мирних дев'ятиповерхових багатоквартирних житлових будинків.

Далі свою діяльність рятувальники здійснювали уже із 59-ДПРП смт Писківка, виїжджали на евакуації населення, в той час як через Бородянку у напрямку Макарова постійно просувалися численні колони російських військ. Так 02 березня рукавним автомобілем АР-2 (кунг на базі автомобіля марки КАМАЗ), Рятувальниками було евакуйовано до двісті цивільних громадян із протирадіаційного укриття Бородянської центральної аптеки та сусідніх будинків. Вдалось зробити декілька успішних виїздів.

03 березня теж були спроби вивозити громадян, проте через постійне проходження колон і обстріли, було ускладнення, проводилась розвідка по зруйнованих від ракет та авіабомб житлових багатопверхових будинків, проте задіяти інженерну техніку було неможливо, вдалось вивезти ще декілька громадян, і це все під постійними обстрілами.

За час несення служби у 59-ДПРП, здійснювались виїзди на розбір будівельних конструкцій та ліквідацію пожеж від авіа нальотів літаків із аеродромів Білорусії. Особовий склад 8-ДПРЗ поряд з цим залучався на евакуацію громадян із населених пунктів Бородянського територіальної громади по так званим «зеленим коридорам», які часто були зірвані з боку російських солдатів. Так, лише 16 березня було організовано та успішно евакуйовано за один раз близько 500 осіб Бордянського психоневрологічного інтернату з геріатричним відділенням, а це і лежачі, хворі, та пристарілі громадяни, автобус дітей із вадами із Київської обласної психоневрологічної лікарні (смт Ворзель) та людей із Бородянської центральної лікарні.

Після того як російські війська відступили за межі Бородянської, Макарівської, Бучанської громад, рятувальники повернулися у Бородянку, щоб приступити до розбору будівельних конструкцій знищених багатоповерхівок, та діставати з-під них громадян. До цього було залучено спеціальну інженерну техніку з різних підрозділів та установ. Поряд з цим проводились роботи із розмінування впершу чергу доріг, об'єктів критичної інфраструктури, об'єктів забезпечення життєдіяльності населення. Так як крок за кроком, розчищались населені пункти Бучанського району від залишків депонованих боєприпасів, які хаотично були розкидані скрізь, і звісно від замінувань.

Уже 02 квітня особовий склад 31-ДПРЧ був задіяний у населених пунктах Бородянського ОТГ, у допомозі населенню. Розпочалось очищення території, будівель і споруд пожежно-рятувальної частини від сміття та діяльності російських військових, приведення її у готовність до несення чергування, адже більше місяця у ній проживали російські окупаційні підрозділи.

УДК 658.15(336.71)

## **ФІНАНСОВА БЕЗПЕКА - ЗАПОРУКА ЕФЕКТИВНОЇ ЕКОНОМІКИ ДЕРЖАВИ**

**Лапішко М.Л.**, кандидат економічних наук, професор  
**Садура О.Б.**, кандидат економічних наук, доцент  
**Національний університет «Львівська політехніка»**

Ефективна та стабільна фінансова система, якій довіряють громадяни і бізнес, необхідна умова для розвитку сучасної економіки. Поряд з цим важливу роль відіграє і економічна безпека держави, що забезпечує одне із важливих завдань розвитку української державності.

Пріоритетною складовою економічної безпеки є фінансова безпека, яка означає захист фінансових інтересів на багатьох рівнях фінансових відносин, незалежність, стійкість фінансової системи країни за умов впливу на неї як зовнішніх, так і внутрішніх чинників, які становлять загрозу фінансовій безпеці.

Фінансова безпека є багаторівневою системою, яка включає ряд підсистем, однією з яких є фінансова безпека банківської системи. Зокрема доцільно відзначити, що Національний банк України (НБУ), як основний регулятор фінансових посередників, допомагає фінансовій системі ефективно виконувати свої функції та бути стійкою до криз.

Постійно вдосконалюючи інструментарій, НБУ намагається забезпечувати цінову та фінансову стабільність у країні. Українська фінансова система ефективно перетворює вільні кошти громадян та бізнесу на кредити та інвестиції, вона є ліквідною та капіталізованою, що сприяє стійкості до кризових явищ; платежі та розрахунки здійснюються вчасно та в повному обсязі; учасники фінансової системи зважено оцінюють ризики та управляють ними.

Досягнення фінансової стабільності, а загалом і фінансової безпеки забезпечується НБУ та іншими фінансовими інститутами за такими напрямками як: запобігання кризам та їх поширенню; розвиток фінансової системи для посилення її стійкості до криз; ліквідація наслідків кризових явищ. Несподіване вторгнення російських військ на територію України спричинило нову фінансову кризу, яку банківська система зустріла, як виклик на перевірку міцності.

Українська фінансова система та її банківський сектор після реформування та суттєвого оздоровлення у 2016-2020 рр., не зважаючи на вплив пандемії COVID-19 на усі суспільні процеси, в 2021 році вийшла на нормальні темпи розвитку:

- регулятивний капітал банківського сектору склав 211,7 млрд грн, а приріст за рік склав 16%;

• на 95,2% збільшився прибуток банківського сектора і досяг найвищого розміру за всі роки – 77, 5 млрд грн;

• на 21 % збільшився депозитний портфель банків і нараховував 1017 млрд грн;

• на 24% відбулось зростання кредитного портфеля, обсяг якого склав 742, 4 млрд грн;

• частка непрацюючих кредитів зменшилась більше ніж на 18%;

• рентабельність капіталу зросла до 35,2%;

• частка безготівкових розрахунків досягла майже 61 %;

• міжнародні резерви зросли до рекордних 30,9 млрд доларів США;

Сприятливою для економічного зростання була і макроекономічна ситуація в країні. У 2021 р. реальний ВВП зріс на 3,4% після падіння на 4% у 2020 році, інфляція склала 10%, облікова ставка НБУ - від 6 до 9%. НБУ успішно забезпечував цінову та макрофінансову стабільність в країні. Підтримуючи гнучкий валютний курс він згладжував коливання на валютному ринку, але при цьому рік завершився із позитивним салдо валютних інтервенцій і курс національної валюти залишався стабільним упродовж довгого періоду часу. Усі банки нагромадили достатньо ліквідних коштів і виконували норматив короткострокової ліквідності із значним запасом. Це відкривало нові можливості для внутрішніх та зовнішніх інвестицій. Відбулося суттєве зниження процентних ставок як за депозитами так і за кредитами. Активізувалось кредитування економіки, оскільки Уряд запропонував програми пільгового кредитування малого і середнього бізнесу «Доступні кредити 5-7-9%», яку успішно реалізовували банки, видавши понад 30 тисяч кредитів, кредитний портфель у корпоративному сегменті сягнув 42,2%. Під такі ж низькі процентні ставки населення мало змогу оформляти іпотечні кредити на 15-20 років, як результат - обсяг іпотечних кредитів за рік зріс на 62,4%. Це дало надію мільйонам українців поліпшити свої житлові умови.<sup>1</sup>

НБУ, як регулятор небанківських фінансових установ, велику увагу приділив оздоровленню та підвищенню прозорості діяльності фінансових посередників на ринку фінансових послуг, з метою наближення фінансового ринку до європейських стандартів.

Фінансовий сектор поступово повернув довіру населення, яке активно користувалося фінансовими послугами.

Проте широкомасштабна агресія російських військ в Україні принесла багато змін у діяльності фінансового сектору економіки. На Сході та Півдні країни в населених пунктах були розграбовані та фізично пошкоджені банківські установи, банкомати, відділення пошти. Росіяни, як варвари, забирали кошти, що були призначені для виплат пенсіонерів. Мільйонам українців довелося покидати свої домівки та мігрувати у Західні області або за кордон. В цілях фінансової безпеки НБУ створив

спеціальний сайт для користувачів фінансових послуг «Фінансова оборона України», на якому в доступній формі пояснює громадянам особливості надання фінансових послуг банками та небанківськими установами. Сайт складається із шести основних розділів: гривня, іноземна валюта, картки, кредити, депозити, страхування та додаткового сьомого, на якому зібрані питання щодо надання решти фінансових послуг. На сайті та в соціальних мережах НБУ інформує громадян про всі нововведення, які почали діяти в період війни. Також на період дії воєнного стану НБУ в Україні скасував тарифи за послуги, що надаються ним у Системі BankID НБУ, з метою забезпечення безперерйного доступу громадян до дистанційних сервісів у фінансовому секторі. В умовах війни важливо забезпечити наших громадян можливістю отримувати державні та банківські послуги дистанційно. Запропоновані альтернативні методи зняття готівкової гривні у банкоматах, а саме у разі гострої потреби в готівці її можна отримати на підприємствах торгівлі. На сьогодні до цієї системи мають доступ понад 99,7% клієнтів. Вони є власниками платіжних карток в Україні. Так, за II квартал 2022 року в Системі BankID НБУ проведено понад 6,5 млн успішних електронних ідентифікацій, що на 25% більше в порівнянні з аналогічним періодом минулого року. Станом на 1 липня 2022 року кількість абонентів Системи BankID НБУ становила 140, із них 40 банків (абонентів-ідентифікаторів) та 100 учасників – надавачів послуг.

Слід відзначити, що під час дії воєнного стану тарифи на послуги чи операції, які надаються чи здійснюються НБУ в Системі BankID НБУ, було скасовано, тобто з абонентів (ідентифікаторів та надавачів послуг) не стягується плата за підключення, супроводження та оброблення трансакцій.

В умовах фактично вітчизняної, народної війни, НБУ здійснює і кроки для підтримки діяльності волонтерів та бізнесу, а саме з 6 серпня 2022 року спрощено низку обмежень для підтримки діяльності волонтерів та бізнесу. З метою збереження фінансової стабільності в Україні НБУ 21 липня 2022 року встановив ліміт на розрахунки гривневими платіжними картками за кордоном, проте розуміючи важливість і ефективність волонтерського руху України в умовах війни, НБУ дозволив банкам не застосовувати ліміт на розрахунки фізичних осіб-волонтерів із гривневих платіжних карток за межами нашої країни з метою купівлі товарів військового призначення, але за умови дотримання певних вимог. Також, враховуючи потреби бізнесу, НБУ спрощує валютні обмеження, зокрема щодо використання корпоративних платіжних карток, а також дозволив банкам продавати іноземну валюту юридичним особам та фізичним особам-підприємцям, що є резидентами України, із зарахуванням на поточний рахунок клієнта в іноземній валюті для подальшого використання відповідної валюти на здійснення витрат за допомогою корпоративних платіжних карток за кордоном. Зокрема, таких витрат, як: на відрядження працівників за кордон виключно для оплати добових витрат у

межах щоденного ліміту в розмірі 80 євро (в еквіваленті) на одного співробітника; на проживання та транспортні витрати (з документальним підтвердженням розрахунку зазначених витрат на одну особу).

Доцільно вказати, що розрахунки валютними картками можуть здійснюватися без обмежень. Проте, обмеження на здійснення розрахунків за кордоном у межах ліміту у 100 тис. грн (в еквіваленті) на місяць не розповсюджуватиметься на клієнтів банку–юридичних осіб, що здійснюють перевезення вантажів у міжнародних сполученнях на підставі документів, що надають право на здійснення відповідних перевезень.

Стосовно прогнозів економічного розвитку нашої країни, то слід відзначити, що в Інфляційному звіті НБУ за липень 2022 року на основі економічного прогнозування та врахування кризових явищ, спричинених війною, відображено бачення Національного банку України щодо поточного та майбутнього стану економіки України, вказано розрахунковий аналіз фінансових показників на перспективу, зокрема акцентується увага на утриманні облікової ставки на рівні 25%, що сприятиме привабливості грошових коштів в національній валюті, а також з фіксацією обмінного курсу на новому рівні – збалансуванню валютного ринку, що в комплексі зміцнить стійкість економіки. Акцентовано увагу на тому, що економіка України скоротиться на третину у 2022 році та лише частково нівелює втрати у 2023–2024 роках. Ключовими ризиками для реалізації базового сценарію прогнозу є триваліший термін визвольної війни проти російських загарбників та недостатність заходів економічної політики для макрофінансової стабілізації.

На сьогодні дуже важливо забезпечити належне фінансування оборонних потреб. З цією метою Міністерство фінансів здійснює розміщення військових облігацій. Банки, як професійні учасники ринків капіталу традиційно відіграють роль лідерів у забезпеченні розміщення державних цінних паперів, купують їх у власні портфелі та сприяють залученню інших інвесторів. НБУ надав банкам право спрощеними способами здійснювати ідентифікацію та верифікацію резидентів України, а також нерезидентів (крім резидентів росії та білорусії) під час відкриття рахунків із метою придбання ОВДП «Військові облігації». Потреба у внутрішніх та зовнішніх інвестиціях вкрай необхідна нашій країні і ми віримо, що Європейські країни та США не відвернуться від України, а разом з нами будуть йти до нашої перемоги.

Таким чином, актуальність проблеми забезпечення фінансової безпеки зростає, як однієї із найважливіших складових національної економічної безпеки нашої держави.

### **Література**

1. Річний звіт Національного банку України за 2021 рік. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/richniy-zvit-natsionalnogo-banku-ukrayini-za-2021-rik> (дата звернення: 05.08.2022)



2. Офіційне Інтернет-представництво Національного банку України  
URL:<https://bank.gov.ua/ua/news/all/sistema-bankid-nbu-maye-visokiy-popit-sered-gromadyan-dlya-otrimannya-derjavnih-ta-bankivskih-onlayn-poslug>(дата звернення: 06.08.2022)

3. Офіційний курс гривні щодо іноземних валют  
URL:[bank.gov.ua/ua/markets/exchangerate-chart](https://bank.gov.ua/ua/markets/exchangerate-chart)(дата звернення: 06.08.2022)

**З М І С Т / C O N T E N T****Секція 1 / Section 1****ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ПОЖЕЖНОЇ І ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

<b>Оношко І.А.</b> АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ СИЛІЦІЙОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ТА ЗАСОБИ ЇХ ГАСІННЯ.....	3
<b>Кушнір А.П., Вовк С.Я.</b> , АПРОКСИМАЦІЯ КРИВОЇ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ.....	6
<b>Вовк С.Я., Пастухов П.В.</b> , ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНОСИЛОКСАНОВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ СПЛАВІВ АЛЮМІНІЮ.....	11
<b>Груздова В.О., Колошко Ю.В.</b> , ВИКОРИСТАННЯ РЕЧОВИН ПІД ЧАС ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ.....	14
<b>Ференц Н.О., Керод І.Б.</b> , ВОГНЕПЕРЕШКОДЖУВАЧІ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВИРОБНИЧИХ КОМУНІКАЦІЙ НА ОСНОВІ ПРИРОДНИХ ЦЕОЛІТІВ.....	17
<b>Смоляк Д.В., Веселівський Р.Б.</b> , ВОГНЕЗАХИСТ МЕТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ШЛЯХОМ ФАРБУВАННЯ/ЛАКУВАННЯ.....	20
<b>Лавренюк О.І., Михалічко Б.М.</b> , ВПЛИВ СОЛЕЙ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ НА ГОРЮЧІСТЬ ЕПОКСИПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	23
<b>Бойко О.А.</b> , ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ І ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВОТВОРЕННЯ.....	26
<b>Придатко В.В., Вовк С.Я., Пазен О.Ю., Ференц Н.О.</b> , ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	31

<b>Ковальов А.І., Отрош Ю.А., Пурденко Р.Р., ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ СТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....</b>	<b>36</b>
<b>Ференц Н.О., ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НОРМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ПОЛУМ'Я ГОРЮЧИХ ГАЗІВ НА ДІАМЕТР СКІДНИХ ОТВОРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АПАРАТІВ.....</b>	<b>40</b>
<b>Ковалишин В.В., Хлевной О.В., Доценко О.Г., ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНОЮ МОБІЛЬНІСТЮ ІЗ ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНОГО ЦЕНТРУ.....</b>	<b>43</b>
<b>Поздєєв С.В., Змага М.І., Змага Я.В., ДОСЛІДЖЕННЯ НОРМ РОЗРАХУНКОВИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК.....</b>	<b>47</b>
<b>Некора О.В., Зайка Н.П., Некора В.С., ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ГОФРОВАНОЇ СТАЛЕВОЇ БАЛКИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВОГНЕЗАХИСТУ.....</b>	<b>51</b>
<b>Самченко Т.В., Нуянзін О.М., ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ У КАБЕЛЬНОМУ ТУНЕЛІ.....</b>	<b>54</b>
<b>Посполітак В.І., Лазаренко О.В., ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ВПЛИВУ НАДЛИШКОВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ПОЖЕЖНУ НЕБЕЗПЕКУ ЛІТІЙ-ІОННОГО ЕЛЕМЕНТА ЖИВЛЕННЯ.....</b>	<b>56</b>
<b>Босак П.В., Попович В.В., ЕКОЛОГО-ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ.....</b>	<b>60</b>
<b>Райта Д.А., Хлевной О.В., ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ЕВАКУАЦІЙНИХ ПОТОКІВ.....</b>	<b>63</b>
<b>Тарнавський А.Б., ЗАХОДИ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ НАСЕЛЕННЮ ПРИ АВАРІЯХ НА АЕС.....</b>	<b>68</b>
<b>Мирошник О.М. Землянський О.М., Землянський О.М., ІНФОРМАЦІЙНО- АНАЛІТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ВИЗНАЧЕННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ.....</b>	<b>71</b>

<b>Шахов С.М., КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ПОЖЕЖИ.....</b>	<b>74</b>
<b>Полупан В.А., Майборода Р.І., Рашикевич Н.В., Отрош Ю.А., КРИТЕРІЇ ВИБОРУ СПОСОБУ ВОГНЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....</b>	<b>77</b>
<b>Ренкас А.А., МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ НИЗОВИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ.....</b>	<b>80</b>
<b>Миргород О.В., Трушов Я.Р., Сидорчук О.Р., МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЕРЕКРИТТІВ .....</b>	<b>85</b>
<b>Марич В.М., Пастухов П.В., Рудик Ю.І., МЕТОДИ ВИПРОБОВУВАНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>88</b>
<b>Добростан О.В., МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НАМЕТІВ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ .....</b>	<b>93</b>
<b>Пекарська О.О., Лаврівський М.З., НАВЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ, ЯК СКЛАДОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>96</b>
<b>Кузик А.Д., НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ У ЛЬВІВСЬКОМУ ДЕРЖАВНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....</b>	<b>99</b>
<b>Ковальов О.О., Неклонський І.М., Хроменко Д.Г., НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ БПЛА В ОПЕРАТИВНУ ДІЯЛЬНІСТЬ СИЛ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ.....</b>	<b>103</b>
<b>Кравченко Р.І., Корольова О.Г., ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕДУР ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ.....</b>	<b>106</b>
<b>Придатко В.В., ОПТИМІЗАЦІЯ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ШЛЯХОМ ВПОРЯДКУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ ДЕПО.....</b>	<b>109</b>

<b>Придатко В.В., Придатко О.В., ОПТИМІЗАЦІЯ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ШЛЯХОМ РОЗМІЩЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ДОБРОВІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ.....</b>	<b>114</b>
<b>Гавриць А.П., Побережник М.В., ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ З ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ .....</b>	<b>118</b>
<b>Кравець І.П., ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....</b>	<b>121</b>
<b>Докторович В.А., Шкіль С.О., ОСОБЛИВОСТІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН.....</b>	<b>124</b>
<b>Фещук Ю.А., Циганков А.О., Голікова С.Ю., Жихарєв О.П., ОСОБЛИВОСТІ УЛАШТУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ ПЕРЕШКОД В ГАРАЖАХ (ПАРКІНГАХ) ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СИСТЕМ ЗАРЯДКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ.....</b>	<b>128</b>
<b>Поздєєв С.В., Несен І.О., Сідней С.О., ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО МАРШУ СХОДОВОЇ КЛІТИНИ.....</b>	<b>132</b>
<b>Поздєєв С.В., Некора О.В., Федченко С.М., ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО РИГЕЛЯ.....</b>	<b>135</b>
<b>Коваль Р.Р., Ємельяненко С.О., ОЦІНЮВАННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДЛЯ ГОТЕЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДУ FRAME.....</b>	<b>139</b>
<b>Ковалишин В.В., Ковалишин Вол.В., Грушовітчук О.В., ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ – ПЕРСПЕКТИВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ.....</b>	<b>142</b>
<b>Клим'юк М.М., Клим'юк І.М., Гуменюк М.М., ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ.....</b>	<b>145</b>
<b>Цецхладзе Д.Р., Шкіль С.О., ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА НА ПІДПРИЄМСТВАХ НАФТОВОЇ ТА ГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ: ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ.....</b>	<b>148</b>
<b>Пелешко М.З., ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ПРИ ВЛАШТУВАННІ НЕТЕПЛІОСМНИХ ПЕЧЕЙ.....</b>	<b>151</b>

<b>Пелешко М.З., Придатко В.В.,</b> ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА КУЛЬТОВИХ СПОРУД.....	154
<b>Кравець І.П.,</b> ПОКРАЩЕННЯ ПРОСОЧУВАННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ АНТИПРЕНАМИ.....	157
<b>Пелешко М.З., Башиїнський О.В.,</b> ПРОБЛЕМИ ІНКЛЮЗИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД.....	160
<b>Борсук О.В., Нуязін О.М.,</b> РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОВЕДІНКИ СТАЛЕВОЇ БАЛКИ ІЗ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ З МІНЕРАЛЬНОЇ ВАТИ ПІД ЧАС НАГРІВАННЯ ЗА СТАНДАРТНИМ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ ПОЖЕЖИ .....	163
<b>Антошкін О.А.,</b> РОЗВ'ЯЗАННЯ СУМІСНОЇ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ ТА ТРАСУВАННЯ ШЛЕЙФІВ ЧЕРЕЗ ВИДІЛЕННЯ ОКРЕМИХ РЕАЛІЗАЦІЙ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ....	166
<b>Рудаков С.В.,</b> СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ЩОДО СИНТЕЗУ АВАРІЙНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ СЛУЖБИ ДСНС УКРАЇНИ.....	169
<b>Вовк С.Я., Пазен О.Ю., Придатко В.В., Ференц Н.О.,</b> ТЕМПЕРАТУРО-ВОГНЕСТІЙКІ ЗАХИСНІ ПОКРИВИ ДЛЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	173
<b>Новак С.В., Добростан О.В., Пустовий М.М.</b> ТЕПЛОВИЙ СТАН ЗАХИЩЕНИХ СТАЛЕВИХ КОЛОН ЗА СТАНДАРНОГОТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ.....	178
<b>Бедратюк О.І., Бабенко Д.М.,</b> ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ РОБОТИ ДОСЛІДНО-ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У СИСТЕМІ ДСНС УКРАЇНИ.....	182
<b>Ференц Н.О., Степаняк Ю.Б.,</b> ТЕХНОГЕННА НЕБЕЗПЕКА РУДНИКІВ СТЕБНИЦЬКОГО ГРНИЧО-ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА "ПОЛІМІНЕРАЛ".....	185
<b>Балло Я.В., Нікулін О.Ф., Уханський Р.В., Яковчук Р.С.,</b> УДОСКОНАЛЕННЯ ВИМОГ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В РАМКАХ ЗАКОНУ УКРАЇНИ «ПРО НАДАННЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА РИНКУ».....	188

**Тиндик О.С., Піндер В.Ф., Попович В.В.,** ЧИННИКИ ТЕХНОГЕННОГО  
ЗАБРУДНЕННЯ РІКИ ЗАХІДНИЙ БУГ.....191

**Копилов В.П., Попович В.В.,** ЧИННИКИ ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ  
РІКИ СТИР.....194

**Батюк В.Т.,** ОСНОВНІ ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОБ'ЄКТАХ  
ІЗ МАСОВИМ ПЕРЕБУВАННЯМ ЛЮДЕЙ.....197

## **Секція 2 / Section 2**

---

### **СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ**

**Nazarovets O.B., Mykhalichko V.M., Gudym V.I.,** STUDY OF CHANGES IN  
THE MICROSTRUCTURE OF COPPER UNDER THE INFLUENCE OF  
SHORT CIRCUITS AND FLAME TEMPERATURE REGIMES.....201

**Назаровець О.Б., Сніжко Д.Р.,** АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ  
БЛУКАЮЧИХ СТРУМІВ.....205

**Кушнір А.П., Гаврилюк А.Ф.,** АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПОБУДОВИ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ.....208

**Ткачук Р.Л., Полотай О.І., Івануса А.І.,** ВИКОРИСТАННЯ ДАТЧИКІВ  
ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ПРИ РОБОТІ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ  
ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ.....213

**Кравець І.П.,** ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДО ЕЛЕКТРИЧНИХ  
МЕРЕЖ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ.....217

**Кравець І.П.,** ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ПРИСТРОЇВ.....221

**Шановалов О.В.,** ЗМЕНШЕННЯ ЧАСУ ПРИВЕДЕННЯ В ДІЮ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЧНОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ  
ПРИ ВІДСУТНОСТІ ОСНОВНОГО ЖИВЛЕННЯ.....224

<i>Савченко О.В., Ніжник В.В., Добряк Д.О., Кравченко Н.В.,</i> ДО ПИТАНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ .....	227
<i>Назаровець О.Б. Соломон І.І.,</i> НЕБЕЗПЕЧНІ ПРОЯВИ МЕХАНІЧНОЇ ВТОМИ ІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОВІДНИКІ.....	230
<i>Вовк С.Я., Петровський В.Л., Кушнір А.П.,</i> ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЖЕЖ ВНАСЛІДОК КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	233
<i>Ковівчак Я.В., Дубук В.І., Дмитришин А.Я.,</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У ЛІСОВИХ МАСИВАХ.....	237
<i>Петухова О.А., Черепаха Р.Е., Кулеш Д.П.,</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ НЕОБХІДНОГО ОБ'ЄМУ ПОЖЕЖНИХ ВОДОЙМИЩ.....	242
<i>Кравець І.П.,</i> ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	245
<i>Кочак Б.Л., Корольчук Є.О.,</i> РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ОДНОФАЗНОГО КОЛЕКТОРНОГО ДВИГУНА ЗМІННОГО СТРУМУ ДЛЯ ПОМП СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ.....	248
<i>Соляник Н.Ю., Назаровець О.Б.,</i> СИСТЕМНИЙ БЛИСКАВКОЗАХИСТ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ.....	253

### Секція 3 / Section 3

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИНИКНЕННЯ, РОЗВИТКУ ТА ПРИПИНЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ

<i>Nuianzin V.M., Maiboroda A.O., Kropyva M.O., Androshchuk O.V.,</i> TO THE ISSUE OF RESEARCH OF PHLEGMATIZING FIRE EXTINGUISHING SUBSTANCES.....	256
--	-----



- Трусевич О.М.**, АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАСАД ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ.....259
- Чорномаз І.К.**, ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАХИСТУ ЗДОРОВ'Я ТА ПРОФІЛАКТИКИ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НА ПРОФЕСІЙНІ ХВОРОБИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДСНС УКРАЇНИ.....262
- Климаць Р.В., Серета Д.В.**, ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІСЛЯ ПОЖЕЖІ АВАРІЙНОГО РЕЖИМУ В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ, ПОВ'ЯЗАНОВОГО З ВЕЛИКИМ ПЕРЕХІДНИМ ОПОРОМ.....265
- Лозинський Р.Я.**, ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ВСЕРЕДИНИ БЕТОННОЇ СТІНКИ В УМОВАХ РЕАЛЬНОЇ ПОЖЕЖІ.....270
- Басманов О.Є., Олійник В.В.**, ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОСОЧЕННЯ ГОРЮЧОЇ РІДИНИ В ҐРУНТ.....274
- Трегубов Д.Г., Трегубова Ф.Д.**, НАДМОЛЕКУЛЯРНА БУДОВА РЕЧОВИНИ ЯК ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЧИННИК ПАРАМЕТРІВ ВИБУХОПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ.....277
- Карвацька М.Я., Михалічко Б.М.**, ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНЕГАСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНЦЕНТРОВАНИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ НЕОРГАНІЧНИХ СОЛЕЙ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ.....282
- Мельниченко А.С., Шевчук О.Р.**, РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН.....285
- Адольф І.І.**, ТЕМПЕРАТУРИ ГОРІННЯ ШВЕЙНО-ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЯНКИ ЯК ФАКТОР ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ.....288
- Баланюк В.М., Герасим'юк О.І., Копистинський Ю.О., Пастухов П.В., Мірошкін В.С., Гірський О.І.**, УМОВИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВОГНЕГАСНОГО АЕРОЗОЛЮ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ.....291

## Секція 4 / Section 4

**ОРГАНІЗАЦІЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ЛІКВІДАЦІЇ  
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

- Ковальчук В.М., Яковчук Р.С.**, АНАЛІЗ ДІЙ ОПЕРАТОРІВ ПРОТИМІННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПИТАННЯ З ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....296
- Кирилів Я.Б., Ковалишин В.В.**, АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАГОРОДЖУВАЛЬНИХ СМУГ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ.....299
- Ковалишин В.В., Петровський В.Л., Веселівський Р.Б., Марич В.М., Ковалишин Вол.В., Великий Н.Р.**, АНАЛІЗ ТА ПРОБЛЕМИ ГАСІННЯ КОМБІНОВАНИХ ПОЖЕЖ ЗА НАЯВНОСТІ ЛЕГКИХ МЕТАЛІВ ЧИ ФОСФОРНИХ СПОЛУК.....303
- Ковалишин В.В., Ковалишин Вол.В., Фірман В.М.**, ВОДЯНІ ВОГНЕГАСНИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ.....306
- Лоїк В.Б., Синельніков О.Д., Гончаренко М.О.**, ВПЛИВ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.....309
- Луц В.І.**, ГІДРАВЛІЧНА ВЕНТИЛЯЦІЇ НА ПОЖЕЖІ.....313
- Нагірняк Ю.М., Домінік А.М.**, ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВІДСТАНІ РОЗМІЩЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЯ ДО ОСЕРЕДКУ ПОЖЕЖІ.....316
- Остапов К.М.**, ДОСЛІДЖЕННЯ ПОДАЧІ СТРУМЕНІВ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДІВ НА ГАСІННЯ.....319
- Дубінін Д.П., Лісняк А.А., Гапоненко Ю.І.**, ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ВНУТРІШНЬОЇ ПОЖЕЖІ.....323

<b>Войтович Д.П., Сукач Р.Ю.,</b> ЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ НА РЕЗУЛЬТАТИ ОПЕРАТИВНИХ РОЗРАХУНКІВ ВИЗНАЧЕННЯ СИЛ І ЗАСОБІВ НА МОМЕНТ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖІ.....	328
<b>Штангрет Н.О.,</b> МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПОЖЕЖНИХ ТЕПЛОВІЗОРІВ ПІД ЧАС ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	331
<b>Пархоменко В.-П.О.,</b> НЕБЕЗПЕКА АВТОМОБІЛІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ВІД ЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ.....	335
<b>Бабаджанова О.Ф., Гриник Л.І.,</b> НЕБЕЗПЕКА ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ ЗБЕРІГАННЯ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ.....	338
<b>Дубінін Д.П.,</b> ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ.....	341
<b>Великий Я.Б.,</b> ОСНОВИ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ВНУТРІШНІХ ПОЖЕЖ.....	344
<b>Гусар Б.М.,</b> ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ МЕТАЛІВ ТА ЇХ НЕБЕЗПЕКА.....	347
<b>Сукач Р.Ю.,</b> ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ ОПЕРАТИВНИХ ДІЙ ПІДРОЗДІЛАМИ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖ І ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ НА АЕС.....	350
<b>Синельніков О.Д., Лоїк В.Б.,</b> ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ ЛЮДЕЙ ВІД РАДІАЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ.....	355
<b>Гурник А.В., Литовченко А.О.,</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПРИРОДНИХ ПОЖЕЖ ЯК ЦІННІСНИЙ АСПЕКТ ДЕРЖАВНО-УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ.....	357
<b>Панчишин Ю.І.,</b> ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ ЛАНКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНОЇ СЛУЖБИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ.....	361

<i>Потапенко А.В., Ніжник В.В., Нікулін О.Ф.</i> , ПОЖЕЖІ НА ВІДКРИТИХ ТЕРИТОРІЯХ ТЕНДЕНЦІЇ УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ ЇХ ГАСІННЯ.....	364
<i>Федоренко Д.С., Григор'ян М.Б., Кропива М.О.</i> , ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНИХ РЯТУВАЛЬНИХ ПОДУШОК.....	366
<i>Сукач Р.Ю., Войтович Д.П.</i> , РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА УЧАСНИКІВ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ЕКОСИСТЕМАХ НА ТЕРИТОРІЇ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ.....	369
<i>Ковалишин В.В., Лозинський Р.Я., Войтович Т.М., Ковалишин Вол.В., Великий Н.Р.</i> , РОЗШИРЕННЯ ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ.....	372
<i>Останов К.М.</i> , УДОСКОНАЛЕННЯ НАДУВНОГО РЯТУВАЛЬНОГО ЗАСОБУ «СОЛОМИНКА».....	375

## Секція 5 / Section 5

### ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

<i>Kovalev O.O., Baranovsky Y.M.</i> , METHOD OF REMOTE MONITORING OF THE ATMOSPHERE.....	378
<i>Ковальчук А.М., Антошків Ю.М., Петренко А.М.</i> , АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ ЧАСОВИХ ПОКАЗНИКІВ ВИКОНАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ВПРАВИ «НАЙСИЛЬНІШИЙ ПОЖЕЖНИЙ-РЯТУВАЛЬНИК».....	382
<i>Федів І.С., Конанець Р.М., Степова К.В.</i> , АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ПІДТЕРИКОНОВИХ ВОД.....	385
<i>Гащук Л.П., Гащук П.М., Домінік А.М., Сичевський М.І.</i> , ЕФЕКТИВНІСТЬ CRUISE-КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЮ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЮ ТЕХНІКОЮ.....	390

<b>Назаренко С.Ю., Титарев В.А.,</b> ВИКОРИСТАННЯ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ.....	393
<b>Білик С.І., Рудик ЮІ., Юськевич І.В.,</b> ВИМІРЮВАННЯ У ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ У СФЕРІ ТА ПОЗА СФЕРОЮ ЗАКОНОДАВЧО РЕГУЛЬОВАНОЇ МЕТРОЛОГІЇ.....	396
<b>Питель Н.І., Шуплат Т.І.,</b> ВПЛИВ УЩІЛЬНЕННЯ ЕДАФОТОПУ НА ЖИТТЄВІСТЬ КУЦОВИХ ЯЛПІЦІВ В УРБАНІЗОВАНИХ УМОВАХ ЗРОСТАННЯ.....	400
<b>Фещенко А.Б., Загора О.В.,</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ІМОВІРНОСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ ЕЛЕМЕНТА ВІДОМЧОЇ ЦИФРОВОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ.....	404
<b>Калиновський А.Я., Семків В.О.,</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ.....	408
<b>Котяш І.О., Король К.А.,</b> ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА СМІТТЄЗВАЛИЦ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.....	412
<b>Кузик А.Д., Ємельяненко С.О., Беген Д.А.,</b> ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	416
<b>Грищенко Д.В., Коршенко Д.М., Виноградов С.А.,</b> ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИЧНИХ ЗМІШУВАЧІВ В СИСТЕМАХ ПОЖЕЖОГАСІННЯ КОМПРЕСІЙНОЮ ПІНОЮ.....	420
<b>Бережанський Т.Г., Пазен О.Ю., Придатко В.В.,</b> ЗАХИСТ ВІД УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ПІД ЧАС ПОЖЕЖОГАСІННЯ.....	422
<b>Оксентюк В.М., Голота Н.Л.,</b> ЗМІННА СТРУКТУРА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМОМ ПОВОРОТУ ЛЮЛЬКИ ПОЖЕЖНОГО АВТОПІДІЙМАЧА.....	425
<b>Карпова А.А., Кустов М.В.,</b> КЛАСИФІКАЦІЯ СПОСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ТА РЕЧОВИН.....	428

<i>Закора О.В., Фещенко А.Б.</i> , МОДЕЛІ НАПІВПРОЗОРИХ ПЕРЕПОН ЛОКАЛЬНОЇ RTLS-СИСТЕМИ РАЙОНУ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ.....	431
<i>Дзюба Л.Ф., Чмир О.Ю., Шаповал Д.П.</i> , ОЦІНКА МІЦНОСТІ ВУЗЛА СПРЯЖЕННЯ СТАЛЕВОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО РЕЗЕРВУАРА.....	436
<i>Коваленко Р.І.</i> , ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЖЕЖНИХ ТАНКІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАТИВНИХ ЗАВДАНЬ В НЕБЕЗПЕЧНИХ РАЙОНАХ.....	439
<i>Луцяновець І.М., Лиса Н.К.</i> , РИЗИКИ ТА БЕЗПЕКА РОЗУМНОГО БУДИНКУ.....	442
<i>Оксентюк В.М., Голота Н.Л.</i> , СТРУКТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СТАБІЛІЗАЦІЄЮ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ ЛЮЛЬКИ ПОЖЕЖНОГО АВТОПІДІЙМАЧА.....	446
<i>Товарянський В.І.</i> , СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У СФЕРІ ВИРОБНИЦТВА ПРОТИПОЖЕЖНИХ АЕРОДРОМНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	449
<i>Маладика І.Г., Биченко А.О., Пустовіт М.О.</i> , ФОРМУВАННЯ ПІДХОДУ ДО УТВОРЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ З ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ДСНС УКРАЇНИ.....	452

## Секція 6 / Section 6

---

### МЕНЕДЖМЕНТ БЕЗПЕКИ

<i>Balitskii A.I., Ivaskevich L.M., Balitska V.O., Pudlo T.</i> , HYDROGEN INFRASTRUCTURE FIRE AND EXPLOSION SAFETY MANAGEMENT DUE TO CURRENT EUROPEAN UNION DIRECTIVES.....	455
<i>Oksana Telak</i> , POMOC HUMANITARNA W WARUNKACH WOJNY, WYBRANE ASPEKTY.....	460

<b>Бугіль С.Я., Вовк С.С., БЕЗПЕКА ТУРИСТИЧНИХ ПОДОРОЖЕЙ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ.....</b>	<b>463</b>
<b>Каралаш М.І., Лиса Н.К., ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ УКРАЇНОМОВНОГО КОНТЕНТУ.....</b>	<b>468</b>
<b>Пасінович І.І., ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІВНИКІВ ЯК СКЛАДОВА КОРПОРАТИВНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ КОМПАНІЙ.....</b>	<b>472</b>
<b>Філіпчук Б.Ю., Ткачук Р.Л., ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА ВІД ШКІДЛИВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....</b>	<b>478</b>
<b>Дубинецька П.П., ЕКОНОМІКО-ПРАВОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ.....</b>	<b>482</b>
<b>Івануса А.І., Кобилкін Д.С., МЕНЕДЖМЕНТ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ СПОРТИВНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....</b>	<b>485</b>
<b>Перетятко Л.А., МЕНЕДЖМЕНТ БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ВІЙНИ.....</b>	<b>489</b>
<b>Содома Р.І., МЕНЕДЖМЕНТ У СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНІВ.....</b>	<b>492</b>
<b>Ковальчук О.І., Зачко О.Б., МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ПРОЄКТНИХ КОМАНД В СФЕРІ БЕЗПЕКИ.....</b>	<b>496</b>
<b>Демчина В.Р., Зачко О.Б., МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ТРАНСПОРТНИХ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЄКТІВ.....</b>	<b>501</b>
<b>Стеців І.І., Стеців І.С., НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ АГРАРНИМ СЕКТОРОМ, ЯК СКЛАДОВА МЕНЕДЖМЕНТУ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ.....</b>	<b>504</b>
<b>Адольф Д.І., Купчак М.Я., НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ.....</b>	<b>509</b>
<b>Живко З.Б., Стадник М.Є., Родченко С.С., ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ПРІСНОВОДНОЇ БЕЗПЕКИ.....</b>	<b>512</b>

---

<i>Купчак М.Я., Саміло А.В.</i> , ПРІОРИТЕТИ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ ДСНС У СФЕРІ МІЖНАРОДНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА.....	515
<i>Матусевич Г.В. Балаш Л.Я.</i> , ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА: ВІКЛИКИ ВІЙНИ.....	518
<i>Балаш Л.Я., Гонтар З.Г.</i> , ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ: ГЛОБАЛЬНИЙ ТА ЛОКАЛЬНИЙ ВИМІР.....	520
<i>Строган М.В.</i> , РИНОК ПРАЦІ ПІД ЧАС ВІЙНИ: РОЛЬ HR МЕНЕДЖЕРА.....	523
<i>Меньшикова О.В., Кусій М.І., Карабин О.О.</i> , СВІТОВІ ПРАКТИКИ В СИСТЕМІ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ І ЗАГРОЗ.....	526
<i>Чайковська Р.П., Содома Р.І.</i> , СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА.....	530
<i>Магійович І.В., Купчак М.Я.</i> , СТРАТЕГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА МЕНЕДЖМЕНТУ БЕЗПЕКИ.....	532
<i>Живко О.В., Копитко М.І.</i> , СУТНІСТЬ ЛІДЕРСТВА ТА ЛІДЕРСЬКІ НАВИЧКИ.....	534
<i>Килин О.В., Вітер О.М.</i> , ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СУТНОСТІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА.....	537
<i>Мартин О.М.</i> , УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ КАДРОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА З МЕТОЮ ЗАПОБІГАННЯ ЗАГРОЗАМ КАДРОВІЙ БЕЗПЕЦІ.....	541
<i>Харчук А.І., Соломон І.І.</i> , ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ДСНС ПІД ЧАС ВІЙНИ ТА НА ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ (НА ПРИКЛАДІ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ).....	545
<i>Ланішко М.Л., Садура О.Б.</i> , ФІНАНСОВА БЕЗПЕКА - ЗАПОРУКА ЕФЕКТИВНОЇ ЕКОНОМІКИ ДЕРЖАВИ.....	549